

---

UNIVERSITAS CAROLINA PRAGENSIS  
FACULTAS MATHEMATICAE PHYSICAEQUE DISCIPLINAE

**STUDIJNÍ PLÁNY**  
**Matematicko-fyzikální fakulty**  
**2010/2011**

**pro kreditní trojstupňové studium**

# Obsah

Úvodní slovo .....	5
Podrobný harmonogram akademického roku 2010/2011 .....	7
Obecné informace .....	11
Univerzita Karlova v Praze .....	11
Vedení Univerzity Karlovy .....	11
Zástupci MFF v akademickém senátu UK .....	11
Matematicko-fyzikální fakulta .....	12
Orgány fakulty .....	12
Fyzikální sekce .....	17
Informatická sekce .....	36
Matematická sekce .....	44
Jiná pracoviště .....	51
Účelová zařízení .....	53
Děkanát .....	54
Vysokoškolské studium na MFF .....	59
Obecné zásady bakalářských a navazujících magisterských studijních programů .	59
Minimální počty kreditů .....	59
Státní zkouška .....	60
Výuka jazyků .....	60
Tělesná výchova .....	60
Podrobnější informace o studiu .....	60
Přehled studijních programů, studijních oborů a studijních plánů na MFF .....	61
Bakalářské studium .....	61
Navazující magisterské studium .....	62
Garanti studijních programů .....	63
Studijní plány studijního programu MATEMATIKA .....	65
A. Bakalářské studium .....	65
1. Všeobecné zásady, charakteristika a cíle studia .....	65
1.1. Všeobecné zásady, charakteristika a cíle studia .....	65
1.2. Projekt .....	66
2. Ukončení studia .....	66
3. Studijní plány jednotlivých oborů .....	67
3.1. Obecná matematika .....	67
Doporučený průběh studia .....	67
3.2. Finanční matematika .....	75
Doporučený průběh studia v prvním, druhém a třetím ročníku .....	75
3.3. Matematické metody informační bezpečnosti .....	80
Doporučený průběh studia .....	80
Státní závěrečná zkouška .....	82
3.4. Matematika zaměřená na vzdělávání .....	84
3.4.1. Matematika v kombinaci s informatikou .....	84
Doporučený průběh studia .....	84

---

3.4.2. Matematika v kombinaci s deskriptivní geometrií .....	90
Doporučený průběh studia .....	90
B. Navazující magisterské studium .....	95
1. Všeobecné zásady .....	95
1.1. Základní informace .....	95
1.2. Studijní obory navazujícího magisterského studia programu Matematika .....	96
1.3. Návaznost na bakalářské studium programu Matematika .....	96
1.4. Náplň navazujícího magisterského studia programu Matematika .....	98
1.5. Projekt .....	99
2. Ukončení studia .....	99
2.1. Státní závěrečná zkouška .....	99
2.2. Diplomová práce .....	99
3. Studijní plány jednotlivých oborů .....	100
3.1. Finanční a pojistná matematika .....	100
3.2. Matematická analýza .....	105
3.3. Matematické metody informační bezpečnosti .....	110
3.4. Matematické modelování ve fyzice a technice .....	114
3.5. Matematické struktury .....	119
3.6. Numerická a výpočtová matematika .....	128
3.7. Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie .....	134
3.7.1. Ekonometrie .....	134
3.7.2. Matematická statistika .....	139
3.7.3. Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy .....	143
3.8. Učitelství matematiky pro střední školy v kombinaci s odbornou matematikou .....	147
Státní závěrečná zkouška .....	148
3.9. - 3.11. Učitelství matematiky v kombinaci s druhým aprobačním předmětem pro střední školy .....	148
3.9. Učitelství matematiky - deskriptivní geometrie pro střední školy .....	148
Státní závěrečná zkouška .....	149
3.10. Učitelství matematiky - fyziky pro střední školy .....	155
3.11. Učitelství matematiky-informatiky pro střední školy .....	155
Státní závěrečná zkouška .....	156
Studijní plány studijního programu FYZIKA .....	163
A. Bakalářské studium .....	163
Základní informace .....	163
Studijní plány .....	164
Obecná fyzika .....	164
Doporučený průběh studia .....	164
Povinně volitelné předměty .....	167
Státní závěrečná zkouška .....	171
Aplikovaná fyzika .....	174
Doporučený průběh studia .....	175
Povinně volitelné předměty .....	177
Státní závěrečná zkouška .....	179
Fyzika zaměřená na vzdělávání .....	182

Studijní plán Fyzika-matematika .....	183
Povinně volitelné předměty .....	185
Státní závěrečná zkouška .....	186
Studijní plán Fyzika-matematika pro základní vzdělávání .....	187
Povinně volitelné předměty .....	190
Státní závěrečná zkouška .....	190
B. Navazující magisterské studium fyziky .....	195
Základní informace .....	195
Státní závěrečná zkouška .....	196
Studijní plány jednotlivých oborů .....	197
1. Astronomie a astrofyzika .....	197
2. Geofyzika .....	202
3. Meteorologie a klimatologie .....	206
4. Teoretická fyzika .....	211
5. Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů .....	216
6. Optika a optoelektronika .....	226
7. Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí .....	232
8. Biofyzika a chemická fyzika .....	236
9. Jaderná a subjaderná fyzika .....	243
10. Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice .....	248
11. Učitelství fyziky pro SŠ v kombinaci s odbornou fyzikou .....	253
Státní závěrečná zkouška .....	255
12. Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ .....	256
Státní závěrečná zkouška .....	258
13. Učitelství fyziky pro SŠ (dvouoborové) .....	264
Studijní plány studijního programu INFORMATIKA .....	265
A1. Bakalářské studium – zahájení v roce 2008 nebo později .....	265
1. Základní informace .....	265
2. Doporučený průběh studia .....	266
3. Volitelné předměty .....	268
4. Státní závěrečná zkouška .....	269
5. Studijní obory .....	269
Obecná informatika .....	269
Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	271
Programování .....	274
Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	276
Správa počítačových systémů .....	278
Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	281
A2. Bakalářské studium – zahájení v roce 2007 nebo dříve .....	283
1. Základní informace .....	283
2. Státní závěrečná zkouška .....	284
3. Studijní obory .....	285
Obecná informatika .....	285
Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	287
Programování .....	289
Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	291
Správa počítačových systémů .....	293

---

Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce .....	296
B. Navazující magisterské studium .....	298
1. Základní informace .....	298
2. Návaznost na bakalářské studium .....	299
3. Softwarový projekt .....	299
4. Státní závěrečná zkouška .....	300
5. Studijní obory .....	302
I1 - Teoretická informatika .....	302
I2 - Softwarové systémy .....	308
I3 - Matematická lingvistika .....	315
Zahájení studia od roku 2010 .....	315
Zahájení studia v roce 2009 nebo dříve .....	318
I4 - Diskrétní modely a algoritmy .....	320
I5 - Učitelství informatiky pro střední školy v kombinaci s odbornou informatikou .....	325
Studijní plány studijního programu UČITELSTVÍ PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY .	329
Navazující magisterské studium .....	329
Učitelství fyziky - matematiky pro 2. stupeň základní školy .....	329
Rozšiřující a doplňující studium .....	337
1. Rozšiřující a doplňující studium učitelství pro střední školy .....	337
1.1. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství matematiky pro střední školy .....	337
1.2. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství fyziky pro střední školy .....	338
1.3. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství informatiky pro střední školy .....	340
1.4. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství deskriptivní geometrie pro střední školy .....	341
2. Rozšiřující a doplňující studium učitelství pro 2. stupeň ZŠ .....	342
2.1. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství matematiky pro 2. stupeň základní školy .....	342
2.2. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství fyziky pro 2. stupeň základní školy .....	343
3. Cykly přednášek .....	345
3.1. Cyklus přednášek pro pojistné matematiky .....	345
Z historie Univerzity Karlovy .....	347
Seznam zaměstnanců .....	351

# Úvodní slovo

Studijní plány bakalářského a navazujícího magisterského studia na MFF, kterým se často také říká oranžová Karolinka, obsahují velmi podrobné informace o organizaci studia a jeho náplni. Pozornost zasluhuje již harmonogram akademického roku. Je třeba si uvědomit, že obsahuje závazné termíny, jejichž nedodržení může vést k dosti nepříjemným důsledkům. Vždy to byla nejčastěji vyhledávaná stránka v Karolině.

Studijní plány dobíhajícího pětiletého magisterského studia jsou uvedeny na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/>.

Kontrola studia na MFF je založena na kreditním systému, který odpovídá kreditním systémům užívaným na západních univerzitách. Náš systém stanovuje jednak rozsah studijních povinností, které musí student splnit v daném roce svého studia, jednak stanovuje podmínky potřebné k tomu, aby mu mohla být zadána bakalářská či diplomová práce a aby se mohl přihlásit ke státní závěrečné zkoušce. Fakulta klade velký důraz i na výuku cizích jazyků. Nejdůležitější úlohu v našich oborech má dnes angličtina, která se stala jakousi latinou novověku. Je třeba, aby ji každý absolvent MFF zvládl tak, aby byl nejen schopen číst a psát odborné texty ve svém oboru, ale aby také dokázal konverzovat o běžných tématech každodenního života. Po velmi důkladném zvážení a projednání se stala angličtina povinným předmětem pro všechny studenty, kteří zahájili své studium na MFF v roce 1999 nebo později. Fakulta však umožňuje studentům i výuku dalších cizích jazyků, zejména němčiny, francouzštiny, španělštiny a ruštiny.

Studijní předpisy Univerzity Karlovy stejně jako vysokoškolský zákon lze najít na adrese <http://www.cuni.cz/>. Úplné znění předpisů MFF, které upřesňují a doplňují předpisy Univerzity, je k dispozici v elektronické podobě na adrese <http://www.mff.cuni.cz/fakulta/predpisy/>. Vřele doporučuji všem studentům, aby se se studijními předpisy podrobně seznámili. Dozvědí se tak, co jim může děkan na základě jejich žádosti povolit. Najdou tu však také informaci, které termíny a lhůty jsou pevně stanovené, takže není v pravomoci děkana je měnit.

Jádrem publikace jsou pochopitelně studijní plány jednotlivých programů a oborů. Najdete zde i vzorové průchody. To jsou plány studia, které garanti studijních programů a garantující pracoviště studentům doporučují. I když si v rámci stanovených pravidel každý student může sestavit svůj vlastní plán, zkušenost ukazuje, že velká část studentů využívá právě tyto vzorové průchody. V těchto studijních plánech se objevují povinné předměty (které je nezbytné absolvovat), povinně volitelné předměty (z kterých je student povinen absolvovat jen některé) a volitelné předměty (které si student zapisuje zcela podle vlastního uvážení).

Důležitým doplňkem k Studijním plánům MFF je samostatně vydaný Seznam předmětů, v němž jsou uvedeny všechny předměty vyučované na MFF i se stručnou anotací. Obě zmíněné publikace můžete rovněž najít na webové stránce fakulty na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/>. Seznam zaměstnanců a studentů MFF Vám poskytne služba WHO IS na fakultním serveru.

Pokud budete potřebovat další informace nebo rady, s důvěrou se obraťte na zaměstnance MFF. V odborných záležitostech Vám poradí garanti jednotlivých studijních programů a odpovědní učitelé jednotlivých oborů či studijních plánů. V otázkách týkajících se studijních předpisů se můžete obrátit na pracovníce studijního oddělení a na příslušného proděkana. Kromě toho porozumění jistě najdete u svých starších kolegů. Mějte však na paměti, že i případný velký problém můžete ve spolupráci s učiteli a se studijním oddělením úspěšně vyřešit, pokud ho začnete řešit včas.

Dovolte, vážení studenti, abych Vám popřál mnoho úspěchů ve studiu.

Prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.  
proděkan pro koncepci studia

# Podrobný harmonogram akademického roku 2010/2011

23. 8. – 22. 10. 2010 Elektronický zápis předmětů vyučovaných v ZS pro 2. a vyšší ročníky Bc., nav. Mgr., Mgr. a Ph.D. studia (studenti si zapisují předměty výhradně prostřednictvím systému UK SIS, lze zapisovat i předměty z LS)
30. 8. – 7. 9. 2010 Přípravné soustředění a zápis studentů do 1. ročníku Bc. studia (prezenční forma) - Albeř
6. – 17. 9. 2010 Podzimní termín bakalářských státních závěrečných zkoušek
6. – 24. 9. 2010 Podzimní termín magisterských státních závěrečných zkoušek a podzimní termín souborných zkoušek
13. 9. 2010 Zápis studentů do 1. ročníku Bc. studia (kombinovaná forma)
15. 9. 2010 Zápis studentů do 1. ročníku navazujícího Mgr. studia  
Zápis studentů do 1. ročníku Bc. studia (cizinci a studenti, kteří již studovali na MFF)
- do 27. 9. 2010 Kontrola splnění povinností za ak. r. 2009/2010 a zápis studentů do 2. a vyšších ročníků Bc., nav. Mgr., Mgr. a Ph.D. studia
29. 9. 2010 Zahájení akademického roku a zimního semestru akademického roku 2010/2011
29. 9. 2010 – 14. 1. 2011 Výuka v zimním semestru
1. – 6. 10. 2010 Zápis studentů do 1. ročníku Ph.D. studia
- do 1. 10. 2010 Vypsání témat diplomových a bakalářských prací
13. 10. 2010 Imatrikulace studentů 1. ročníku Bc. a nav. Mgr. studia
20. – 21. 10. 2010 Promoce - Bc. studium (pro absolventy z letního a zimního termínu SZZ)
25. 10. – 5. 11. 2010 Studijní oddělení provede kontrolu a potvrzení elektronického zápisu předmětů
- do 12. 11. 2010 Termín zadání diplomových a bakalářských prací
22. 11. 2010 Promoce - Ph.D. studium
23. – 24. 11. 2010 Promoce - Bc. studium (pro absolventy z podzimního termínu SZZ)
2. 12. 2010 Den otevřených dveří
10. 12. 2010 Promoce - Mgr. a navazující Mgr. studium
- do 10. 12. 2010 A. Odevzdání diplomových a bakalářských prací pro zimní termín státních závěrečných zkoušek



	B. Přihlášení se k zimnímu termínu magisterských a bakalářských státních závěrečných zkoušek
	C. Uzavření studia závěrečných ročníků magisterského, navazujícího magisterského a bakalářského studia - kontrola splnění všech podmínek pro připuštění k zimnímu termínu SZZ
23. 12. 2010 – 2. 1. 2011	Vánoční prázdniny
17. 1. – 18. 2. 2011	Zkouškové období v ZS
24. 1. – 11. 2. 2011	Zimní termín bakalářských a magisterských státních závěrečných zkoušek a zimní termín souborných zkoušek Zimní výcvikový kurz - dle oznámení katedry tělesné výchovy
17. 1. – 18. 3. 2011	Elektronický zápis předmětů vyučovaných v LS (studenti si zapisují předměty výhradně prostřednictvím systému UK SIS)
21. 2. 2011	Zahájení letního semestru akademického roku 2010/2011
21. 2. – 27. 5. 2011	Výuka v letním semestru
21. 3. – 1. 4. 2011	Studijní oddělení provede kontrolu a potvrzení elektronického zápisu předmětů
do 15. 4. 2011	A. Odevzdání diplomových prací pro letní termín státních závěrečných zkoušek B. Přihlášení se k letnímu termínu magisterských státních závěrečných zkoušek
do 29. 4. 2011	Uzavření studia závěrečných ročníků magisterského a navazujícího magisterského studia - kontrola splnění všech podmínek pro připuštění k SZZ
9. 5. – 3. 6. 2011	Letní termín souborných zkoušek Letní termín státních závěrečných zkoušek magisterského studia
13. 5. 2011	Ukončení výuky předmětů, které jsou uvedeny v doporučeném průběhu bakalářského studia pro 6. semestr
18. 5. 2011	Rektorský a děkanský den
25. 5. 2011	Promoce - Ph.D. studium
do 27. 5. 2011	A. Odevzdání bakalářských prací pro letní termín bakalářských státních závěrečných zkoušek B. Přihlášení se k letnímu termínu bakalářských státních závěrečných zkoušek
30. 5. – 1. 7. 2011	Zkouškové období v LS
31. 5. – 3. 6. 2011	Doktorandský týden
6. 6. 2011	Přijímací zkoušky (Bc. a navazující Mgr. studium)
9. – 10. 6. 2011	Přijímací zkoušky (Ph.D. studium)
do 10. 6. 2011	Uzavření studia závěrečných ročníků bakalářského studia - kontrola splnění všech podmínek pro připuštění k letnímu termínu SZZ

- 
20. – 28. 6. 2011 Letní termín státních závěrečných zkoušek bakalářského studia  
Letní výcvikový kurz - dle oznámení katedry TV
4. 7. – 4. 9. 2011 Letní prázdniny
7. 7. 2011 Promoce - Mgr. a navazující Mgr. studium
15. 7. 2011 Promoce - Mgr. a navazující Mgr. studium
- do 5. 8. 2011 A. Odevzdání diplomových a bakalářských prací pro podzimní termín státních závěrečných zkoušek  
B. Přihlášení se k podzimnímu termínu magisterských a bakalářských státních závěrečných zkoušek  
C. Uzavření studia závěrečných ročníků magisterského, navazujícího magisterského a bakalářského studia - kontrola splnění všech podmínek pro připuštění k podzimnímu termínu SZZ
5. – 16. 9. 2011 Podzimní termín bakalářských státních závěrečných zkoušek
5. – 23. 9. 2011 Podzimní termín magisterských státních závěrečných zkoušek a podzimní termín souborných zkoušek
- do 30. 9. 2011 Kontrola splnění povinností za ak. r. 2010/2011 a zápis studentů do 2. a vyšších ročníků Bc., nav. Mgr., Mgr. a Ph.D. studia
30. 9. 2011 Konec akademického roku 2010/2011



# Obecné informace

## Univerzita Karlova v Praze

Ovocný trh 5, 116 36 Praha 1, telefon 224 491 111

### Vedení Univerzity Karlovy

Rektor:	prof. RNDr. Václav Hampl, DrSc.
Prorektor pro studijní záležitosti:	doc. ThDr. Martin Prudký
Prorektor pro doktorské studium a akademické kvalifikace:	prof. PhDr. Ivan Jakubec, CSc.
Prorektorka pro celoživotní vzdělávání a rovné příležitosti:	doc. MUDr. Sylvie Opatrná, Ph.D.
Prorektor pro vědeckou a tvůrčí činnost:	prof. RNDr. Petr Volf, CSc. doc. PhDr. Michal Šobr, CSc.
Prorektor pro vnější vztahy:	
Prorektor pro zahraniční styky a mobilitu:	prof. MUDr. Jan Škrha, DrSc., MBA prof. PhDr. Stanislav Štech, CSc.
Prorektor pro investiční výstavbu:	prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc.
Kvestor:	Ing. Josef Kubíček
Kancléř:	RNDr. Tomáš Jelínek

### Zástupci MFF v akademickém senátu UK

prof. RNDr. Jan Hála, DrSc.  
doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc.  
Bc. Jan Šimek  
Mgr. Marek Radecki

# Matematicko-fyzikální fakulta

Poznámka: Údaje týkající se organizační struktury MFF najdete též v síti Internet na adrese <http://www.mff.cuni.cz/fakulta/struktura>.

## Orgány fakulty

### 1. Akademický senát

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 289, e-mail: [skas@mff.cuni.cz](mailto:skas@mff.cuni.cz), [zkas@mff.cuni.cz](mailto:zkas@mff.cuni.cz)

#### *Předsednictvo senátu*

Předseda:	doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.
1. místopředseda:	RNDr. Rudolf Kryl
2. místopředseda:	Mgr. Marek Radecki
Jednatel:	Mgr. Jiří Lipovský

#### *Zaměstnanecká komora*

doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.  
doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.  
doc. RNDr. Roman Grill, CSc.  
RNDr. Jan Hric  
doc. Mgr. Petr Kolman, Ph.D.  
doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D.  
RNDr. Rudolf Kryl  
RNDr. Svatopluk Krýsl, Ph.D.  
doc. Mgr. Michal Kulich, Ph.D.  
doc. RNDr. Josef Pešička, CSc.  
doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc.  
doc. RNDr. Jiří Spurný, Ph.D.  
RNDr. David Stanovský, Ph.D.  
PaedDr. Stanislav Stehno  
doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D.  
doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.

#### *Studentská komora*

Bc. Tomáš Jirotko  
Vojtěch Kopal  
Pavel Motloch  
Mgr. Marek Radecki  
Jiří Šejnoha  
Mgr. Robert Švarc  
Bc. Jiří Václavík

### **Ekonomická komise**

*doc. RNDr. Josef Pešička, CSc.; doc. RNDr. Roman Grill, CSc.; RNDr. Jan Hric; Bc. Martin Chvoj; Mgr. Petr Kaplický, Ph.D.; RNDr. Svatopluk Krýsl, Ph.D.; Pavel Motloch; RNDr. Miroslav Pospíšil, Ph.D.; Mgr. Marek Radecki; doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc.; doc. RNDr. Jiří Spurný, Ph.D.; doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D.; doc. RNDr. Karel Zvára, CSc.*

### **Legislativní komise**

*doc. Mgr. Petr Kolman, Ph.D.; Josef Fischer; RNDr. Vojtěch Kapsa, CSc.; doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.; Mgr. Jiří Lipovský; doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc.; Mgr. Marek Vyšinka*

### **Studijní komise**

*doc. RNDr. Jiří Spurný, Ph.D.; Mgr. Martin Děcký; doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.; doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.; Josef Fischer; Bc. Tomáš Jirotko; Mgr. Petr Kaplický, Ph.D.; RNDr. Vojtěch Kapsa, CSc.; doc. Mgr. Petr Knobloch, Dr.; doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D.; RNDr. Rudolf Kryl; doc. Mgr. Michal Kulich, Ph.D.; Mgr. Jiří Lipovský; Mgr. Robert Švarc; doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.; Mgr. Marek Vyšinka; doc. RNDr. Miloš Zahradník, CSc.; Mgr. Ondřej Zajíček*

## **2. Vedení fakulty**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 289, fax 221 911 292,  
e-mail: sdek@dekanat.mff.cuni.cz

### **Děkan**

prof. RNDr. Zdeněk Němeček, DrSc.

### **Kolegium**

Telefonické spojení do místnosti proděkanů (M 224, Ke Karlovu 3): 22191 1299  
a 2191 1230.

Proděkan pro vědeckou činnost a zahraniční styky, zástupce děkana:	prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.
Proděkan pro studijní záležitosti:	prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc.
Proděkan pro koncepci studia:	prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.
Proděkan pro rozvoj:	doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.
Proděkan pro fyzikální sekci:	prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc.
Proděkan pro informatickou sekci:	doc. RNDr. Antonín Kučera, CSc.
Proděkan pro matematickou sekci:	prof. RNDr. Josef Štěpán, DrSc.
Tajemník:	Ing. Antonín Líška

## **3. Vědecká rada**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 289, fax 221 911 292,  
e-mail: sdek@dekanat.mff.cuni.cz

### **Předseda**

prof. RNDr. Zdeněk Němeček, DrSc.

### **Členové**

prof. RNDr. Ladislav Bican, DrSc.  
prof. RNDr. Miloslav Feistauer, DrSc.,  
dr. h. c.  
prof. PhDr. Eva Hajičová, DrSc.  
prof. RNDr. Jan Hála, DrSc.  
prof. RNDr. Václav Holý, CSc.  
prof. RNDr. Jiří Horáček, DrSc.  
prof. RNDr. Marie Hušková, DrSc.  
prof. Jiří Chýla, CSc.  
prof. RNDr. Václav Janiš, DrSc.  
prof. Ing. Igor Jex, DrSc.  
prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.  
RNDr. Pavel Krejčí, CSc.  
prof. RNDr. Antonín Kučera, Ph.D.  
RNDr. Jan Laštovička, DrSc.  
prof. RNDr. Jaroslav Lukeš, DrSc.  
prof. RNDr. Milan Mareš, DrSc.  
prof. RNDr. Zdeněk Němeček, DrSc.  
prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.  
prof. Ing. František Plášil, DrSc.  
prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.  
prof. RNDr. Josef Štěpánek, CSc.  
prof. Ing. Pavel Tvrdlík, CSc.  
prof. RNDr. Jiří Wiedermann, DrSc.  
prof. RNDr. Jiří Zahradník, DrSc.

### **Čestní členové**

prof. RNDr. Jiří Bičák, DrSc., dr. h. c.  
prof. RNDr. Vlastislav Červený, DrSc.  
prof. RNDr. Václav Dupač, DrSc.  
prof. RNDr. Pavel Höschl, DrSc.  
prof. RNDr. Oldřich Kowalski, DrSc.  
prof. RNDr. Jaroslav Kurzweil, DrSc.  
prof. RNDr. Ivo Marek, DrSc.  
prof. RNDr. Ladislav Procházka, DrSc.  
prof. RNDr. Aleš Pultr, DrSc.  
prof. RNDr. Bedřich Sedlák, DrSc.  
prof. RNDr. Michal Suk, DrSc.  
prof. RNDr. Petr Vopěnka, DrSc.

## **4. Disciplinární komise**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 289, fax 221 911 292,  
e-mail: sdek@dekanat.mff.cuni.cz

**Předseda**

prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc.

**Členové**

Mgr. David Kolovratník  
doc. RNDr. Antonín Kučera, CSc.  
prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.  
Mgr. Lucie Surá  
Mgr. Ondřej Zajíček

**Náhradníci**

Mgr. Alexandr Kazda  
doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.  
Mgr. Marek Radecki  
doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

**5. Poradní orgány vedení fakulty**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2

**Ediční komise**

Poradní orgán děkana.

Předseda:

doc. RNDr. Miroslav Zelený, Ph.D.  
Mgr. Martin Děcký  
prof. RNDr. Jaroslav Haslinger, DrSc.  
prof. RNDr. Miroslav Hušek, DrSc.  
Bc. Tomáš Jirotko  
prof. RNDr. Jana Jurečková, DrSc.  
doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.  
Helena Kutková  
doc. RNDr. Jiří Langer, CSc.  
RNDr. Markéta Lopatková, Ph.D.  
prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.  
prof. RNDr. Bedřich Sedlák, DrSc.  
prof. RNDr. Václav Valvoda, CSc.

**Knihovní rada**

Poradní orgán proděkana určeného děkanem pro oblast knihovny.

Předseda:

prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.  
doc. RNDr. Daniel Hlubinka, Ph.D.  
RNDr. Drahomíra Hrušková  
prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.



### ***Propagační komise***

Poradní orgán děkana pro oblast propagace.

Předseda:	doc. RNDr. Miroslav Cieslar, CSc.
Fyzikální KS:	RNDr. Přemysl Koloreň, Ph.D.
Informatický KS:	doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.
Matematický KS:	Mgr. Robert Šámal, Ph.D.
	doc. RNDr. Jiří Bok, CSc.
	doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.
	doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.
	PhDr. Alena Havlíčková
	Mgr. David Kolovratník
	Mgr. Vladan Majerech, Dr.
	Mgr. Martin Mareš, Ph.D.
	RNDr. Zbyněk Pawlas, Ph.D.
	doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.
	doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.
	RNDr. Stanislav Zelenda
	RNDr. Peter Žilavý, Ph.D.

### ***Rozvrhová komise***

Poradní orgán proděkana pro studijní záležitosti.

Předseda:	RNDr. David Bednárek, Ph.D.
Učitelství matematiky:	Mgr. Šárka Voráčová, Ph.D.
Učitelství fyziky:	RNDr. Irena Dvořáková
Matematika:	RNDr. Jana Hromadová, Ph.D.
Fyzika:	RNDr. Vojtěch Hanzal
Informatika včetně učitelství:	RNDr. Filip Zavoral, Ph.D.

### ***Komise pro počítačové sítě***

Poradní orgán proděkana určeného děkanem pro oblast počítačových sítí.

Předseda:	doc. RNDr. Antonín Kučera, CSc.
Správce počítačové domény Karlín:	RNDr. Oldřich Ulrych
Správce počítačové domény Karlov:	Mgr. Petr Vlášek
Správce počítačové domény Kolej:	Mgr. Jiří Calda
Správce počítačové domény Malá Strana:	RNDr. Libor Forst
Správce počítačové domény Troja:	RNDr. Ludvík Urban, CSc.

### ***Náhradová komise***

Poradní orgán tajemníka fakulty.

Předseda:	Ing. Dana Lanková
	JUDr. Dana Macharová
	PhDr. Milena Stiborová, CSc.
	Marcela Tomášková

**Inventarizační a likvidační komise**

Poradní orgán tajemníka fakulty.

Předseda:	Ing. Miloš Pfeffer, CSc.
Likvidátor:	Pavel Šíbl
Zapisovatel:	Marcela Tomášková Mgr. Petra Kolkusová - Diblíková RNDr. Václav Kubát, CSc. Ing. František Šebek RNDr. Oldřich Ulrych RNDr. Petr Zinburg

**Fakultní rada pro udělování studentských fakultních grantů**

Předseda:	prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc. doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D. Mgr. Alexandr Kazda doc. RNDr. Mirko Rokyta, CSc. prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc. prof. RNDr. Josef Štěpánek, CSc. doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.
-----------	--

**Fyzikální sekce****101. Astronomický ústav UK**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 572, fax 221 912 577,  
e-mail: mfau@mbox.troja.mff.cuni.cz

Ředitel ústavu:	doc. RNDr. Marek Wolf, CSc.
Zástupce ředitele ústavu:	prof. RNDr. David Vokrouhlický, DrSc.
Tajemník ústavu:	Mgr. Josef Ďurech, Ph.D.
Sekretářka ústavu:	Hana Mířková
Profesoři:	prof. RNDr. Petr Harmanec, DrSc. prof. RNDr. David Vokrouhlický, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Attila Mészáros, DrSc. doc. RNDr. Martin Šolc, CSc. doc. RNDr. Marek Wolf, CSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Miroslav Brož, Ph.D. Mgr. Josef Ďurech, Ph.D. RNDr. Ladislav Šubr, Ph.D. RNDr. Petr Zásche, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Josef Hanuš Mgr. Stanislav Poddaný Mgr. Jakub Řípa Mgr. Michal Švanda, Ph.D.
Ostatní pracovníci:	Hana Mířková

Externí pracovníci: doc. RNDr. Petr Heinzl, DrSc.  
RNDr. Bruno Jungwiert, Ph.D.  
RNDr. Pavel Mayer, DrSc.  
prof. RNDr. Jan Palouš, DrSc.

## 102. Fyzikální ústav UK

Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 344, 221 911 473, fax 224 922 797,  
e-mail: fuuk@karlov.mff.cuni.cz

Ředitel ústavu: prof. RNDr. Vladimír Baumruk, DrSc.  
Zástupce ředitele ústavu: doc. Ing. Jan Franc, DrSc.  
Tajemník ústavu: doc. RNDr. Petr Heřman, CSc.  
Sekretářka ústavu: Hana Kučerová  
Profesoři: prof. RNDr. Pavel Höschl, DrSc.  
prof. RNDr. Jaromír Plášek, CSc.  
prof. RNDr. Josef Štěpánek, CSc.  
prof. RNDr. Vladimír Baumruk, DrSc.  
Docenti: doc. RNDr. Jiří Bok, CSc.  
doc. Ing. Jan Franc, DrSc.  
doc. RNDr. Dana Gášková, CSc.  
doc. RNDr. Roman Grill, CSc.  
doc. RNDr. Petr Heřman, CSc.  
doc. RNDr. Pavel Hlídek, CSc.  
doc. RNDr. Miroslav Kučera, CSc.  
doc. Pavel Lipavský, CSc.  
doc. RNDr. Peter Mojzeš, CSc.  
doc. RNDr. Pavel Moravec, CSc.  
doc. Ing. Petr Praus, CSc.  
doc. RNDr. Marek Procházka, Ph.D.  
doc. RNDr. Jaroslav Večeř, CSc.  
Odborní asistenti: RNDr. Ivan Barvík, Ph.D.  
RNDr. Roman Chaloupka, Ph.D.  
RNDr. Vladimír Kopecký, Ph.D.  
RNDr. Kateřina Ruzsová, Ph.D.  
Mgr. František Šanda, Ph.D.  
RNDr. Eva Urbánková, Ph.D.  
RNDr. Martin Veis, Ph.D.  
Vědečtí pracovníci: RNDr. Roman Antoš, Ph.D.  
Ing. Eduard Belas, CSc.  
Mgr. Marek Bugár  
Mgr. Václav Dědič  
Mgr. Andrea Drietomská  
Roman Fesh  
Mgr. Martin Hanuš  
RNDr. Kateřina Hofbauerová, Ph.D.  
RNDr. Eva Kočišová, Ph.D.  
RNDr. Marie Kodedová

Mgr. Jan Kubát  
Mgr. Jan Kunc  
Mgr. Eva Lišková  
RNDr. Tomáš Mančal, Ph.D.  
Mgr. Jan Olšina  
Mgr. Milan Orlita, Ph.D.  
Mgr. Jan Palacký  
Bc. Václav Perlík  
Mgr. Václav Profant  
Mgr. Jan Procházka  
Mgr. Jan Tuček  
Mgr. Štěpán Uxa  
prof. Ing. Štefan Višňovský, DrSc.  
Mgr. Vlastimil Zíma  
doc. RNDr. Milan Zvára, CSc.

Ostatní pracovníci:

Ivana Benešová  
Miloš Černý  
Andrea Kadlecová  
Ivana Kubínová  
Hana Kučerová  
Věra Poláková  
Josef Řezníček  
Roman Šilha  
Jan Ulrych

Externí pracovníci:

Ing. Shirly Josefina Espinoza Herrera  
Mgr. Vít Marek  
Mgr. Jan Vachoušek  
Jindřich Walter  
RNDr. Jana Zachová, CSc.

**Oddělení biofyziky**

*doc. RNDr. Dana Gášková, CSc.*; Ivana Benešová; Mgr. Andrea Drietomská; doc. RNDr. Petr Heřman, CSc.; RNDr. Roman Chaloupka, Ph.D.; RNDr. Marie Kodedová; prof. RNDr. Jaromír Plášek, CSc.; RNDr. Eva Urbánková, Ph.D.; doc. RNDr. Jaroslav Večeř, CSc.

**Oddělení fyziky biomolekul**

*prof. RNDr. Josef Štěpánek, CSc.*; RNDr. Ivan Barvík, Ph.D.; prof. RNDr. Vladimír Baumruk, DrSc.; RNDr. Kateřina Hofbauerová, Ph.D.; RNDr. Eva Kočíšová, Ph.D.; RNDr. Vladimír Kopecký, Ph.D.; doc. RNDr. Peter Mojzeš, CSc.; doc. Ing. Petr Praus, CSc.; Mgr. Václav Profant; doc. RNDr. Marek Procházka, Ph.D.; RNDr. Kateřina Ruzsová, Ph.D.; RNDr. Jana Zachová, CSc.; Mgr. Vlastimil Zíma

**Oddělení magnetooptiky**

*doc. RNDr. Miroslav Kučera, CSc.*; RNDr. Roman Antoš, Ph.D.; Mgr. Martin Hanuš; Mgr. Eva Lišková; RNDr. Martin Veis, Ph.D.; prof. Ing. Štefan Višňovský, DrSc.

### **Oddělení polovodičů a polovodičové optoelektroniky**

*doc. RNDr. Roman Grill, CSc.*; Ing. Eduard Belas, CSc.; Mgr. Marek Bugár; Miloš Černý; Mgr. Václav Dědič; Roman Fesh; *doc. Ing. Jan Franc, DrSc.*; *doc. RNDr. Pavel Hlída, CSc.*; *prof. RNDr. Pavel Höschl, DrSc.*; *Andrea Kadlecová*; Mgr. Jan Kubát; Mgr. Jan Kunc; *doc. RNDr. Pavel Moravec, CSc.*; Mgr. Milan Orlita, Ph.D.; Věra Poláková; Mgr. Jan Procházka; Mgr. Jan Tuček; Mgr. Štěpán Uxa; *doc. RNDr. Milan Zvára, CSc.*

### **Oddělení teoretické**

*doc. Pavel Lipavský, CSc.*; *doc. RNDr. Jiří Bok, CSc.*; *RNDr. Tomáš Mančal, Ph.D.*; Mgr. František Šanda, Ph.D.

### **Mechanická dílna**

Roman Šilha

### **Oddělení optických technologií**

Ivana Kubínová; Josef Řezníček; Jan Ulrych

## **103. Kabinet výuky obecné fyziky**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 283, fax 221 911 618, 221 911 449,  
e-mail: mfkvof@plk.mff.cuni.cz

Vedoucí kabinetu:	<i>doc. RNDr. Ivana Stulíková, CSc.</i>
Zástupce vedoucí kabinetu:	<i>RNDr. Vojtěch Hanzal</i>
Tajemnice kabinetu:	Mgr. Hana Císařová
Sekretářka kabinetu:	Bc. Dagmar Drahná
Docentka:	<i>doc. RNDr. Ivana Stulíková, CSc.</i>
Odborní asistenti:	<i>RNDr. Jitka Puchmajerová, Ph.D.</i> <i>RNDr. Martin Vlach, Ph.D.</i>
Lektoři:	Mgr. Hana Císařová <i>RNDr. Jaroslava Černá, Ph.D.</i> <i>RNDr. Vojtěch Hanzal</i> <i>doc. RNDr. František Lustig, CSc.</i>
Vědecký pracovník:	<i>RNDr. Naďa Žaludová</i>
Ostatní pracovníci:	Bc. Dagmar Drahná Josef Jaček <i>RNDr. Ivo Křivka, CSc.</i> Ing. Bohumil Kurka <i>RNDr. Jiří Matas, CSc.</i> Ing. František Nábělek <i>RNDr. Igor Novotný</i> <i>RNDr. Petr Zinburg</i>

**104. Katedra didaktiky fyziky**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 407, fax 221 912 406,  
e-mail: kdf@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
Tajemnice a sekretářka katedry:	Ludmila Malečková
Profesor:	prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.
Docenti:	doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D. doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. doc. RNDr. Růžena Kolářová, CSc. doc. RNDr. Zdena Lustigová, CSc. doc. RNDr. Miroslav Svoboda, CSc.
Odborní asistenti:	RNDr. Martina Kekule, Ph.D. RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D. RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D. RNDr. Peter Žilavý, Ph.D.
Lektoři:	RNDr. Irena Dvořáková RNDr. Dana Mandíková, CSc.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Pavel Böhm Mgr. Jakub Jermář Rodney Howard Milbrandt
Ostatní pracovníci:	Mgr. Monika Lokajíčková Ludmila Malečková Ing. Ludvík Němec RNDr. Stanislav Zelenda Mgr. Světla Zelendová
Externí pracovníci:	Ing. Radka Bernovská Mgr. Jana Bittnerová Hana Böhmová RNDr. Robert Cikán, Ph.D. Mgr. Lucie Čelikovská PhDr. Vít Čelikovský Tomáš Fencel Lucie Filipenská RNDr. Stanislav Gottwald RNDr. Petr Hoffmann Ing. Josef Homolka PhDr. Martin Chvál, Ph.D. Kateřina Jačková Anežka Navrátilová Mgr. Veronika Novotná doc. PhDr. Isabella Pavelková, CSc. Iva Pecháčková Mgr. Radko Pöschl PhDr. Jana Procházková Martina Röhlichová

Petr Šmídek  
Hana Šustková  
Mgr. Jakub Švec  
Pavel Teplý  
RNDr. Pavla Zieleniecová, CSc.

**Oddělení didaktiky fyziky pro střední školy**

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.; RNDr. Peter Žilavý, Ph.D.

**Oddělení didaktiky fyziky pro základní školy**

doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.; RNDr. Irena Dvořáková; RNDr. Dana Mandíková, CSc.

**Pracovní skupina pro pedagogiku a celoživotní vzdělávání**

PhDr. Martin Chvál, Ph.D.; RNDr. Pavla Zieleniecová, CSc.; RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D.

**Laboratoř distančního vzdělávání**

doc. RNDr. Zdena Lustigová, CSc.; RNDr. Stanislav Zelenda

**105. Katedra fyziky povrchů a plazmatu**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 325, fax 284 685 095, 221 912 345,  
e-mail: mfkevf@mbox.troja.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:

prof. RNDr. Jana Šafránková, DrSc.

Zástupce vedoucího katedry:

prof. RNDr. Vladimír Matolín, DrSc.

Tajemník katedry:

RNDr. Jiří Pavlů, Ph.D.

Sekretářka katedry:

Marcela Králíková

Profesoři:

prof. RNDr. Juraj Glosík, DrSc.

prof. RNDr. Rudolf Hrach, DrSc.

prof. RNDr. Vladimír Matolín, DrSc.

prof. RNDr. Zdeněk Němeček, DrSc.

prof. RNDr. Jana Šafránková, DrSc.

prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc.

Docenti:

doc. RNDr. Věra Hrachová, CSc.

doc. RNDr. Karel Mašek, Dr.

doc. Mgr. Iva Matolínová, Dr.

doc. RNDr. Václav Nečas, Dr.

doc. RNDr. Ivan Ošťádal, CSc.

doc. RNDr. Jiří Pavluch, CSc.

doc. RNDr. Lubomír Přecký, Dr.

doc. RNDr. Petr Řepa, CSc.

doc. RNDr. Ondřej Santolík, Dr.

doc. RNDr. Pavel Sobotík, CSc.

doc. RNDr. Jan Wild, CSc.

Odborní asistenti:

RNDr. Pavel Kocán, Ph.D.

RNDr. Jiří Pavlů, Ph.D.

RNDr. Radek Plašil, Ph.D.

Vědeční pracovníci:

Mgr. Martin Beránek  
 Mgr. Miloš Cabala  
 prof. Dieter Gerlich  
 Mgr. Oleksandr Goncharov  
 Mgr. Galyna Granko  
 RNDr. Tomáš Gronych, CSc.  
 Mgr. Olga Gutynska  
 Mgr. Vojtěch Hrubý  
 Mgr. Mykhailo Chundak  
 Mgr. Jakub Javorský  
 Mgr. Karel Jelínek  
 Mgr. Martin Jeřáb  
 RNDr. Viktor Johánek, Ph.D.  
 Mgr. Pavol Jusko  
 RNDr. Adolf Kaňka, Dr.  
 Mgr. Tomáš Kotřík  
 doc. Mgr. Pavel Kudrna, Dr.  
 Mgr. Andrii Lynnyk  
 RNDr. Josef Mysliveček, Ph.D.  
 Mgr. Richard Papřok  
 RNDr. Ladislav Peksa, CSc.  
 Mgr. Jan Pudl  
 Mgr. Ivana Richterová  
 Ing. Lesya Rishko  
 Mgr. Martin Setvín  
 Mgr. Lukáš Schmiedt  
 Mgr. Oleksandr Stetsovych  
 prof. RNDr. Miloš Šícha, DrSc.  
 Mgr. Michal Škoda  
 Mgr. Břetislav Šmíd  
 Mgr. Oksana Tkachenko  
 Ing. Nataliya Tsud, Ph.D.  
 Mgr. Jaroslav Urbář  
 Mgr. Michal Václavů  
 Mgr. Jozef Varju  
 RNDr. Kateřina Veltruská, CSc.  
 Mgr. Mykhailo Vorokhta  
 Mgr. Tatiana Zahoranová  
 Mgr. Illia Zymak

Ostatní pracovníci:

Jindřich Hejda  
 Marcela Chvalkovská  
 Ing. Petra Jindrová  
 Hana Kacafírková  
 Mgr. Pavel Kaňkovský  
 Marcela Králíková  
 Jitka Sedláčková  
 RNDr. Ludvík Urban, CSc.





**106. Katedra fyziky materiálů**

Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 358, 221 911 359, 224 923 450, fax 221 911 490, e-mail: mfkfk@met.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Miloš Janeček, CSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. František Chmelík, CSc.
Tajemník katedry:	doc. RNDr. Josef Pešička, CSc.
Sekretářka katedry:	Regina Černá
Docenti:	doc. RNDr. Miroslav Cieslar, CSc. doc. RNDr. František Chmelík, CSc. doc. RNDr. Miloš Janeček, CSc. doc. RNDr. Přemysl Málek, CSc. doc. RNDr. Josef Pešička, CSc. prof. RNDr. Vladimír Šíma, CSc.
Odborní asistenti:	Dr. rer. nat. Robert Král, Dr., Ph.D. RNDr. Kristián Mathis, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	RNDr. Jaroslav Balík, CSc. Ing. Patrik Dobroň, Ph.D. Mgr. Michal Hájek, Ph.D. Mgr. Petr Harcuba prof. RNDr. Petr Kratochvíl, DrSc. prof. RNDr. Pavel Lukáč, DrSc. Mgr. Kseniya Parfenenko doc. RNDr. Bohumil Smola, CSc. Mgr. Ondřej Srba Mgr. Zoltán Száraz prof. RNDr. Zuzanka Trojanová, DrSc. RNDr. Kryštof Turba
Ostatní pracovníci:	Pavel Beran Ing. Jaromír Buriánek Marta Čepová Regina Černá Ing. Jana Kálalová Ing. Jiří Macl
Externí pracovníci:	Ing. Tomáš Janeček Zuzana Janečková Lukáš Malina Peter Minárik Miroslav Staněk Josef Stráský Jitka Vrátná

**Ekocentrum aplikovaného výzkumu neželezných kovů**

telefon: 221 911 355, e-mail: Frantisek.Chmelik@mff.cuni.cz

*doc. RNDr. František Chmelík, CSc.*; doc. RNDr. Miroslav Cieslar, CSc.; Ing. Patrik Dobroň, Ph.D.; Mgr. Petr Harcuba; doc. RNDr. Miloš Janeček, CSc.; doc. RNDr. Přemysl Málek, CSc.;

doc. RNDr. Josef Pešička, CSc.; Mgr. Ondřej Srba; Mgr. Zoltán Száraz; prof. RNDr. Vladimír Šíma, CSc.; RNDr. Kryštof Turba

## 107. Katedra fyziky nízkých teplot

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 565, 221 912 567, fax 221 912 567, e-mail: mfkfnt@mbox.troja.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.
Zástupce vedoucího katedry:	prof. RNDr. Helena Štěpánková, CSc.
Tajemník katedry:	doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc.
Sekretářka:	Jarmila Mautsková
Profesoři:	prof. RNDr. Jiří Englich, DrSc. prof. Ing. Miroslav Finger, DrSc. prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc. prof. RNDr. Helena Štěpánková, CSc.
Emeritní profesor:	prof. RNDr. Bedřich Sedlák, DrSc.
Docenti:	doc. Mgr. Jakub Čížek, Ph.D. doc. Mgr. Jaroslav Kohout, Dr. doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc.
Vědečtí pracovníci:	doc. Ing. František Bečvář, DrSc. Mgr. Vojtěch Chlan Mgr. Karel Kouřil RNDr. Jan Kuriplach, CSc. Dr. Marco La Mantia, Ph.D. RNDr. Jan Lang, Ph.D. Ing. Oksana Melikhova, Ph.D. RNDr. Ivan Procházka, CSc. Mgr. Václav Římal RNDr. David Schmoranzer Mgr. Pavel Srb Mgr. Michal Šindler Dr. Ahmad Telfah, Ph.D. Mgr. Kateřina Vágnerová Mgr. Ahmed Youssef RNDr. Karel Závěta, CSc.
Ostatní pracovníci:	Jiří Boháč Ladislav Doležal Mgr. Jana Janotová Jarmila Mautsková Ing. Miloš Pfeffer, CSc. Petr Vacek
Externí pracovníci:	Simone Babuin, Ph.D. MSc. Michael Finger, CSc. Mgr. Marián Grocký Jitka Hankeová RNDr. Zdeněk Janů, CSc. RNDr. Michaela Králová, Ph.D.

Ing. Adriana Lančok, Ph.D.  
 Mgr. Lenka Minářová  
 RNDr. Daniel Nižňanský, Dr.  
 Ing. František Soukup  
 Mgr. Zdeněk Švindrych  
 Miroslav Zelinka

#### Oddělení radiofrekvenční spektroskopie

*prof. RNDr. Helena Štěpánková, CSc.*; prof. RNDr. Jiří English, DrSc.; Mgr. Marián Grocký; Mgr. Vojtěch Chlan; Mgr. Karel Kouřil; RNDr. Jan Lang, Ph.D.; Mgr. Lenka Minářová; Ing. Miloš Pfeffer, CSc.; prof. RNDr. Bedřich Sedlák, DrSc.; Mgr. Pavel Srb; Dr. Ahmad Telfah, Ph.D.; Mgr. Kateřina Vágnerová

#### Oddělení spinové fyziky

*RNDr. Ivan Procházka, CSc.*; doc. Ing. František Bečvář, DrSc.; doc. Mgr. Jakub Čížek, Ph.D.; prof. Ing. Miroslav Finger, DrSc.; RNDr. Jan Kuriplach, CSc.; Ing. Oksana Melikhova, Ph.D.

#### Oddělení fyziky a techniky nízkých teplot

*prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.*; Simone Babuin, Ph.D.; Jiří Boháč; Ladislav Doležal; Mgr. Jana Janotová; doc. Mgr. Jaroslav Kohout, Dr.; RNDr. Michaela Králová, Ph.D.; Ing. Adriana Lančok, Ph.D.; RNDr. Daniel Nižňanský, Dr.; doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc.; prof. RNDr. Bedřich Sedlák, DrSc.; RNDr. David Schmoranzer; Mgr. Michal Šindler; Mgr. Zdeněk Švindrych; Petr Vacek; Mgr. Ahmed Youssef; RNDr. Karel Závěta, CSc.; Miroslav Zelinka

### 109. Katedra fyziky kondenzovaných látek

Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 393, 221 911 367, fax 224 911 061,  
 e-mail: kfes@mag.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Radomír Kužel, CSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. Mgr. Pavel Javorský, Dr.
Tajemnice a sekretářka katedry:	Mgr. Kateřina Mikšová
Profesoři:	prof. RNDr. Václav Holý, CSc. prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc. prof. RNDr. Václav Valvoda, CSc. prof. Bedřich Velický, CSc.
Docenti:	doc. RNDr. Martin Diviš, CSc. doc. Mgr. Pavel Javorský, Dr. doc. RNDr. Radomír Kužel, CSc. doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.
Odborní asistenti:	RNDr. Karel Carva, Ph.D. doc. RNDr. Stanislav Daniš, Ph.D. RNDr. Jana Poltířová Vejpravová, Ph.D. RNDr. Jiří Prchal, Ph.D. RNDr. Jan Prokleška, Ph.D.
Lektor:	doc. RNDr. Jan Klíma, CSc.
Vědeckí pracovníci:	Mgr. Mykhailo Barchuk

doc. RNDr. Ladislav Havela, CSc.

Mgr. Lukáš Horák

Mgr. Jiří Kaštil

Mgr. Xavier Martí, Ph.D.

Mgr. Silvie Mašková

Mgr. Zdeněk Matěj

Mgr. Jana Matějová

Mgr. Martin Mixa

Dipl. Phys. Gabriel Niebler

Mgr. Lea Nichtová

RNDr. Tomáš Novotný, Ph.D.

Mgr. Jiří Pospíšil

Mgr. Marcela Prachařová

Ing. Katarzyna Roszak, Ph.D.

Mgr. Alexandra Rudajevoá, CSc.

Mgr. Olha Stelmakhovych, Ph.D.

Mgr. Rudolf Sýkora

doc. RNDr. Ilja Turek, DrSc.

Mgr. Klára Uhlířová

Mgr. Václav Valeš

Ostatní pracovníci:

Jan Matlák

Jan Matlák

Mgr. Kateřina Mikšová

Bc. Štěpán Sechovský, DiS.

Externí pracovníci:

Mgr. Khrystyna Miliyanchuk, Ph.D.

RNDr. Václav Petříček

RNDr. Alexander Shick, Ph.D.

RNDr. Hana Šíchová, CSc.

### **Oddělení strukturní analýzy**

*doc. RNDr. Radomír Kužel, CSc.*; Mgr. Mykhailo Barchuk; Doc. RNDr. Stanislav Daniš, Ph.D.; prof. RNDr. Václav Holý, CSc.; Mgr. Lukáš Horák; Mgr. Xavier Martí, Ph.D.; Mgr. Zdeněk Matěj; Mgr. Jana Matějová; Jan Matlák; Mgr. Martin Mixa; Mgr. Lea Nichtová; Mgr. Olha Stelmakhovych, Ph.D.; Mgr. Václav Valeš; prof. RNDr. Václav Valvoda, CSc.

### **Oddělení magnetických vlastností**

*prof. RNDr. Vladimír Sechovský, DrSc.*; doc. RNDr. Martin Diviš, CSc.; doc. RNDr. Ladislav Havela, CSc.; doc. Mgr. Pavel Javorský, Dr.; Mgr. Jiří Kaštil; Mgr. Silvie Mašková; RNDr. Jana Poltierová Vejpravová, Ph.D.; Mgr. Jiří Pospíšil; Mgr. Marcela Prachařová; RNDr. Jiří Prchal, Ph.D.; RNDr. Jan Prokleška, Ph.D.; Mgr. Alexandra Rudajevoá, CSc.; doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.; Mgr. Klára Uhlířová

### **Oddělení teoretické fyziky**

*prof. Bedřich Velický, CSc.*; RNDr. Karel Carva, Ph.D.; doc. RNDr. Jan Klíma, CSc.; Dipl. Phys. Gabriel Niebler; RNDr. Tomáš Novotný, Ph.D.; Ing. Katarzyna Roszak, Ph.D.; Mgr. Rudolf Sýkora; doc. RNDr. Ilja Turek, DrSc.

**110. Katedra makromolekulární fyziky**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 362, fax 221 912 350,  
e-mail: kmf@kmf.troja.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	prof. RNDr. Hynek Biederman, DrSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Ivan Krakovský, CSc.
Tajemník katedry:	doc. RNDr. Lenka Hanyková, Dr.
Sekretářka katedry:	Marcela Búryová
Profesor:	prof. RNDr. Hynek Biederman, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Jaromír Fährnich, CSc. doc. RNDr. Lenka Hanyková, Dr. doc. RNDr. Petr Chvosta, CSc. doc. RNDr. Ivan Krakovský, CSc. doc. RNDr. Jan Nedbal, CSc. doc. Danka Slavínská, CSc. doc. RNDr. Jiří Toušek, CSc. doc. RNDr. Jana Toušková, CSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Jan Hanuš, Ph.D. Mgr. Jaroslav Kousal, Ph.D. RNDr. Ondřej Kylián, Ph.D. Ing. Andrey Shukurov, Ph.D. RNDr. Helena Valentová, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Anna Artemenko Mgr. Dmitry Arzhakov Mgr. Martin Drábik Mgr. Ivan Gordeev Mgr. Viktor Holubec Mgr. Hana Kouřilová Mgr. Oleksandr Polonskyi RNDr. Jan Prokeš, CSc. Mgr. Marek Radecki Mgr. Anton Serov Mgr. Pavel Solař Ján Šomvársky, CSc. Mgr. Julie Šťastná
Ostatní pracovníci:	Marcela Búryová RNDr. Ivo Křivka, CSc.
Externí pracovníci:	RNDr. Věra Cimrová, CSc. Ing. Miroslava Dušková - Smrčková, Dr. doc. RNDr. Antonín Havránek, CSc. RNDr. Josef Klimovič, CSc. doc. RNDr. Milan Marvan, CSc. Ing. Zdeňka Sedláková, CSc. Mgr. Vitaliy Velychko

### **Oddělení fyziky vrstev a povrchů makromolekulárních struktur**

*prof. RNDr. Hynek Biederman, DrSc.*; Mgr. Anna Artemenko; Mgr. Dmitry Arzhakov; Mgr. Martin Drábik; Mgr. Ivan Gordeev; Mgr. Jan Hanuš, Ph.D.; Mgr. Jaroslav Kousal, Ph.D.; RNDr. Ivo Křivka, CSc.; RNDr. Ondřej Kylián, Ph.D.; Mgr. Oleksandr Polonskyi; RNDr. Jan Prokeš, CSc.; Mgr. Anton Serov; Ing. Andrey Shukurov, Ph.D.; doc. Danka Slavínská, CSc.; Mgr. Pavel Solař; doc. RNDr. Jiří Toušek, CSc.; doc. RNDr. Jana Toušková, CSc.

### **Oddělení spektroskopie polymerů**

*doc. RNDr. Ivan Krakovský, CSc.*; RNDr. Věra Cimrová, CSc.; Ing. Miroslava Dušková - Smrčková, Dr.; doc. RNDr. Jaromír Fährnich, CSc.; doc. RNDr. Lenka Hanyková, Dr.; doc. RNDr. Antonín Havránek, CSc.; RNDr. Josef Klimovič, CSc.; Mgr. Hana Kouřilová; doc. RNDr. Jan Nedbal, CSc.; Mgr. Marek Radecki; Ing. Zdeňka Sedláková, CSc.; Ján Šomvářsky, CSc.; Mgr. Julie Šťastná; RNDr. Helena Valentová, Ph.D.; Mgr. Vitaliy Velychko

### **Oddělení teoretické fyziky**

*doc. RNDr. Petr Chvosta, CSc.*; Mgr. Viktor Holubec; doc. RNDr. Milan Marvan, CSc.

## **111. Katedra geofyziky**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 535, 221 911 216, fax 221 912 555, 221 911 214, e-mail: geo@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Ctirad Matyska, DrSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Ondřej Čadek, CSc.
Tajemník katedry:	RNDr. František Gallovič, Ph.D.
Sekretář katedry:	Mgr. Jiří Kuča
Profesoři:	prof. RNDr. Zdeněk Martinec, DrSc. prof. RNDr. Jiří Zahradník, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Ondřej Čadek, CSc. doc. RNDr. Hana Čížková, Ph.D. doc. RNDr. Ctirad Matyska, DrSc. doc. RNDr. Oldřich Novotný, CSc.
Vědečtí pracovníci:	RNDr. Marie Běhounková, Ph.D. RNDr. Václav Bucha, CSc. Mgr. Petr Bulant, Dr. prof. RNDr. Vlastislav Červený, DrSc. RNDr. František Gallovič, Ph.D. RNDr. Jaromír Janský, CSc. RNDr. Luděk Klimeš, DrSc. RNDr. Ivo Opršal, Ph.D. RNDr. Johana Prokop Brokešová, CSc. RNDr. Jakub Velímský, Ph.D.
Ostatní pracovníci:	Eva Drahotová RNDr. Ladislav Hanyk, Ph.D. Mgr. Jiří Kuča RNDr. Vladimír Plicka, Ph.D.
Externí pracovníci:	RNDr. Ivan Pšenčík, CSc. RNDr. Václav Vavryčuk, DrSc.

**113. Katedra chemické fyziky a optiky**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 248, fax 221 911 249,  
e-mail: kchf@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.
Zástupce vedoucího katedry:	prof. RNDr. Jan Hála, DrSc.
Tajemník katedry:	RNDr. Vojtěch Kapsa, CSc.
Sekretářka katedry:	Mgr. Olga Pospíšilová
Profesoři:	prof. RNDr. Jan Hála, DrSc. prof. RNDr. Petr Malý, DrSc. prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.
Emeritní profesor:	prof. RNDr. Karel Vacek, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Ing. Jaroslav Burda, DrSc. doc. RNDr. Juraj Dian, CSc. doc. RNDr. Petr Němec, Ph.D. doc. RNDr. Jakub Pšenčík, Ph.D. doc. RNDr. František Trojánek, Ph.D. doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D. doc. Mgr. Jaroslav Zamastil, Ph.D.
Odborní asistenti:	RNDr. Petr Kovář, Ph.D. RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D. RNDr. Miroslav Pospíšil, Ph.D. RNDr. Milan Šimánek, Ph.D.
Lektor:	RNDr. Oldřich Bílek
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Jan Alster RNDr. Roman Dědic, Ph.D. Mgr. Jakub Dostál Mgr. Petr Gabriel, Ph.D. RNDr. Petra Horodyská RNDr. Vojtěch Kapsa, CSc. doc. Ing. Petr Sladký, CSc. doc. Ing. Pavel Soldán, Dr. RNDr. Antonín Svoboda, CSc. RNDr. Eva Uhlířová
Ostatní pracovníci:	Miroslav Dušek Jiří Mihovič Mgr. Olga Pospíšilová Milena Šmiedová
Externí pracovníci:	Lucie Augustovičová Ing. Roman Beneš, CSc. prof. Ing. Jiří Čtyroký, DrSc. doc. RNDr. Pavel Jungwirth, DSc. RNDr. Petr Kužel, Dr. doc. RNDr. Miroslav Miler, DrSc. Ing. Michaela Nekardová RNDr. Daniel Nižňanský, Dr. prof. RNDr. Ivan Pelant, CSc.



Lucie Strmisková

#### **Oddělení kvantové optiky a optoelektroniky**

*prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.*; prof. Ing. Jiří Čtyroký, DrSc.; Miroslav Dušek; RNDr. Petra Horodyská; RNDr. Petr Kužel, Dr.; doc. RNDr. Miroslav Miler, DrSc.; doc. RNDr. Petr Němec, Ph.D.; RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D.; prof. RNDr. Ivan Pelant, CSc.; doc. RNDr. František Trojánek, Ph.D.

#### **Oddělení optické spektroskopie**

*prof. RNDr. Jan Hála, DrSc.*; Mgr. Jan Alster; RNDr. Roman Dědic, Ph.D.; doc. RNDr. Juraj Dian, CSc.; doc. RNDr. Jakub Pšenčík, Ph.D.; RNDr. Antonín Svoboda, CSc.; doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D.

#### **Oddělení optotermální spektroskopie**

*doc. Ing. Petr Sladký, CSc.*; Mgr. Petr Gabriel, Ph.D.

#### **Oddělení kvantové a nelineární fyziky**

*prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.*; doc. RNDr. Ing. Jaroslav Burda, DrSc.; doc. RNDr. Pavel Jungwirth, DSc.; RNDr. Vojtěch Kapsa, CSc.; RNDr. Petr Kovář, Ph.D.; RNDr. Miroslav Pospíšil, Ph.D.; doc. Ing. Pavel Soldán, Dr.; RNDr. Milan Šimánek, Ph.D.; doc. Mgr. Jaroslav Zamastil, Ph.D.

#### **Centrum nanotechnologií a materiálů pro nanoelektroniku**

*doc. RNDr. Jan Valenta, Ph.D.*; RNDr. Petra Horodyská; prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.; doc. RNDr. Petr Němec, Ph.D.; RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D.; doc. RNDr. Jakub Pšenčík, Ph.D.; RNDr. Antonín Svoboda, CSc.; doc. RNDr. František Trojánek, Ph.D.

### **114. Ústav částicové a jaderné fyziky**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 437, fax 221 912 434,  
e-mail: ucjf@mff.cuni.cz

Ředitel ústavu:

doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.

Zástupce ředitele ústavu:

prof. RNDr. Jiří Hořejší, DrSc.

Tajemník ústavu:

Mgr. Milan Krtička, Ph.D.

Sekretářka ústavu:

Marie Navrátilová

Profesoři:

prof. Ing. Jiří Formánek, DrSc.

prof. RNDr. Jiří Hořejší, DrSc.

prof. RNDr. Jan Kvasil, DrSc.

prof. Ing. Ivan Wilhelm, CSc.

prof. Ing. Josef Žáček, DrSc.

Docenti:

doc. RNDr. Pavel Cejnar, Dr.

doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.

doc. RNDr. Rupert Leitner, DrSc.

Odborní asistenti:

Mgr. Milan Krtička, Ph.D.

Ing. Vít Vorobel, Ph.D.

Vědečtí pracovníci:

Mgr. Karel Černý, Ph.D.

RNDr. Tomáš Davídek, Ph.D.  
doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.  
Mgr. Zbyněk Drásal  
Alfredo Iorio, Ph.D.  
RNDr. Karol Kampf, Ph.D.  
Mgr. Miroslav Kladiva  
Mgr. František Knapp, Ph.D.  
RNDr. Peter Kodyš, CSc.  
Mgr. Marián Kolesár, Ph.D.  
RNDr. Peter Kvasnička  
Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.  
Mgr. Michal Macek  
Mgr. Dalibor Nedbal, Ph.D.  
RNDr. Dalibor Nosek, Dr.  
RNDr. Jiří Novotný, CSc.  
Mgr. Richard Polifka  
prof. RNDr. Ladislav Rob, DrSc.  
Mgr. Pavel Řezníček  
RNDr. Karel Soustružník, Ph.D.  
Mgr. Martin Spousta, Ph.D.  
Mgr. Pavel Stránský, Ph.D.  
Mgr. Tomáš Sýkora, Ph.D.  
Mgr. David Šálek  
RNDr. Petr Tas  
RNDr. Alice Valkárová, DrSc.  
Mgr. Petr Veselý, Ph.D.  
Mgr. Martin Zdráhal  
RNDr. Jan Brož  
Jaroslav Černý  
Ing. Stanislav Krejčík  
Ing. Petr Kubík  
Marie Navrátilová  
Jiří Palacký  
Jan Švejda  
Štefan Valkár, CSc.  
Jana Čerovská  
Tomáš Chábera  
Mgr. Pavel Karhan  
Mgr. Karel Kolář  
Mgr. Tomáš Kosek  
Jiří Kroll  
Pavel Krumphanzl  
Mgr. Jana Nováková  
Mgr. Viktor Pěč  
doc. Ing. Zdeněk Pluhař, CSc.  
Bc. Daniel Scheirich  
Jan Scheirich

Ostatní pracovníci:

Externí pracovníci:

prof. RNDr. Michal Suk, DrSc.  
Mgr. Jaroslav Trnka  
Ing. Jan Vrzal, CSc.  
Mgr. Aivaras Žukauskas

#### **Oddělení teorie**

*prof. RNDr. Jan Kvasil, DrSc.*; doc. RNDr. Pavel Cejnar, Dr.; doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.; prof. RNDr. Jiří Hořejší, DrSc.; RNDr. Jiří Novotný, CSc.; Mgr. Tomáš Sýkora, Ph.D.

#### **Oddělení experimentální fyziky elementárních částic**

*prof. Ing. Josef Žáček, DrSc.*; RNDr. Tomáš Davídek, Ph.D.; doc. RNDr. Rupert Leitner, DrSc.; RNDr. Petr Tas; Štefan Valkár, CSc.; RNDr. Alice Valkárová, DrSc.

#### **Oddělení experimentální a aplikované jaderné fyziky**

*prof. Ing. Ivan Wilhelm, CSc.*; RNDr. Jan Brož; doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.; RNDr. Peter Kodyš, CSc.; Ing. Petr Kubík; Ing. Vít Vorobel, Ph.D.

#### **Centrum částicové fyziky**

telefon: 221 912 452, e-mail: Jiri.Horejsi@mff.cuni.cz

*prof. RNDr. Jiří Hořejší, DrSc.*; Mgr. Karel Černý, Ph.D.; RNDr. Tomáš Davídek, Ph.D.; doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.; doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.; RNDr. Karol Kampf, Ph.D.; Mgr. Miroslav Kladiava; RNDr. Peter Kodyš, CSc.; Mgr. Marián Kolesár, Ph.D.; Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.; doc. RNDr. Rupert Leitner, DrSc.; Mgr. Dalibor Nedbal, Ph.D.; RNDr. Dalibor Nosek, Dr.; RNDr. Jiří Novotný, CSc.; Mgr. Pavel Řezníček; RNDr. Karel Soustružník, Ph.D.; Mgr. Tomáš Sýkora, Ph.D.; RNDr. Petr Tas; Štefan Valkár, CSc.; RNDr. Alice Valkárová, DrSc.; *prof. Ing. Josef Žáček, DrSc.*

## **115. Katedra meteorologie a ochrany prostředí**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 547, fax 221 912 533,  
e-mail: kmop@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Josef Brechler, CSc.
Zástupce vedoucího:	prof. RNDr. Jan Bednář, CSc.
Tajemník katedry:	RNDr. Aleš Raidl, Ph.D.
Sekretářka katedry:	Jana Karnoltová
Profesor:	prof. RNDr. Jan Bednář, CSc.
Docenti:	doc. RNDr. Josef Brechler, CSc. doc. RNDr. Tomáš Halenka, CSc. doc. RNDr. Jaroslava Kalvová, CSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Jiří Mikšovský, Ph.D. RNDr. Petr Pišoft, Ph.D. Mgr. Michal Žák, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Michal Belda Ing. Luděk Beneš, Ph.D. Mgr. Vladimír Fuka
Ostatní pracovníci:	Mgr. Peter Huszár Jana Karnoltová RNDr. Aleš Raidl, Ph.D.

**116. Ústav teoretické fyziky**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 493, fax 221 912 496,  
e-mail: mfktf@mbox.troja.mff.cuni.cz

Ředitel ústavu:	prof. RNDr. Jiří Horáček, DrSc.
Zástupce ředitele ústavu:	doc. RNDr. Oldřich Semerák, Dr.
Tajemník ústavu:	doc. RNDr. Oldřich Semerák, Dr.
Sekretářka ústavu:	Eva Kotalíková
Profesoři:	prof. RNDr. Jiří Bičák, DrSc., dr. h. c. prof. RNDr. Jiří Horáček, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Pavel Krtouš, Ph.D. doc. RNDr. Jiří Langer, CSc. doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc. doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc. doc. RNDr. Oldřich Semerák, Dr.
Odborní asistenti:	doc. RNDr. Martin Čížek, Ph.D. Mgr. David Heyrovský, Ph.D. RNDr. Karel Houfek, Ph.D. RNDr. Přemysl Kolorenč, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Jiří Eliášek Mgr. Norman Gürlebeck Mgr. Hedvika Kadlecová Mgr. David Kofroň Mgr. Tomáš Ledvinka, Ph.D. Mgr. Ivan Pshenichnyuk Mgr. Martin Scholtz RNDr. Otakar Svítek, Ph.D. RNDr. Martin Žofka, Ph.D.
Ostatní pracovníci:	Eva Kotalíková
Externí pracovníci:	Mgr. Pavel Čížek prof. RNDr. Pavel Exner, DrSc. prof. RNDr. Jan Fischer, DrSc. doc. RNDr. Petr Hadrava, DrSc. Mgr. Jakub Hruška prof. RNDr. Václav Janiš, DrSc. prof. RNDr. Roman Kotecký, DrSc. RNDr. Miroslav Kotrla, CSc. doc. Ing. Ladislav Krlín, DrSc. RNDr. Karel Netočný, Ph.D. prof. RNDr. Jiří Niederle, DrSc. Mgr. Milan Předota, Ph.D. RNDr. František Slanina, CSc. Mgr. Robert Švarc

## Informatická sekce

### 201. Kabinet software a výuky informatiky

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 217, fax 221 914 281,  
e-mail: ksvi@mff.cuni.cz

Vedoucí kabinetu:	doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.
Zástupce vedoucího kabinetu:	RNDr. Rudolf Kryl
Tajemník kabinetu:	RNDr. Tomáš Holan, Ph.D.
Sekretářka kabinetu:	Blanka Herrmann
Profesor:	prof. Ing. Jan Flusser, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc. Dr. Alexander Wilkie prof. Ing. Jiří Žára, CSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Cyril Brom, Ph.D. RNDr. Martin Pergel, Ph.D.
Lektoři:	RNDr. Tomáš Dvořák, CSc. RNDr. Rudolf Kryl RNDr. František Mráz, CSc. RNDr. Josef Pelikán
Vědecký pracovník:	Ing. Jaroslav Křivánek, Ph.D.
Ostatní pracovníci:	Ondřej Bílka Mgr. Csaba Garai Blanka Herrmann RNDr. Tomáš Holan, Ph.D. Bc. Klára Pešková Mgr. Tomáš Plch Mgr. Miloš Šmíd Bc. Lukáš Turek
Externí pracovníci:	prof. Ing. Václav Hlaváč, CSc. prof. RNDr. Ivana Kolingerová, CSc. RNDr. Zdeněk Töpfer, CSc.

#### Centrum pro podporu zrakově postižených - laboratoř Carolina

*RNDr. Rudolf Kryl*; Mgr. Csaba Garai; Bc. Klára Pešková; Mgr. Tomáš Plch; Mgr. Miloš Šmíd;  
Bc. Lukáš Turek

### 202. Katedra aplikované matematiky

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 230, fax 257 531 014,  
e-mail: mfkam@kam.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.
Tajemník katedry:	RNDr. Jan Palata, CSc.
Sekretářka katedry:	Nana Giorgadze
Profesoři:	prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.

Docenti:	<p>prof. RNDr. Luděk Kučera, DrSc.          prof. RNDr. Martin Loebel, CSc.          prof. RNDr. Jiří Matoušek, DrSc.          prof. RNDr. Jaroslav Nešetřil, DrSc.          prof. RNDr. Aleš Pultr, DrSc.          prof. RNDr. Karel Zimmermann, DrSc.          doc. RNDr. Jiří Fiala, Ph.D.          doc. RNDr. Libuše Grygarová, DrSc.          doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.          doc. RNDr. Jiří Sgall, DrSc.          doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.</p>
Odborní asistenti:	<p>Mgr. Milan Hladík, Ph.D.          doc. Mgr. Petr Kolman, Ph.D.          Mgr. Martin Mareš, Ph.D.          RNDr. Ondřej Pangrác, Ph.D.          Mgr. Robert Šámal, Ph.D.</p>
Lektoři:	<p>RNDr. Naděžda Krylová, CSc.          RNDr. Jan Palata, CSc.</p>
Vědečtí pracovníci:	<p>Mgr. Vojtěch Bednář          Mgr. Tomáš Bílý          Mgr. Josef Cibulka          Mgr. Tomáš Gavenčiak          doc. RNDr. Zdeněk Hedrlín, CSc.          Mgr. Eva Jelínková          Mgr. Michal Karásek          Mgr. Bernard Lidický          RNDr. Pavel Pudlák, DrSc.          Mgr. Milan Straka          RNDr. Ondřej Suchý          Mgr. Hossein Teimoori Faal          Mgr. Marek Tesař</p>
Ostatní pracovníci:	<p>Petr Baudiš          Nana Giorgadze          Jan Volec</p>
Externí pracovníci:	<p>Mgr. Petr Hliněný, Ph.D.          RNDr. Tomáš Kaiser, Dr.          Pavel Klavík          RNDr. David Kronus, Ph.D.          RNDr. Petr Pančoška, CSc.          RNDr. Petra Smolíková, Ph.D.          Mgr. Rudolf Stolař          doc. RNDr. Daniel Turzík, CSc.          Mgr. Jaroslav Vacek          Mgr. Stanislav Živný</p>

### **Oddělení kombinatoriky**

*prof. RNDr. Luděk Kučera, DrSc.*; doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.; prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.; prof. RNDr. Martin Loebel, CSc.; prof. RNDr. Jiří Matoušek, DrSc.; doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.

### **Oddělení operačního výzkumu**

*prof. RNDr. Martin Loebel, CSc.*; RNDr. Jan Palata, CSc.

### **Oddělení optimalizačního modelování a mimofakultní výuky**

*RNDr. Naděžda Krylová, CSc.*

### **Centrum diskrétní matematiky, teoretické informatiky a aplikací (DIMATIA)**

*prof. RNDr. Jaroslav Nešetřil, DrSc.*; doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.; prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.; prof. RNDr. Luděk Kučera, DrSc.; prof. RNDr. Martin Loebel, CSc.; Mgr. Martin Mareš, Ph.D.; prof. RNDr. Jiří Matoušek, DrSc.; doc. RNDr. Daniel Turzík, CSc.; doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.

### **Institut teoretické informatiky**

telefon 221 914 229, e-mail: Jaroslav.Nesetril@mff.cuni.cz

*prof. RNDr. Jaroslav Nešetřil, DrSc.*; doc. RNDr. Jiří Fiala, Ph.D.; doc. RNDr. Martin Klazar, Dr.; doc. Mgr. Petr Kolman, Ph.D.; prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.; prof. RNDr. Martin Loebel, CSc.; Mgr. Martin Mareš, Ph.D.; prof. RNDr. Jiří Matoušek, DrSc.; Mgr. Robert Šámal, Ph.D.; doc. RNDr. Pavel Valtr, Dr.

## **203. Katedra distribuovaných a spolehlivých systémů**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 245, fax 221 914 323

Vedoucí katedry:

doc. Ing. Petr Tůma, Dr.

Zástupce vedoucího katedry:

prof. Ing. František Plášil, DrSc.

Tajemník katedry:

RNDr. Jan Kofroň, Ph.D.

Sekretářka katedry:

Petra Novotná

Profesor:

prof. Ing. František Plášil, DrSc.

Docent:

doc. Ing. Petr Tůma, Dr.

Odborní asistenti:

Ing. Lubomír Bulej, Ph.D.

RNDr. Tomáš Bureš, Ph.D.

RNDr. Petr Hnětynka, Ph.D.

RNDr. Tomáš Kalibera, Ph.D.

RNDr. Jan Kofroň, Ph.D.

RNDr. Pavel Parížek, Ph.D.

RNDr. Alena Koubková, CSc.

Lektor:

Mgr. Vlastimil Babka

Vědečtí pracovníci:

Mgr. Martin Děcký

Mgr. Peter Libič

Mgr. Michal Malohlava

Mgr. Lukáš Marek

Ostatní pracovníci:  
Externí pracovníci:

RNDr. Tomáš Poch  
Mgr. Tomáš Pop  
RNDr. Ondřej Šerý  
Mgr. Viliam Šimko  
Mgr. Pavel Ježek  
RNDr. Leo Galamboš, Ph.D.  
Petra Novotná

## 204. Katedra softwarového inženýrství

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 264, fax 221 914 323,  
e-mail: ksi@ksi.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:

prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.

Zástupce vedoucího katedry:

doc. Ing. Karel Richta, CSc.

Tajemník katedry:

RNDr. Filip Zavoral, Ph.D.

Sekretářka katedry:

Eva Mládková

Profesoři:

prof. RNDr. Jaroslav Král, DrSc.

prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.

prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.

Docenti:

doc. Ing. Karel Richta, CSc.

doc. RNDr. Tomáš Skopal, Ph.D.

Odborní asistenti:

RNDr. Michal Kopecký, Ph.D.

RNDr. Irena Mlýnková, Ph.D.

Mgr. Martin Nečaský, Ph.D.

RNDr. Jakub Yaghob, Ph.D.

RNDr. Michal Žemlička, Ph.D.

Lektoři:

RNDr. David Bednárek, Ph.D.

RNDr. David Obdržálek

RNDr. Filip Zavoral, Ph.D.

Vědecký pracovník:

Mgr. Alan Eckhardt

Ostatní pracovníci:

Jana Dejmková

Eva Mládková

RNDr. Ing. Jiří Peterka

Externí pracovníci:

Mgr. Antonín Beneš, Dr.

RNDr. Martin Dlouhý, Ph.D.

Michael Grafnetter

doc. Ing. Jan Janeček, CSc.

RNDr. Tomáš Rubač

Ing. Tomáš Smolík

prof. RNDr. Zbyněk Sokolovský

RNDr. Jaroslav Zamastil, MBA

### DISG - Výzkumná skupina dokumentografických informačních systémů

*prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.*; RNDr. Michal Kopecký, Ph.D.; RNDr. Irena Mlýnková, Ph.D.; Mgr. Martin Nečaský, Ph.D.; doc. Ing. Karel Richta, CSc.; doc. RNDr. Tomáš Skopal, Ph.D.; prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.; RNDr. Michal Žemlička, Ph.D.



**SemWeX - Web Semantization Research Group**

*prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.*; RNDr. David Bednárek, Ph.D.; Mgr. Alan Eckhardt; Mgr. Martin Nečaský, Ph.D.; RNDr. David Obdržálek; RNDr. Jakub Yaghob, Ph.D.; RNDr. Filip Zavoral, Ph.D.

**205. Katedra teoretické informatiky a matematické logiky**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 242, fax 221 914 323,  
e-mail: ktiml@ktiml.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Roman Barták, Ph.D.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Ondřej Čepek, Ph.D.
Tajemník katedry:	RNDr. Jan Hric
Sekretářka katedry:	Petra Novotná
Profesoři:	prof. RNDr. Petr Štěpánek, DrSc. prof. RNDr. Milan Vlach, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Roman Barták, Ph.D. doc. RNDr. Ondřej Čepek, Ph.D. doc. RNDr. Václav Koubek, DrSc. doc. RNDr. Antonín Kučera, CSc. doc. RNDr. Josef Mlček, CSc. doc. RNDr. Iveta Mrázová, CSc. prof. RNDr. Petr Simon, DrSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Petr Gregor, Ph.D. RNDr. Petr Kučera, Ph.D. RNDr. Pavel Surynek, Ph.D. Mgr. Marta Vomlelová, Ph.D.
Lektoři:	RNDr. Jan Hric Mgr. Vladan Majerech, Dr.
Vědecký pracovník:	Martin Plátek, CSc.
Ostatní pracovníci:	Petra Novotná
Externí pracovníci:	RNDr. Petr Božovský, CSc. Mgr. Kamila Bumbová Mgr. Jan Dědek Mgr. Tomáš Dzetkulič Mgr. Alan Eckhardt prof. RNDr. Petr Hájek, DrSc. RNDr. Ing. Martin Holeňa, CSc. Rudolf Kadlec Mgr. Michal Koucký, Ph.D. doc. RNDr. Mirko Křivánek, CSc. Mgr. Roman Neruda, CSc. Mgr. Zuzana Reitermanová Mgr. Pavel Rytíř

**206. Středisko infromatické sítě a laboratoří**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 209, fax 257 533 961,  
e-mail: sisal@mff.cuni.cz

Vedoucí střediska:	RNDr. Libor Forst
Zástupce vedoucího střediska:	Ing. František Šebek
Tajemnice střediska:	Mgr. Lenka Forstová
Sekretářka:	Mgr. Radmila Hacklová
Vědecký pracovník:	doc. Ing. Václav Jirovský, CSc.
Ostatní pracovníci:	Mgr. Jiří Calda RNDr. Libor Forst Mgr. Lenka Forstová Mgr. Radmila Hacklová RNDr. Vojtěch Hanzal RNDr. Vojtěch Jákl Jakub Jelínek Petr Kos Dan Lukeš RNDr. Ondřej Matouš Mgr. Roman Pavlík Mgr. Pavel Semerád Ing. František Šebek Mgr. Josef Šimůnek Jana Farská
Externí pracovník:	

**207. Ústav formální a aplikované lingvistiky**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 278, fax 221 914 309,  
e-mail: hajic@ufal.mff.cuni.cz

Ředitel ústavu:	prof. RNDr. Jan Hajič, Dr.
Zástupce ředitele ústavu:	RNDr. Markéta Lopatková, Ph.D.
Tajemník ústavu:	RNDr. Vladislav Kuboň, Ph.D.
Vedoucí sekretariátu:	Libuše Brdičková
Sekretářka centra:	Anna Kotěšovcová
Sekretářka ústavu:	Marie Křížková
Profesoři:	prof. RNDr. Jan Hajič, Dr. prof. PhDr. Eva Hajičová, DrSc. prof. PhDr. Jarmila Panevová, DrSc.
Odborní asistenti:	RNDr. Ondřej Bojar, Ph.D. RNDr. Vladislav Kuboň, Ph.D. RNDr. Markéta Lopatková, Ph.D. Ing. Zdeněk Žabokrtský, Ph.D.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Eduard Bejček Mgr. Silvie Cínková Mgr. Milan Fučík Mgr. Eva Fučíková

RNDr. Jiří Hana, Ph.D.  
Dr. Patrick Hanks  
RNDr. Martin Holub, Ph.D.  
Mgr. Petr Homola  
prof. PhDr. Frederick Jelinek, dr. h. c.  
Mgr. Pavlína Jínová  
Mgr. Václava Kettnerová  
Mgr. David Klusáček  
Mgr. Nataliya Klyueva  
Mgr. Veronika Kolářová  
Mgr. David Mareček  
Mgr. Marie Mikulová  
RNDr. Jiří Mírovský, Ph.D.  
Mgr. Lucie Mladová  
Mgr. Jakub Mlynář  
Mgr. Anna Nedoluzhko  
Mgr. Giang Linh Nguy  
Mgr. Pavel Pecina, Ph.D.  
Mgr. Nino Peterek, Ph.D.  
Mgr. Martin Popel  
Mgr. Jan Ptáček  
Mgr. Jan Raab  
Mgr. Pavel Schlesinger  
RNDr. Miroslav Spousta  
RNDr. Drahomíra Spoustová, Ph.D.  
Mgr. Jana Straková  
Mgr. Pavel Straňák  
Mgr. Magda Ševčíková  
Mgr. Jana Šindlerová  
Mgr. Jan Štěpánek, Ph.D.  
PhDr. Zdeňka Urešová  
Mgr. Kateřina Veselá  
Mgr. Barbora Vidová - Hladká, Ph.D.  
RNDr. Daniel Zeman, Ph.D.  
PhDr. Šárka Zikánová, Ph.D.

Ostatní pracovníci:

Libuše Brdičková  
RNDr. Jaroslava Hlaváčová, Ph.D.  
Anna Kotěšovcová  
Marie Křížková  
Radek Ocelák  
Jiří Pergler  
Bc. Jan Popelka  
Blanka Cajthamlová  
Mgr. Kristýna Čermáková  
Anoop Deaoras  
Helena Filipová  
Mgr. Jiří Hanika

Externí pracovníci:

Mgr. Jiří Havelka  
Lenka Hrejsemnová  
Ludmila Kaplanová  
Michal Kebrt  
Ivana Klímová  
Matěj Korvas  
Ema Krejčová  
Michala Lvová  
Jan Mašek  
Marie-Anne Moreaux  
RNDr. Petr Němec  
Michal Novák  
Martina Otradovcová  
Carolina Parada, MSc  
Veronika Pavlíková  
prof. Patrice Pognan  
Magdaléna Rysová  
Petra Schnaubertová  
PhDr. Karolína Skwarska, Ph.D.  
RNDr. Otakar Smrž, Ph.D.  
Juraj Šimlovič  
Eva Šťastná  
Eva Štěpánková  
Hana Štěpánková  
Kristýna Tomšů  
Kateřina Veselovská  
Jana Zdeňková

#### **Centrum komputační lingvistiky**

telefon: 221 914 257, e-mail: Jan.Hajic@mff.cuni.cz

*prof. RNDr. Jan Hajič, Dr.;* RNDr. Ondřej Bojar, Ph.D.; Mgr. Václava Kettnerová; Mgr. Marie Mikulová; Mgr. Magda Ševčíková

#### **402. Institut teoretické informatiky**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 324, fax 257 531 014,  
e-mail: poli@kam.mff.cuni.cz

Vědečtí pracovníci:

Mgr. Martin Bálek  
Mgr. Zdeněk Dvořák  
Mgr. Jiří Fink  
Mgr. Jan Foniok, Ph.D.  
Ing. David Hartman, Ph.D.  
Mgr. Jan Hubička  
RNDr. Jan Kára  
doc. RNDr. Daniel Král, Ph.D.  
Bc. Marek Krčál

Ostatní pracovníci:  
Externí pracovník:

Mgr. Jan Kynčl  
Mgr. Diana Piguetová, Ph.D.  
Bc. Marek Sterzik  
Mgr. Martin Tancer  
Mgr. Tomáš Valla  
Mgr. Tomáš Vyskočil  
Hana Polišínská  
Ing. Roman Čada, Ph.D.

## Matematická sekce

### 301. Katedra algebry

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 221 913 242, fax 222 323 386,  
e-mail: ka@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry: prof. RNDr. Aleš Drápal, CSc., DSc.  
Zástupce vedoucího katedry: RNDr. David Stanovský, Ph.D.  
Tajemník katedry: Mgr. Jan Žemlička, Ph.D.  
Sekretářka katedry: Eva Ramešová  
Profesoři: prof. RNDr. Ladislav Bican, DrSc.  
prof. RNDr. Aleš Drápal, CSc., DSc.  
prof. RNDr. Jaroslav Ježek, DrSc.  
prof. RNDr. Tomáš Kepka, DrSc.  
prof. RNDr. Jan Krajíček, DrSc.  
prof. RNDr. Jan Trlifaj, CSc., DSc.  
Docent: doc. RNDr. Jiří Tůma, DrSc.  
Odborní asistenti: Mgr. Libor Barto, Ph.D.  
Mgr. Štěpán Holub, Ph.D.  
Mgr. Pavel Příhoda, Ph.D.  
Mgr. Pavel Růžička, Ph.D.  
RNDr. David Stanovský, Ph.D.  
Mgr. Jan Žemlička, Ph.D.  
Lektor: Pierre Gillibert, Ph.D.  
Vědečtí pracovníci: Mgr. Sebastian Müller  
Michal Stronkowski, Ph.D.  
Mgr. Jan Šťovíček, Ph.D.  
Ostatní pracovníci: Eva Ramešová  
Externí pracovníci: Mgr. Václav Flaška  
RNDr. Marian Kechlibar, Ph.D.  
David Pospíšil  
prof. RNDr. Ladislav Procházka, DrSc.  
Mgr. Jan Šaroch  
Mgr. Jan Zvánovec

**Centrum Eduarda Čecha pro algebru a geometrii**

telefon: 221 913 240, e-mail: Jiri.Tuma@mff.cuni.cz

*doc. RNDr. Jiří Tůma, DrSc.*; prof. RNDr. Aleš Drápal, CSc., DSc.; prof. RNDr. Jan Trlifaj, CSc., DSc.

### 302. Katedra didaktiky matematiky

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 221 913 226, fax 221 913 227,  
e-mail: kdm@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc.
Zástupce vedoucího katedry:	prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.
Tajemník katedry:	RNDr. Antonín Slavík, Ph.D.
Sekretářka katedry:	Mgr. Alena Blažková
Profesor:	prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc. doc. RNDr. Leo Boček, CSc. doc. RNDr. Oldřich Odvárko, DrSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Zdeněk Halas, DiS., Ph.D. RNDr. Jana Hromadová, Ph.D. RNDr. Pavla Pavlíková, Ph.D. RNDr. Eliška Pecinová, Ph.D. RNDr. Antonín Slavík, Ph.D. Mgr. Šárka Voráčová, Ph.D.
Lektor:	RNDr. Jarmila Robová, CSc.
Ostatní pracovníci:	Mgr. Alena Blažková
Externí pracovníci:	doc. RNDr. Martina Bečvářová, Ph.D. doc. RNDr. Emil Calda, CSc. prof. RNDr. Vlastimil Dlab, DrSc., F.R.S.C. Mgr. Petra Filipová RNDr. Dag Hrubý RNDr. Magdalena Hykšová, Ph.D. RNDr. Jan Kašpar, CSc. RNDr. Václav Kubát, CSc. Mgr. Karel Otruba PhDr. Alena Šarounová, CSc.

### 303. Katedra matematické analýzy

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 222 323 390, 221 913 246, fax 222 323 390,  
e-mail: kma@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Bohumír Opic, DrSc.
Tajemník katedry:	doc. RNDr. Pavel Pyrih, CSc.
Sekretářka katedry:	Helena Pištěková
Profesoři:	prof. RNDr. Miroslav Hušek, DrSc. prof. RNDr. Jaroslav Lukeš, DrSc. prof. RNDr. Jan Malý, DrSc. prof. RNDr. Luboš Pick, CSc., DSc. prof. RNDr. Luděk Zajíček, DrSc.

Docenti:	doc. RNDr. Petr Holický, CSc. doc. RNDr. Oldřich John, CSc. doc. RNDr. Ondřej Kalenda, Ph.D. doc. RNDr. Jaroslav Milota, CSc. doc. RNDr. Bohumír Opic, DrSc. doc. RNDr. Dalibor Pražák, Ph.D. doc. RNDr. Pavel Pyrih, CSc. doc. RNDr. Mirko Rokyta, CSc. doc. RNDr. Jiří Spurný, Ph.D. doc. RNDr. Jana Stará, CSc. doc. RNDr. Zdeněk Vlášek, CSc. doc. RNDr. Miloš Zahradník, CSc. doc. RNDr. Miroslav Zelený, Ph.D.
Odborní asistenti:	RNDr. Tomáš Bárta, Ph.D. RNDr. Robert Černý, Ph.D. Mgr. Eva Fašangová, Dr. doc. RNDr. Stanislav Hencl, Ph.D. RNDr. Michal Johanis, Ph.D. Mgr. Petr Kaplický, Ph.D. Mgr. Eva Murtinová, Ph.D. Helena Pištěková
Ostatní pracovníci:	
Externí pracovník:	RNDr. Jaroslav Drahoš, CSc.

#### **Oddělení diferenciálních rovnic a funkcionální analýzy**

*doc. RNDr. Oldřich John, CSc.*; RNDr. Tomáš Bárta, Ph.D.; Mgr. Eva Fašangová, Dr.; doc. RNDr. Stanislav Hencl, Ph.D.; Mgr. Petr Kaplický, Ph.D.; prof. RNDr. Jan Malý, DrSc.; doc. RNDr. Jaroslav Milota, CSc.; prof. RNDr. Luboš Pick, CSc., DSc.; doc. RNDr. Dalibor Pražák, Ph.D.; doc. RNDr. Jana Stará, CSc.; doc. RNDr. Zdeněk Vlášek, CSc.

#### **Oddělení teorie funkcí a teorie potenciálu**

*prof. RNDr. Luděk Zajíček, DrSc.*; doc. RNDr. Petr Holický, CSc.; prof. RNDr. Miroslav Hušek, DrSc.; RNDr. Michal Johanis, Ph.D.; doc. RNDr. Ondřej Kalenda, Ph.D.; prof. RNDr. Jaroslav Lukeš, DrSc.; Mgr. Eva Murtinová, Ph.D.; doc. RNDr. Pavel Pyrih, CSc.; doc. RNDr. Jiří Spurný, Ph.D.; doc. RNDr. Miroslav Zelený, Ph.D.

#### **Oddělení výuky matematiky pro fyziky**

*doc. RNDr. Mirko Rokyta, CSc.*; RNDr. Robert Černý, Ph.D.; RNDr. Jaroslav Drahoš, CSc.; doc. RNDr. Miloš Zahradník, CSc.

### **304. Katedra numerické matematiky**

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 221 913 364, fax 224 811 036,  
e-mail: knm@karlin.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Vít Dolejší, Ph.D., DSc.
Zástupce vedoucího katedry:	prof. RNDr. Miloslav Feistauer, DrSc., dr. h. c.

Tajemník katedry:	doc. Mgr. Petr Knobloch, Dr.
Sekretářka katedry:	Eva Plandorová
Profesoři:	prof. RNDr. Miloslav Feistauer, DrSc., dr. h. c. prof. RNDr. Jaroslav Haslinger, DrSc. prof. RNDr. Ivo Marek, DrSc. prof. Ing. Zdeněk Strakoš, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Vít Dolejší, Ph.D., DSc. doc. RNDr. Jiří Felcman, CSc. doc. RNDr. Vladimír Janovský, DrSc. doc. Mgr. Petr Knobloch, Dr. doc. RNDr. Josef Kofroň, CSc. doc. RNDr. Karel Najzar, CSc. doc. RNDr. Jan Zítko, CSc.
Odborný asistent:	RNDr. Iveta Hnětynková, Ph.D.
Vědecký pracovník:	RNDr. Václav Kučera, Ph.D.
Ostatní pracovníci:	Eva Plandorová
Externí pracovník:	RNDr. Miloslav Vlasák

### 305. Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 222 323 316, 221 913 287, fax 222 323 316,  
e-mail: kpms@mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:	prof. RNDr. Tomáš Cipra, DrSc.
Zástupce vedoucího katedry:	doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc.
Tajemnice katedry:	RNDr. Jitka Zichová, Dr.
Sekretářka katedry:	Hana Jandová
Profesoři:	prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc. prof. RNDr. Jaromír Antoch, CSc. prof. RNDr. Viktor Beneš, DrSc. prof. RNDr. Tomáš Cipra, DrSc. prof. RNDr. Jitka Dupačová, DrSc. prof. RNDr. Marie Hušková, DrSc. prof. RNDr. Jana Jurečková, DrSc. prof. Lev Klebanov, DrSc. prof. RNDr. Bohdan Maslowski, DrSc. prof. RNDr. Josef Štěpán, DrSc. prof. RNDr. Jana Zvárová, DrSc.
Emeritní profesor:	prof. RNDr. Václav Dupač, DrSc.
Docenti:	doc. RNDr. Daniel Hlubinka, Ph.D. doc. RNDr. Jan Hurt, CSc. doc. Mgr. Michal Kulich, Ph.D. doc. RNDr. Petr Lachout, CSc. doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc. doc. RNDr. Karel Zvára, CSc.
Odborní asistenti:	Mgr. Petr Dostál, Ph.D. Mgr. Zdeněk Hlávka, Ph.D.



	RNDr. Ing. Iva Justová, Ph.D.
	RNDr. Arnošt Komárek, Ph.D.
	RNDr. Ing. Miloš Kopa, Ph.D.
	RNDr. Lucie Mazurová, Ph.D.
	Ing. Marek Omelka, Ph.D.
	RNDr. Zbyněk Pawlas, Ph.D.
	RNDr. Michaela Prokešová, Ph.D.
Lektor:	RNDr. Jitka Zichová, Dr.
Vědečtí pracovníci:	Mgr. Tomáš Jurczyk prof. RNDr. Petr Mandl, DrSc. Mgr. Radim Navrátil
Ostatní pracovníci:	Blanka Anfilová Hana Jandová
Externí pracovníci:	Mgr. Martin Branda prof. Ing. František Fabian, CSc. Blažena Frcalová RNDr. Pavel Charamza, CSc. Mgr. Karel Janeček, Ph.D. doc. RNDr. Martin Janžura, CSc. František Matúš doc. RNDr. Jan Pícek, CSc. RNDr. Tereza Přecechtělová, Ph.D. doc. RNDr. Jan Rataj, CSc. RNDr. Jan Seidler, CSc. RNDr. Milan Studený, DrSc. Dr. Jan Swart JUDr. Věra Škopová prof. RNDr. Jan Ámos Víšek, CSc. RNDr. Jiří Witzany, Ph.D. prof. RNDr. Karel Zimmermann, DrSc.

#### **Oddělení matematické statistiky**

*prof. RNDr. Jaromír Antoch, CSc.*; prof. RNDr. Jiří Anděl, DrSc.; prof. Ing. František Fabian, CSc.; Mgr. Zdeněk Hlávka, Ph.D.; doc. RNDr. Daniel Hlubinka, Ph.D.; prof. RNDr. Marie Hušková, DrSc.; prof. RNDr. Jana Jurečková, DrSc.; RNDr. Arnošt Komárek, Ph.D.; doc. Mgr. Michal Kulich, Ph.D.; Ing. Marek Omelka, Ph.D.; doc. RNDr. Jan Pícek, CSc.; doc. RNDr. Karel Zvára, CSc.

#### **Oddělení ekonometrie**

*doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc.*; prof. RNDr. Tomáš Cipra, DrSc.; prof. RNDr. Jitka Dupačová, DrSc.; RNDr. Pavel Charamza, CSc.; Mgr. Karel Janeček, Ph.D.; RNDr. Ing. Miloš Kopa, Ph.D.; doc. RNDr. Petr Lachout, CSc.; prof. RNDr. Jan Ámos Víšek, CSc.; RNDr. Jiří Witzany, Ph.D.; prof. RNDr. Karel Zimmermann, DrSc.

### Oddělení finanční a pojistné matematiky

*doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.*; RNDr. Ing. Iva Justová, Ph.D.; prof. RNDr. Petr Mandl, DrSc.; RNDr. Lucie Mazurová, Ph.D.; RNDr. Tereza Přecechtělová, Ph.D.; JUDr. Věra Škopová; RNDr. Jitka Zichová, Dr.

### Oddělení teorie pravděpodobnosti a náhodných procesů

*prof. RNDr. Viktor Beneš, DrSc.*; Mgr. Petr Dostál, Ph.D.; doc. RNDr. Martin Janžura, CSc.; prof. Lev Klebanov, DrSc.; prof. RNDr. Bohdan Maslowski, DrSc.; František Matuš; RNDr. Zbyněk Pawlas, Ph.D.; RNDr. Michaela Prokešová, Ph.D.; doc. RNDr. Jan Rataj, CSc.; RNDr. Jan Seidler, CSc.; RNDr. Milan Studený, DrSc.; Dr. Jan Swart; prof. RNDr. Josef Štěpán, DrSc.

### Evropské centrum pro medicínskou informatiku, statistiku a epidemiologii (EuroMISE Centrum) UK a AV ČR, společné pracoviště MFF UK a ÚI AV ČR

182 07 Praha 8, Pod vodárenskou věží 2, telefon 266 053 640, telefon a fax 286 581 453, e-mail [zvarova@euromise.cz](mailto:zvarova@euromise.cz)

*prof. RNDr. Jana Zvárová, DrSc.*

### Centrum Jaroslava Hájka pro teoretickou a aplikovanou statistiku

186 75 Praha 8, Sokolovská 83, telefon 221 913 287, e-mail [Jana.Jureckova@mff.cuni.cz](mailto:Jana.Jureckova@mff.cuni.cz)

*prof. RNDr. Jana Jurečková, DrSc.*; prof. RNDr. Jaromír Antoch, CSc.; prof. RNDr. Marie Hušková, DrSc.; Mgr. Tomáš Jurczyk; Mgr. Radim Navrátil

## 306. Matematický ústav UK

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 222 323 394, fax 222 323 394, e-mail: [mu@karlin.mff.cuni.cz](mailto:mu@karlin.mff.cuni.cz)

Ředitel ústavu:

Zástupce ředitele ústavu:

Tajemník ústavu:

Sekretářka ústavu:

Profesoři:

prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.

doc. Mgr. Milan Pokorný, Ph.D.

RNDr. Roman Lávička, Ph.D.

Jana Šťastná

prof. RNDr. Oldřich Kowalski, DrSc.

prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.

prof. Ing. František Maršík, DrSc.

prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.

prof. Ing. Tomáš Roubíček, DrSc.

prof. RNDr. Vladimír Souček, DrSc.

prof. RNDr. Věra Trnková, DrSc.

Docenti:

doc. Mgr. Milan Pokorný, Ph.D.

doc. RNDr. Jan Rataj, CSc.

doc. RNDr. Jiří Veselý, CSc.

Odborní asistenti:

Mgr. Peter Franek, Ph.D.

Mgr. Lukáš Krump, Ph.D.

RNDr. Svatopluk Krýsl, Ph.D.

RNDr. Roman Lávička, Ph.D.

RNDr. Petr Somberg, Ph.D.

Vědecktí pracovníci:

RNDr. Zbyněk Šír, Ph.D.  
Mgr. Dalibor Šmíd, Ph.D.  
RNDr. Miroslav Bulíček, Ph.D.  
Mgr. Oto Havle  
Jaroslav Havrda  
Martin Heida  
Adrian Hirn  
RNDr. Ing. Jaroslav Hron, Ph.D.  
Mgr. Luděk Kleprlík  
prof. RNDr. Jan Kratochvíl, DrSc.  
Mgr. Josef Křišťan  
Mgr. Tomáš Ligurský  
Mgr. Václav Mácha  
RNDr. Martin Markl, DrSc.  
Mgr. Libor Pavlíček  
Mgr. Jan Pech  
Mgr. Vít Průša, Ph.D.  
Mgr. Petra Pustějovská  
Dr. Agnieszka Swierczewska - Gwiazda  
Mgr. Jakub Tichý

Ostatní pracovníci:

Dr. Giuseppe Tomassetti  
Mgr. Karel Tůma  
RNDr. Michal Bejček, Ph.D.  
RNDr. Martin Mádlík  
Mgr. Anna Najmanová  
RNDr. Ing. Jaroslav Richter  
Jana Šťastná  
RNDr. Oldřich Ulrych

Externí pracovníci:

Mgr. Michal Voců  
doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc.  
Mgr. Sakineh Habibi  
prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.  
Mgr. Marek Kobera  
Mgr. Ondřej Kreml  
Mgr. Miroslav Pošta  
doc. RNDr. Mirko Rokyta, CSc.  
Jaroslava Švecová

**Oddělení geometrie**

*prof. RNDr. Vladimír Souček, DrSc.*; Mgr. Peter Franek, Ph.D.; prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.;  
Mgr. Lukáš Krump, Ph.D.; RNDr. Svatopluk Krýsl, Ph.D.; doc. RNDr. Jan Rataj, CSc.; RNDr.  
Petr Somberg, Ph.D.; Mgr. Dalibor Šmíd, Ph.D.

**Oddělení historie matematiky**

doc. RNDr. Jindřich Bečvář, CSc.; prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.

### **Oddělení klasické a moderní analýzy**

*prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.*; RNDr. Roman Lávička, Ph.D.

### **Oddělení matematického modelování**

*prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.*; RNDr. Miroslav Bulíček, Ph.D.; RNDr. Ing. Jaroslav Hron, Ph.D.; doc. Mgr. Milan Pokorný, Ph.D.; prof. Ing. Tomáš Roubíček, DrSc.

### **Počítačová laboratoř**

*RNDr. Oldřich Ulrych*; RNDr. Michal Bejček, Ph.D.; RNDr. Ing. Jaroslav Richter; Mgr. Michal Voců

### **Redakce časopisu CMUC**

*prof. RNDr. Ivan Netuka, DrSc.*; doc. RNDr. Jan Rataj, CSc.

### **Centrum Jindřicha Nečase pro matematické modelování**

*prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.*; RNDr. Miroslav Bulíček, Ph.D.; RNDr. Ing. Jaroslav Hron, Ph.D.; doc. Mgr. Milan Pokorný, Ph.D.; prof. Ing. Tomáš Roubíček, DrSc.

## **Jiná pracoviště**

### **511. Knihovna fakulty**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 256, 221 911 253, fax 221 911 446,  
e-mail: knihovna@knihovna.mff.cuni.cz

Vedoucí knihovny:

1. zástupce vedoucí:

2. zástupce vedoucí:

Ostatní pracovníci:

RNDr. Drahomíra Hrušková

Radana Cibulková

Mgr. Jiří Kuča

Radana Cibulková

Květoslava Dobiášová

PhDr. Petra Hoffmannová

RNDr. Drahomíra Hrušková

Markéta Jiříčková

Marcela Kahounová

Ilona Klementová

Mgr. Jiří Kuča

Mgr. Milena Kučová

Lenka Měchurová, DiS.

Hana Rašková

Kateřina Řepková

Renata Surynková

Mgr. Eva Uzlová

David Volenec

Mgr. Kateřina Vrtálková

Externí pracovník:

prof. RNDr. Karel Vacek, DrSc.

### **Oddělení fyzikální**

Ke Karlovu 3, 12116, Praha 2

RNDr. Drahomíra Hrušková; Mgr. Jiří Kuča; Renata Surynková; Mgr. Eva Uzlová; David Volenec;  
Mgr. Kateřina Vrtálková

### **Oddělení informatické**

Malostranské nám. 25, 11800, Praha 1

Květoslava Dobiášová; PhDr. Petra Hoffmannová; Mgr. Milena Kučová

### **Oddělení matematické**

Sokolovská 83, 18675, Praha 8

Radana Cibulková; Ilona Klementová; Lenka Měchurová, DiS.; Kateřina Řepková

### **Knihovna dějin přírodních věd**

V Holešovičkách 2, 18000, Praha 8

Renata Surynková

### **Půjčovna skript a učebnic**

V Holešovičkách 2, 18000, Praha 8

Markéta Jiříčková; Marcela Kahounová; Hana Rašková

### **Centrum vizuální historie Malach**

Malostranské nám. 25, 11800, Praha 1

## **512. Kabinet jazykové přípravy**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 654, 221 912 656, 221 912 657,  
221 912 658, fax 221 912 657, e-mail: mfkjp@mbox.troja.mff.cuni.cz

Vedoucí kabinetu:

PhDr. Alexandra Křepinská, CSc.

Zástupce vedoucí kabinetu:

PhDr. Miluša Bubeníková, Ph.D.

Sekretářka kabinetu:

Jitka Hankeová

Lektoři:

PhDr. Miluša Bubeníková, Ph.D.

Denise Wynone Daine, BA

Mgr. Eva Emmerová

Jonathan Edward Hodgson, BA

Mgr. Zuzana Hořká

PhDr. Marie Houšková

Jay Michael Kashdan, BA

PhDr. Alexandra Křepinská, CSc.

Amy B Livingston, MA

Mgr. Martin Mikuláš

Mgr. Eva Napoleao Dos Reis

PhDr. Jean - Jacques Radosa

PhDr. Milena Režná

Ostatní pracovníci:  
Externí pracovníci:

Stephen Charles Ridgill, BSc  
PhDr. Lenka Vachalovská, CSc.  
Mgr. Zuzana Zelená  
Kim Zollitsch, BA  
Jitka Hankeová  
Marie Holzknechtová  
Ing. Miloš Pfeffer, CSc.

### **513. Katedra tělesné výchovy**

Bruslařská 10, 102 00 Praha 10, telefon 274 877 521, fax 274 877 521,  
e-mail: ktv@ms.mff.cuni.cz

Vedoucí katedry:  
Zástupce vedoucího katedry:  
Tajemník katedry:  
Docent:  
Lektoři:

PaedDr. Stanislav Stehno  
PhDr. Antonín Klazar  
Mgr. Tomáš Jaroš  
doc. PhDr. Eva Blahušová, CSc.  
Mgr. Tomáš Jaroš  
Mgr. Petra Kolkusová - Diblíková  
Mgr. Martin Kozák  
PaedDr. Jan Maršík  
Mgr. Dagmar Nadějová  
Mgr. Marek Paulík  
PaedDr. Stanislav Stehno  
Mgr. Jiří Teplý  
Mgr. Zuzana Vaníčková  
PaedDr. Šárka Domalípová  
Vladimír Fidler  
PhDr. Antonín Klazar  
Jan Tvrz  
Mgr. Josef Brož  
Martin Süß

Ostatní pracovníci:

Externí pracovníci:

## **Účelová zařízení**

### **612. Reprografické středisko fakulty**

Sokolovská 83, 186 75 Praha 8, telefon 221 913 141, e-mail: repro@karlin.mff.cuni.cz

Vedoucí střediska:  
Zástupce vedoucího střediska:  
Ostatní pracovníci:

Helena Kutková  
Lucie Šimůnková  
Kateřina Králová  
Filip Kreuziger  
Dominik Sychra  
Jan Houšťek

Externí pracovník:

## **613. Konferenční a společenské centrum "Profesní dům"**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 314, fax 257 530 437,  
e-mail: andrea.krskova@mff.cuni.cz

Vedoucí pracoviště: Andrea Kršková  
Externí pracovník: Marie Ferencová

## **Děkanát**

### **721. Sekretariát**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 289, fax 221 911 292,  
e-mail: sekr@dekanat.mff.cuni.cz

Tajemník: Ing. Antonín Líska  
Sekretářka tajemníka: Jana Ježilová  
Vedoucí sekretariátu a sekretářka  
děkana: Terezie Pávková  
Sekretářka proděkana pro rozvoj: Mgr. Mariya Chichina, Ph.D.  
Ostatní pracovníci: Pavel Šíbl

#### ***Podatelna***

Ing. Jaroslav Dvořák  
Dagmar Kukalová  
Jana Mráčková

### **722. Hospodářské oddělení**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 414, fax 221 911 422,  
e-mail: hosp@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: Ing. Dana Lanková  
Externí pracovník: Hana Špačková

#### ***Úsek finanční***

Hana Podolská  
Petra Trojánková

#### ***Pokladna***

Lenka Fabiánová

#### ***Úsek správy majetku***

Vedoucí: Marcela Tomášková

### **Věcná účtárna**

Vedoucí: Hana Vajnerová  
Ivana Dítětová  
Zlatuše Kašparová  
Jiřina Schránilová  
Jitka Svobodová  
Miloslava Venzarová

### **723. Oddělení pro vědu a zahraniční styky**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 222, fax 221 911 277,  
e-mail: ovzs@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: PhDr. Milena Stiborová, CSc.  
Ostatní pracovníci: Jana Formánková

### **724. Studijní oddělení**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 254, fax 221 911 426,  
e-mail: stud@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: JUDr. Dana Macharová

#### ***Bakalářské a magisterské studium***

Přijímací řízení: Ladislava Špitová  
Bc. 1. r.; Bc. od 2. r. - uč. obory;  
rigorózní řízení: PhDr. Věra Michálková  
Bc. od 2. r. a Mgr.: Fyzika - odb.  
obory; stipendia: Helena Kisvetrová  
Bc. od 2. r. a Mgr.: Matematika -  
odb. obory: Marcela Všečovská  
Bc. od 2. r.: Informatika - odb.  
obory; celoživot. vzděl.: JUDr. Ludmila Nápravníková  
Mgr. Informatika, USŠ a UZŠ; Mgr.  
F, M - uč. obory: Daniela Pysková

#### ***Doktorské studium a zahraniční studenti***

Ing. Jana Jágrová  
Mgr. Dagmar Zádřapová

### **725. Oddělení pro vnější vztahy a propagaci**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 235, fax 221 911 292,  
e-mail: ovvp@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: PhDr. Alena Havlíčková  
Ostatní pracovníci: Mgr. Pavol Habuda  
RNDr. Karolína Houžvičková Šolcová  
Jana Ježilová



Externí pracovník: RNDr. Jan Kašpar, CSc.  
Mgr. Martin Krsek  
Marcela Žďánská

## **726. Personální oddělení**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 298, 221 911 287, fax 221 911 406,  
e-mail: pers@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: Mgr. Tomáš Jančák  
Ostatní pracovníci: Jana Eiseltová

## **727. Mzdová účtárna**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 240, fax 221 911 406,  
e-mail: mzd@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: Marcela Nožičková  
Ostatní pracovníci: Emília Kališová  
Božena Müllerová

## **728. Správa počítačové sítě Karlov a centrálního informačního uzlu**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 373, fax 221 911 292,  
e-mail: netadm@karlov.mff.cuni.cz

Vedoucí oddělení: Mgr. Petr Vlášek  
Zástupce vedoucího oddělení: RNDr. Pavel Zakouřil, Ph.D.  
Ostatní pracovníci: Mgr. Tomáš Drbohlav  
PaedDr. Jan Kuchař  
Ing. Václav Mrázek

## **731. Správa budov**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 116, fax 283 072 140,  
e-mail: sb@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí správy budov: Ing. Jindřich Porubský  
Zástupce vedoucího správy budov: Miroslav Doležal  
Sekretářka: Hana Mošnová  
Investiční technik: Štěpán Holman

### ***Budovy Karlov***

Správce budovy: Ing. Miloš Novák  
Vlasta Šestáková

### ***Budova Karlín***

Správce budovy: Marta Olšinová

**Budova Malá Strana**

Správce budovy: Ing. Miloš Novák  
Karel Sobota

**Areál Troja**

Správce budovy: Miroslav Doležal  
Ludmila Bedrníková

**732. Referát energetika**

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, telefon 221 912 130, fax 221 911 292,  
e-mail: energi@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí referátu: Pavel Thér

**733. Referát požárního a bezpečnostního technika**

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1, telefon 221 914 201, fax 221 914 337,  
e-mail: pbt@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí referátu: Leoš Hájek

**734. Referát interního auditu a právních služeb**

Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, telefon 221 911 203, e-mail: ria@dekanat.mff.cuni.cz

Vedoucí referátu: Ing. Milena Zemková



# Vysokoškolské studium na MFF

## Obecné zásady bakalářských a navazujících magisterských studijních programů

Na MFF je možno studovat jednak v bakalářském studijním programu, jednak v navazujícím magisterském studijním programu. Tyto programy se dále dělí na obory a v rámci jednoho oboru může být několik studijních plánů. Jednotlivými úseky studia jsou ročníky.

Bakalářský studijní program má standardní dobu studia 3 roky a maximální dobu studia 6 let. Studium je ukončeno státní závěrečnou zkouškou a její úspěšné složení vede k získání titulu bakalář (Bc.).

Navazující magisterský studijní program má standardní dobu studia 2 roky a maximální dobu studia 5 let. Studium je ukončeno státní závěrečnou zkouškou a její úspěšné složení vede k získání titulu magistr (Mgr.).

Během studia si posluchač volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům svého studijního plánu, získal počet kreditů požadovaných při kontrole studia na konci každého studijního roku a zároveň splnil podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

Průběžnou kontrolou studia se rozumí kontrola celkového studentem získaného počtu kreditů za dosavadní průběh studia. Získal-li student v dosavadních úsecích studia alespoň takový počet kreditů, který odpovídá součtu kreditů při studijním plánem doporučeném průběhu studia v těchto úsecích studia (odpovídající „normální počet kreditů“ je 60 kreditů ročně), nebo získá-li alespoň minimální počet kreditů, má právo na zápis do dalšího úseku studia. V opačném případě se posuzuje tato skutečnost jako nesplnění požadavků vyplývajících ze studijního programu.

### Minimální počty kreditů

1. Minimální počty kreditů nutné pro zápis do dalšího úseku studia v bakalářských studijních programech jsou:

- a) 45 kreditů pro zápis do druhého úseku studia,
- b) 90 kreditů pro zápis do třetího úseku studia,
- c) 135 kreditů pro zápis do čtvrtého úseku studia,
- d) 180 kreditů pro zápis do pátého úseku studia,
- e) 225 kreditů pro zápis do šestého úseku studia.

2. Minimální počty kreditů nutné pro zápis do dalšího úseku studia v navazujících magisterských studijních programech jsou:

- a) 45 kreditů pro zápis do druhého úseku studia,

- b) 90 kreditů pro zápis do třetího úseku studia,
- c) 135 kreditů pro zápis do čtvrtého úseku studia,
- d) 180 kreditů pro zápis do pátého úseku studia.

## Státní zkouška

Předpokladem pro konání části státní zkoušky je absolvování povinných předmětů, které pro konání této části státní zkoušky stanoví studijní plán. Předpokladem pro konání poslední části státní zkoušky je též získání minimálního počtu kreditů z povinně volitelných předmětů stanoveného studijním plánem a získání počtu kreditů odpovídajícímu šedesátinásobku standardní doby studia studijního programu vyjádřené v letech.

## Výuka jazyků

Výuka cizích jazyků probíhá v bakalářském studiu. Složení zkoušky z angličtiny je povinné.

## Tělesná výchova

Student v bakalářském studijním programu musí získat 4 kredity z tělesné výchovy, z toho alespoň 3 za absolvování pravidelné semestrální výuky. Čtvrtý kredit lze získat formou absolvování dalšího semestru, nebo účasti na letním nebo zimním výcvikovém kurzu.

Kromě těchto aktivit nabízí KTV zájmovou tělesnou výchovu, která je určena pro studenty se splněnými studijními povinnostmi z TV, buď ve formě pravidelné semestrální výuky nebo letních a zimních výcvikových kurzů.

## Podrobnější informace o studiu

Na MFF UK se snažíme dodržovat zásadu, že student studuje podle studijních plánů platných v době jeho nástupu na fakultu. Z mnoha důvodů, jako jsou např. ukončení platnosti akreditací, změny v zákonech, změny univerzitních a fakultních předpisů a konečně i změny samotných vyučovaných oborů či vznik oborů nových, však důsledné dodržení této zásady není možné. Proto všem studentům doporučujeme, aby si každý rok ověřili, zda nedošlo ve studijních plánech na další rok ke změnám a případným změnám se přizpůsobili.

Podrobnější informace jsou uvedeny v Pravidlech pro organizaci studia na MFF a ve Studijním a zkušebním řádu Univerzity Karlovy v Praze.

# Přehled studijních programů, studijních oborů a studijních plánů na MFF

## Bakalářské studium

### Studijní program matematika

- Obecná matematika
- Finanční matematika
- Matematické metody informační bezpečnosti
- Matematika zaměřená na vzdělávání

### Studijní program fyzika

- Obecná fyzika
- Aplikovaná fyzika
- Fyzika zaměřená na vzdělávání

### Studijní program informatika

- Obecná informatika
- Programování
- Správa počítačových systémů
- Informatika s matematikou

## Navazující magisterské studium

### Studijní program matematika

- Finanční a pojistná matematika
- Matematická analýza
- Matematické metody informační bezpečnosti
- Matematické modelování ve fyzice a technice
- Matematické struktury
- Numerická a výpočtová matematika
- Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie
  - Ekonometrie
  - Matematická statistika
  - Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy
- Učitelství matematiky pro SŠ v kombinaci s odbornou matematikou
- Učitelství matematiky-deskriptivní geometrie pro SŠ
- Učitelství matematiky-fyziky pro SŠ
- Učitelství matematiky-informatiky pro SŠ

### Studijní program fyzika

- Astronomie a astrofyzika
- Geofyzika
- Meteorologie a klimatologie
- Teoretická fyzika
- Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů
- Optika a optoelektronika
- Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí
- Biofyzika a chemická fyzika
- Jaderná a subjaderná fyzika
- Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice
- Učitelství fyziky pro SŠ v kombinaci s odbornou fyzikou
- Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ

### Studijní program informatika

- Teoretická informatika
- Softwarové systémy
- Matematická lingvistika
- Diskrétní modely a algoritmy
- Učitelství informatiky pro SŠ v kombinaci s odbornou informatikou
- Učitelství informatiky - matematiky pro SŠ

### Studijní program učitelství pro základní školy

- Učitelství fyziky-matematiky pro 2. st. ZŠ

## Garanti studijních programů

Bakalářské, magisterské a navazující  
magisterské studium matematiky:

Doc. RNDr. Oldřich John, CSc.

Bakalářské, magisterské a navazující  
magisterské studium fyziky:

Doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.

Bakalářské, magisterské a navazující  
magisterské studium informatiky:

Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

Navazující magisterské studium  
učitelství pro ZŠ:

Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Magisterské studium učitelství  
pro SŠ a učitelství pro ZŠ:

Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.





# Studijní plány studijního programu MATEMATIKA

## A. Bakalářské studium

### 1. Všeobecné zásady, charakteristika a cíle studia

#### 1.1. Všeobecné zásady, charakteristika a cíle studia

Studijní obory bakalářského studia studijního programu Matematika:

Obecná matematika	3.1
Finanční matematika	3.2
Matematické metody informační bezpečnosti	3.3
Matematika zaměřená na vzdělávání	3.4

Obory 3.1 - 3.3 tvoří odborné studium bakalářského programu Matematika. Obor Obecná matematika je připraven pro studenty se zájmem o širší teoretický základ a je průpravou pro některý z oborů navazujícího magisterského studia. Pokud studenti sledovali ve třetím roce doporučený průběh bakalářského studia, absolvují navazující magisterské studium standardně za dva roky. Student, který po ukončení studia oboru Obecná matematika půjde do praxe, bude mít velmi dobrou teoretickou přípravu, ale musí počítat s tím, že si konkrétní znalosti bude muset doplnit.

Obory Finanční matematika a Matematické metody informační bezpečnosti jsou nabízeny studentům, kteří po ukončení studia odcházejí do praxe. Prakticky orientovaný základ je doplněn ve druhém a třetím roce studia speciálními profilujícími předměty. Pokud absolventi těchto oborů budou chtít pokračovat v navazujícím magisterském studiu, budou si muset doplnit širší teoretický základ a není vyloučeno, že si budou muset studium prodloužit.

Obor Matematika zaměřená na vzdělávání je nabízen studentům, kteří po absolvování bakalářského studia chtějí pokračovat v navazujícím magisterském studiu učitelství matematiky v kombinaci s druhým předmětem (informatika, fyzika, deskriptivní geometrie).

Průběh studia není studijními plány pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty v souladu se systémem prerekvizit tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a získal potřebný počet kreditů požadovaných při kontrole studia na konci každého studijního roku. Je však vhodné dodržovat doporučený průběh studia, protože je sestaven s ohledem na návaznosti mezi jednotlivými předměty i na podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

Celkem je požadováno získání minimálně 180 kreditů za celé tříleté studium, z toho nejvýše 162 kreditů posluchač obdrží za povinné a povinně volitelné předměty (včetně 4 kreditů za povinnou výuku tělesné výchovy, 1 kreditu za zkoušku z anglického jazyka a 6 kreditů za vypracování bakalářské práce) a nejméně 18 kreditů si doplní absolvováním volitelných předmětů. Ty si může vybrat - v souladu se systémem prerekvizit - zcela libovolně. Pokud chce posluchač dále studovat v některém navazujícím magisterském oboru, je rozumné si volit předměty podle doporučení pro daný obor. Ty jsou umístěny ve studijním plánu bakalářského oboru obecná matematika. Dále se doporučuje 3 z těchto kreditů, určených pro volitelné přednášky, získat za absolvování výuky anglického jazyka v prvních třech semestrech studia.

Student si volí složení výuky z povinných předmětů oboru, povinně volitelných předmětů oboru a volitelných předmětů tak, aby průběžně splňoval kreditní limity pro zápis do dalšího roku studia a aby splnil podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

V kapitole 3 jsou uvedeny doporučené průběhy studia jednotlivých oborů, které obsahují povinné předměty a některé povinně volitelné předměty. Povinné předměty jsou uvedeny tučně, povinně volitelné obyčejným písmem a volitelné předměty kurzívou. V této kapitole jsou rovněž specifikovány podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

Předměty, které nejsou vypisovány každý rok, jsou označeny hvězdičkou. V „Seznamu předmětů“ je uvedeno, zda je předmět v daném školním roce vypsán.

## 1.2. Projekt

Od druhého roku studia může student požádat o zadání projektu. Jeho ohodnocení (max. 9 kreditů) stanoví děkan na základě doporučení zadávajícího učitele a garanta studijního programu Matematika.

## 2. Ukončení studia

Bakalářské studium je ukončeno státní závěrečnou zkouškou.

Na odborném studiu má státní závěrečná zkouška dvě části: obhajobu bakalářské práce a ústní zkoušku. Na oboru Matematika zaměřená na vzdělávání má státní závěrečná zkouška tři části: obhajobu bakalářské práce a ústní zkoušku z každého aprobačního předmětu.

Každá část státní závěrečné zkoušky je hodnocena známkou (z těchto známek se pak skládá celková známka státní závěrečné zkoušky), při neúspěchu opakuje student nejvýše dvakrát ty části státní závěrečné zkoušky, ve kterých neuspěl.

Požadavky ke státní závěrečné zkoušce jsou uvedeny v kapitole 3 u studijních plánů jednotlivých oborů.

Bakalářská práce je zadávána zpravidla v období od ukončení 4. semestru studia do začátku 6. semestru studia. V souvislosti s ní zapisuje student předmět:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z

Student jej zapisuje obvykle v posledním semestru studia. Zápočet z něj uděluje vedoucí bakalářské práce. Na bakalářskou práci vypracuje posudek její vedoucí a jeden oponent. Obhajoba se koná zpravidla v den konání ústních částí státní závěrečné zkoušky.

Specifické podmínky pro přihlášení a stručné požadavky ke státní závěrečné zkoušce jsou uvedeny u jednotlivých studijních oborů (kap. 3). Podrobnější informace poskytnou garantující pracoviště nebo studijní oddělení. Termíny pro podání přihlášky ke státní závěrečné zkoušce určuje harmonogram školního roku.

### 3. Studijní plány jednotlivých oborů

#### 3.1. Obecná matematika

**Garantující pracoviště:** Matematická sekce

**Odovědný učitel:** Doc. RNDr. Jana Stará, CSc. (KMA)

#### Doporučený průběh studia

##### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA001	Matematická analýza 1a	8	4/2 Z+Zk	—
NALG001	Lineární algebra a geometrie I	8	4/2 Z+Zk	—
NPRM044	Programování I	5	2/2 Z	—
NDMA005	Diskrétní matematika	4	2/2 Z+Zk	—
NMAA079	Proseminář z kalkulu 1a	2	0/2 Z	—
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NJAZ070	Anglický jazyk <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NMAA002	Matematická analýza 1b	8	—	4/2 Z+Zk
NALG002	Lineární algebra a geometrie II	8	—	4/2 Z+Zk
NPRM045	Programování II <sup>2</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAA080	Proseminář z kalkulu 1b	2	—	0/2 Z
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
NJAZ072	Anglický jazyk <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
	Volitelné předměty <sup>3</sup>	6		

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Zkoušku z předmětu NPRM045 lze skládat ještě před získáním zápočtu. Studentům, kteří zamýšlejí absolvovat pokročilejší přednášky z programování v rámci volitelné výuky, se doporučuje zapsat místo předmětů NPRM044 a NPRM045 (pro matematiky) předměty NPRG030 a NPRG031 (pro informatiky), případně navázat na předměty NPRM044 a NPRM045 ve 2. ročníku předmětem NPRG031. Předmět NPRG030 je do značné míry obsahově (nikoliv formálně) ekvivalentní dvojici přednášek NPRM044 a NPRM045.

<sup>3</sup> Student může volit jakékoliv předměty vyučované na Univerzitě Karlově. Seznam vhodných volitelných předmětů pro obor Obecná matematika je uveden na konci tohoto studijního plánu. Za tabulkou doporučeného průběhu ve 3. roce studia je uveden doporučený výběr volitelných a povinných volitelných předmětů podle oboru navazujícího magisterského studia, o něž má student zájem.

Předměty prvního ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [M 1].

##### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA003	Matematická analýza 2a	9	4/2 Z+Zk	—

NALG026	<b>Algebra I</b>	6	2/2	Z+Zk	—
NMAA069	<b>Teorie míry a integrálu I</b>	3	2/0	Zk	—
NNUM105	<b>Základy numerické matematiky</b>	9	4/2	Z+Zk	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2	Z	—
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2	Z	—
NMAA004	<b>Matematická analýza 2b</b>	6	—		2/2 Z+Zk
NALG027	<b>Algebra II</b>	3	—		2/0 Zk
NMAA070	<b>Teorie míry a integrálu II</b>	6	—		2/2 Z+Zk
NSTP022	<b>Pravděpodobnost a matematická statistika</b>	9	—		4/2 Z+Zk
NGEM012	<b>Diferenciální geometrie křivek a ploch</b>	5	—		2/2 Z+Zk
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>2</sup>	1	—		0/2 Z
NJAZ076	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—		0/2 Zk

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

Ve 2. roce studia se koná pro zájemce Proseminář z kalkulu 2a (NMAA013), Proseminář z kalkulu 2b (NMAA014), Proseminář z míry (NMAA011) a Proseminář z algebry (NALG032). Za tyto prosemináře posluchač získává kredity v obvyklém rozsahu.

Předměty druhého ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [M 2].

### 3. rok studia

Doporučený výběr povinně volitelných a volitelných předmětů závisí na oboru navazujícího magisterského studia, o který má student zájem. Tabulka těchto předmětů je uvedena na konci tohoto studijního plánu. V letním semestru studenti zapisují předměty podle doporučení vedoucího závěrečné bakalářské práce (projektu).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS	
NMAA021	<b>Úvod do komplexní analýzy</b>	6	2/2	Z+Zk	—
NRFA006	<b>Úvod do funkcionální analýzy</b>	6	2/2	Z+Zk	—
NRFA075	<b>Vybrané partie z funkcionální analýzy</b> <sup>1</sup>	6	—		2/2 Z+Zk
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—		0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	30			
	<i>Volitelné předměty</i>	12			

<sup>1</sup> Posluchač povinně zapisuje jeden z předmětů NRFA006 nebo NRFA075. Tyto předměty jsou neslučitelné. Přednášku NRFA006 si zapíší posluchači, kteří chtějí pokračovat v navazujícím magisterském studiu v oborech Matematická analýza, Matematické modelování ve fyzice a technice, Numerická a výpočtová matematika. Přednáška NRFA075 je určena studentům, zaměřeným na pravděpodobnost, statistiku, ekonometrii, finanční a pojistnou matematiku, matematické metody informační bezpečnosti a matematické struktury.

**Doporučení pro navazující magisterské studium oboru *Finanční a pojistná matematika***

Důrazně doporučujeme, aby posluchači nejpozději do konce druhého ročníku absolvovali přednášku Úvod do financí NFAP009.

3. rok studia: Náhodné procesy I (NSTP238), Cvičení z náhodných procesů 1 (NSTP198), Náhodné procesy II (NSTP239), Cvičení z náhodných procesů 2 (NSTP199), Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Statistika (NSTP097), Finanční management (NFAP008), Matematické metody ve financích (NFAP022).

**Doporučení pro navazující magisterské studium oboru *Matematická analýza***

Doporučujeme, aby posluchači ve druhém roce studia absolvovali přednášku Obyčejné diferenciální rovnice I (NDIR020). 3. rok studia: Funkcionální analýza I (NRFA050), Teorie funkcí komplexní proměnné I (NMAA016), Obyčejné diferenciální rovnice II (NDIR021), Parciální diferenciální rovnice I (NDIR044), Parciální diferenciální rovnice II (NDIR045), Obecná topologie I (NMAT039).

**Doporučení pro navazující magisterské studium oboru *Matematické metody informační bezpečnosti***

Doporučujeme, aby posluchači nejpozději ve druhém roce studia absolvovali přednášku Konečná tělesa (NALG090), Teorie grafů a algoritmy pro matematiky 1 (NDMA001). (Tento předmět je možno absolvovat i ve 3. ročníku. Alternativně je možno absolvovat i předmět NTIN060 Algoritmy a datové struktury I.) 3. rok studia: Samoopravné kódy (NMIB004), Složitost pro kryptografii (NMIB002), Počítačová algebra (NMIB003), Teorie čísel a RSA (NMIB001), Algebraická geometrie v kladné charakteristice (NMIB013), Komutativní okruhy (NALG100). (Poslední dva předměty jsou doporučené zejména studentům, kteří se chtějí v navazujícím studiu zaměřit na hlubší studium kryptografických systémů založených na algebraických křivkách. Ostatní studenti je mohou absolvovat až v rámci navazujícího magisterského studia.)

**Doporučení pro navazující magisterské studium oboru *Matematické modelování ve fyzice***

K dříve uvedenému doporučenému průběhu prvního a druhého ročníku je ještě vhodné si zapsat: Fyzika pro matematiky I (NFYM002), Fyzika pro matematiky II (NFYM003). (Místo těchto předmětů lze zapsat ve vyšších ročnících předměty Teoretická mechanika (NOFY003) a Elektromagnetické pole a speciální teorie relativity (NTMF034)). 2. rok studia: Obyčejné diferenciální rovnice I (NDIR020). 3. rok studia: Funkcionální analýza I (NRFA050), Obyčejné diferenciální rovnice II (NDIR021), Parciální diferenciální rovnice I (NDIR044), Parciální diferenciální rovnice II (NDIR045), Mechanika kontinua (NMOD012), Matematické modelování ve fyzice 1 (NMOD104), Matematické modelování ve fyzice 2 (NMOD204), Přibližné a numerické metody 1 (NNUM001).

**Doporučení pro navazující magisterské studium oboru *Matematické struktury***

3. rok studia: Úvod do analýzy na varietách (NGEM002), Úvod do teorie grup (NALG017), Úvod do teorie Lieových grup (NALG018), Obecná topologie I (NMAT039), Okruhy a moduly (NALG028), Komutativní algebra 1 (NALG015), Základy matematické logiky (NLTM006).

### ***Doporučení pro navazující magisterské studium oboru Numerická a výpočtová matematika***

3. rok studia: Přibližné a numerické metody 1 (NNUM001), Funkcionální analýza (NRFA017), Obyčejné diferenciální rovnice v reálném oboru (NDIR012), Parciální diferenciální rovnice I (NDIR044), Parciální diferenciální rovnice II (NDIR045), Metoda konečných prvků (NNUM015), Numerická lineární algebra (NNUM006).

### ***Doporučení pro navazující magisterské studium oboru Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie***

#### ***Studijní plán Ekonometrie***

3. rok studia: Matematická statistika 1 (NSTP201), Cvičení z matematické statistiky 1 (NSTP191), Matematická statistika 2 (NSTP202), Cvičení z matematické statistiky 2 (NSTP192), Optimalizace I (NEKN012), Optimalizace I - cvičení (NEKN035), Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP144), Matematická ekonomie (NEKN009).

#### ***Studijní plán Matematická statistika***

3. rok studia: Matematická statistika 1 (NSTP201), Cvičení z matematické statistiky 1 (NSTP191), Matematická statistika 2 (NSTP202), Cvičení z matematické statistiky 2 (NSTP192), Optimalizace I (NEKN012), Optimalizace I - cvičení (NEKN035), Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP144), Teorie pravděpodobnosti 2 (NSTP051). (Místo předmětu Optimalizace I (NEKN012, NEKN035) lze zapsat již ve 4. semestru Úvod do optimalizace (NMAN007)).

#### ***Studijní plán Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy***

3. rok studia: Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP144), Teorie pravděpodobnosti 2 (NSTP051), Cvičení z teorie pravděpodobnosti 2 (NSTP145), Náhodné procesy I (NSTP238), Cvičení z náhodných procesů 1 (NSTP198), Náhodné procesy II (NSTP239), Cvičení z náhodných procesů 2 (NSTP199), Matematická statistika 1 (NSTP201), Cvičení z matematické statistiky 1 (NSTP191), Matematická statistika 2 (NSTP202), Cvičení z matematické statistiky 2 (NSTP192).

#### ***Státní závěrečná zkouška***

#### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce oboru Obecná matematika***

- Získání alespoň 180 kreditů.
- Splnění všech povinných předmětů oboru Obecná matematika.
- Splnění povinně volitelných předmětů v rozsahu alespoň 30 kreditů.
- Odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

#### ***Ústní část státní závěrečné zkoušky***

Zkouška má přehledový charakter. Jsou kladeny širší otázky a žádá se, aby posluchač prokázal pochopení základních problémů, byl schopen je ilustrovat na konkrétních situacích a osvědčil určitou míru syntézy a hlubšího pochopení.

Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky se skládají ze dvou otázek z prvního dvoutletí a jedné otázky ze zvoleného studijního zaměření ve třetím ročníku.

### **Společné požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **Algebra a geometrie**

##### *1. Vektorové prostory*

Vektorové prostory, báze, dimenze. Steinitzova věta, dimenze spojení a průniku podprostorů.

##### *2. Matice a determinanty, lineární soustavy rovnic*

Homomorfismy a matice. Základy teorie matic, základní pojmy a vlastnosti. Vlastní čísla, vlastní vektory, Jordanův kanonický tvar. Soustavy lineárních rovnic, podmínky řešitelnosti. Determinanty.

##### *3. Lineární a bilineární formy*

Lineární formy, dualita vektorových prostorů. Bilineární formy. Polární báze. Kvadratické formy. Zákon setrvačnosti kvadratických forem.

##### *4. Prostory se skalárním součinem*

Skalární součin, ortogonalizační proces. Ortonormální báze, ortonormální polární báze a kvadratické formy.

##### *5. Grupy a reprezentace grup*

Grupa, podgrupa, normální podgrupa. Věty o homomorfismu a isomorfismu. Reprezentace grup, charaktery, konstrukce regulární reprezentace.

##### *6. Eukleidovská geometrie*

Eukleidovský prostor. Kartézská soustava souřadnic. Podprostory a jejich vzájemná poloha. Úhly a kolmost. Vzdálenost podprostorů. Shodnosti v rovině a v trojrozměrném prostoru.

#### **Matematická analýza**

##### *1. Posloupnosti a řady čísel a funkcí*

Limity posloupností a součty řad. Kritéria absolutní a neabsolutní konvergence číselných řad. Stejněměrná konvergence posloupností a řad funkcí. Mocninné řady.

##### *2. Diferenciální počet*

Spojitosť a derivace funkcí jedné reálné proměnné. Hlubší věty o spojitých funkcích. Věty o střední hodnotě a jejich důsledky. Vztahy monotonie a znaménka derivace. Konvexita. Taylorův polynom, Taylorovy řady. Weierstrassova věta o aproximaci spojitě funkce.

##### *3. Integrální počet*

Primitivní funkce, určitý integrál. Základní vlastnosti, vztah k primitivní funkci. Metody výpočtu. Základní kritéria existence. Vícerozměrný integrál. Fubiniova věta a věta o substituci.

##### *4. Funkce více proměnných*

Diferenciál a parciální derivace. Implicitní funkce. Volné a vázané extrémů funkcí více proměnných. Nutné a postačující podmínky pro volné extrémů, nutné podmínky pro vázané extrémů.

##### *5. Diferenciální rovnice*

Věta o existenci a jednoznačnosti řešení počáteční úlohy. Jednoduché rovnice prvního řádu a lineární rovnice vyššího řádu s konstantními koeficienty.



## 6. Fourierovy řady

Fourierovy řady po částech hladkých funkcí.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky podle zaměření**

Třetí předmět student volí podle zaměření své bakalářské práce (projektu). Pro úplnost jsou zde připojeny i požadavky na třetí předmět z různých oborů.

#### **Finanční matematika**

1. Pravděpodobnost, podmíněná pravděpodobnost, nezávislost náhodných jevů.
2. Náhodné veličiny a náhodné vektory, jejich rozdělení a základní charakteristiky. Základní typy diskrétních a spojitých rozdělení, nezávislost náhodných veličin, zákony velkých čísel, centrální limitní věta pro nezávislé stejně rozdělené náhodné veličiny.
3. Náhodný výběr, základy teorie odhadu a testování hypotéz, lineární regrese.
4. Úrok, časová hodnota peněz. Spojité úrokování. Hodnocení peněžních toků. Výnos, riziko, analýza portfolia.

#### **Matematická analýza**

1. Lebesgueův integrál, definice a základní vlastnosti.
2. Banachovy a Hilbertovy prostory, norma a skalární součin. Fourierovy řady v Hilbertově prostoru. Duální prostory.
3. Spojitá lineární zobrazení, základní vlastnosti.
4. Funkce komplexní proměnné, derivace v komplexním oboru.
5. Cauchyova věta a Cauchyův vzorec a jejich důsledky.

#### **Matematické metody informační bezpečnosti**

1. Polynomy a konečná tělesa: Obory integrity, ideály a dělitelnost. Okruhy polynomů, ireducibilní polynomy, dělitelnost, rozšířený Eukleidův algoritmus, primitivní polynomy. Konstrukce konečných těles. Rozklady polynomů. Berlekampův algoritmus. Zobecněná čínská věta o zbytcích.
2. Samoopravné kódy: Délka, velikost a váha kódu. Algebraická interpretace cyklických kódů. Hammingovy, Reed-Mullerovy a BCH kódy.
3. Teorie čísel: Cyklické grupy a jejich struktura. Eulerova funkce, primitivní prvky. Carmichaelova čísla. Testy prvočíselnosti. Kvadratická residua a zákon reciprocity. Kryptosystém RSA.

#### **Matematické modelování ve fyzice a v technice**

1. Kinematika - popis pohybu kontinua.
2. Formulace zákonů zachování.
3. Tensor napětí.
4. Konstitutivní vztahy.
5. Formulace okrajových úloh v lineární pružnosti a mechanice tekutin.

#### **Matematické struktury**

1. Riemannovy plochy, geodetické křivky a modely neeuklidovské geometrie.
2. Okruhy, obory integrity a moduly. Základní vlastnosti a souvislosti, dělitelnost.
3. Komutativní tělesa. Algebraické a transcendentní prvky, rozšíření těles, algebraický uzávěr.
4. Funkce komplexní proměnné, derivace v komplexním oboru.
5. Cauchyova věta, Cauchyův vzorec a jejich důsledky.
6. Teorie grup. Struktura abelovských grup. Působení grupy na množině.

## Numerická a výpočtová matematika

1. Interpolace funkcí.
2. Lagrangeův a Hermiteův interpolační polynom, základy interpolace pomocí spline - funkcí.
3. Numerická kvadratura.
4. Newton - Cotesovy vzorce, Gaussovy vzorce. Zbytky těchto vzorců.
5. Řešení soustav lineárních algebraických rovnic.
6. Základní přímé metody. Základní iterační metody, metoda Jacobiova, Gaussova - Seidlova, SOR.
7. Řešení nelineárních rovnic a jejich soustav.
8. Věta o pevném bodě a její aplikace. Základní iterační metody pro řešení nelineárních rovnic. Separace kořenů algebraické rovnice. Řešení soustav nelineárních rovnic, Newtonova metoda.
9. Numerické optimalizační metody.
10. Metoda největšího spádu, metoda sdružených gradientů.
11. Numerické řešení obyčejných diferenciálních rovnic.
12. Jednokrokové a více krokové metody řešení počátečních úloh pro obyčejné diferenciální rovnice.

## Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie

Požadavky studijních plánů Ekonometrie, Matematická statistika a Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy jsou společné.

1. Pravděpodobnost, podmíněná pravděpodobnost, nezávislost náhodných jevů.
2. Náhodné veličiny a náhodné vektory, jejich rozdělení a základní charakteristiky. Základní typy diskrétních a spojitých rozdělení, nezávislost náhodných veličin, zákony velkých čísel, centrální limitní věta pro nezávislé stejně rozdělené náhodné veličiny.
3. Náhodný výběr, základy teorie odhadu a testování hypotéz, lineární regrese.

## Seznam povinně volitelných předmětů oboru *Obecná matematika*

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEM002	Úvod do analýzy na varietách	6	2/2 Z+Zk	—
NALG017	Úvod do teorie grup	6	2/2 Z+Zk	—
NALG018	Úvod do teorie Lieových grup	6	—	2/2 Z+Zk
NMAT039	Obecná topologie I	6	2/2 Z+Zk	—
NALG028	Okruhy a moduly	6	2/2 Z+Zk	—
NALG015	Komutativní algebra 1	6	—	3/1 Z+Zk
NLTM006	Základy matematické logiky	3	—	2/0 Zk
NRFA050	Funkcionální analýza I	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA016	Teorie funkcí komplexní proměnné I	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR012	Obyčejné diferenciální rovnice v reálném oboru	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR020	Obyčejné diferenciální rovnice I	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR021	Obyčejné diferenciální rovnice II	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR044	Parciální diferenciální rovnice I	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR045	Parciální diferenciální rovnice II	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM015	Metoda konečných prvků	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM006	Numerická lineární algebra	6	—	2/2 Z+Zk

---

NMOD012	Mechanika kontinua	7	3/2 Z+Zk	—
NRFA017	Funkcionální analýza	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD104	Matematické modelování ve fyzice 1	3	2/0 Zk	—
NMOD204	Matematické modelování ve fyzice 2	3	—	2/0 Zk
NNUM001	Přibližné a numerické metody 1	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM002	Přibližné a numerické metody 2	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP201	Matematická statistika 1	6	4/0 Zk	—
NSTP191	Cvičení z matematické statistiky 1	3	0/2 Z	—
NSTP202	Matematická statistika 2	6	—	4/0 Zk
NSTP192	Cvičení z matematické statistiky 2	3	—	0/2 Z
NEKN012	Optimalizace I	6	4/0 Zk	—
NEKN035	Optimalizace I - cvičení	3	0/2 Z	—
NSTP050	Teorie pravděpodobnosti 1	6	4/0 Zk	—
NSTP144	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1	3	0/2 Z	—
NSTP051	Teorie pravděpodobnosti 2	3	—	2/0 Zk
NSTP145	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 2	3	—	0/2 Z
NEKN009	Matematická ekonomie	6	—	4/0 Zk
NMAN007	Úvod do optimalizace	5	—	2/2 Z+Zk
NSTP238	Náhodné procesy I	6	4/0 Zk	—
NSTP198	Cvičení z náhodných procesů I	3	0/2 Z	—
NSTP239	Náhodné procesy II	6	—	4/0 Zk
NSTP199	Cvičení z náhodných procesů II	3	—	0/2 Z
NSTP097	Statistika	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP008	Finanční management	3	—	2/0 Zk
NFAP022	Matematické metody ve financích	3	2/0 Zk	—
NSTP027	Ankety a výběry z konečných populací	3	—	2/0 Zk
NSTP166	Ankety a výběry z konečných populací — cvičení	3	—	0/2 Z
NFAP009	Úvod do financí	3	—	2/0 Zk
NFAP045	Neživotní pojištění 1	3	2/0 Z	—
NFAP046	Neživotní pojištění 2	3	—	2/0 Zk
NMIB004	Samoopravné kódy	6	4/0 Zk	—
NMIB002	Složitost pro kryptografii	6	4/0 Zk	—
NALG090	Konečná tělesa	3	—	2/0 Zk
NALG100	Komutativní okruhy	6	4/0 Zk	—
NMIB003	Počítačová algebra	8	—	4/2 Z+Zk
NMIB001	Teorie čísel a RSA	6	—	2/2 Z+Zk
NMIB013	Algebraická geometrie v kladné charakteristice	6	—	4/0 Zk
NDMA001	Teorie grafů a algoritmy pro matematiky 1	5	—	2/2 Z+Zk

---

**Seznam volitelných předmětů oboru Obecná matematika, vhodných pro 1. ročník**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFYM002	<i>Fyzika pro matematiky I</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NFYM003	<i>Fyzika pro matematiky II</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NZZZ061	<i>Ekonomie I (úvodní přednáška)</i>	6	2/2 Zk	—
NZZZ261	<i>Ekonomie II (úvodní přednáška)</i>	6	—	2/2 Zk
NSTP064	<i>Diskrétní pravděpodobnost</i>	3	2/0 Zk	—
NMAI020	<i>Základy teorie metrických prostorů</i>	3	—	2/0 Zk
NALG082	<i>Úvod do klasických a moderních metod šifrování</i>	3	—	2/0 Zk
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ071	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/2 Z
NJAZ073	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/4 Z

**Seznam volitelných předmětů oboru Obecná matematika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP064	<i>Diskrétní pravděpodobnost</i>	3	2/0 Zk	—
NMAI020	<i>Základy teorie metrických prostorů</i>	3	—	2/0 Zk
NALG082	<i>Úvod do klasických a moderních metod šifrování</i>	3	—	2/0 Zk
NSTP003	<i>Principy statistického uvažování</i>	3	2/0 Zk	—
NLTM030	<i>Úvod do teorie množin</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAA013	<i>Proseminář z kalkulu 2a</i>	3	0/2 Z	—
NMAA014	<i>Proseminář z kalkulu 2b</i>	3	—	0/2 Z
NMAA011	<i>Proseminář z míry</i>	3	0/2 Z	—
NALG032	<i>Proseminář z algebry</i>	3	—	0/2 Z
NALG108	<i>Úvod do matematické logiky</i>	3	2/0 Zk	—
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ075	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—

**3.2. Finanční matematika**

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Jan Hurt, CSc. (KPMS)

**Doporučený průběh studia v prvním, druhém a třetím ročníku**

Posluchač zapisuje předměty v tom roce studia, ve kterém jsou uvedeny. Nesplnil-li v tomto roce stanovené povinnosti z některého předmětu, zapisuje předmět znovu v následujícím školním roce. V takovém případě nelze zaručit ani návaznost výuky ani požadavky na rozvrh.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA071	<b>Kalkulus Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—

NALG001	<b>Lineární algebra a geometrie I</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NPRM044	<b>Programování I</b>	5	2/2 Z	—
NDMA005	<b>Diskrétní matematika</b>	4	2/2 Z+Zk	—
NMAA079	<b>Proseminář z kalkulu 1a</b>	2	0/2 Z	—
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NMAA072	<b>Kalkulus Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NALG086	<b>Praktická lineární algebra a geometrie</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NPRM045	<b>Programování II</b> <sup>2</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAA080	<b>Proseminář z kalkulu 1b</b>	2	—	0/2 Z
NFAP009	<b>Úvod do financí</b>	3	—	2/0 Zk
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
	<i>Volitelné předměty</i> <sup>3</sup>	3		

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Zkoušku z předmětu NPRM045 lze skládat ještě před získáním zápočtu. Studentům, kteří zamýšlejí absolvovat pokročilejší přednášky z programování v rámci volitelné výuky, se doporučuje zapsat místo předmětů NPRM044 a NPRM045 (pro matematiky) předměty NPRG030 a NPRG031 (pro informatiky), případně navázat na předměty NPRM044 a NPRM045 ve 2. ročníku předmětem NPRG031. Předmět NPRG030 je do značné míry obsahově (nikoliv formálně) ekvivalentní dvojici přednášek NPRM044 a NPRM045.

<sup>3</sup> Student může volit jakékoliv přednášky vyučované na Univerzitě Karlově. Seznam doporučených volitelných předmětů pro obor Finanční matematika je uveden na konci tohoto studijního plánu.

Předměty prvního ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [B1].

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA073	<b>Kalkulus IIa</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NSTP129	<b>Pravděpodobnost a statistika</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NFAP022	<b>Matematické metody ve financích</b>	3	2/0 Zk	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NMAA074	<b>Kalkulus IIb</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NNUM009	<b>Základy numerické matematiky</b>	9	—	4/2 Z+Zk
NMAN007	<b>Úvod do optimalizace</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NFAP008	<b>Finanční management</b>	3	—	2/0 Zk
NMOD009	<b>Základy matematického modelování</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NJAZ076	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	7		

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

Společné předměty druhého ročníku oborů 3.2 a 3.3 jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [B2].

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFAP013	Účetnictví	6	2/2 Z+Zk	—
NFAP045	Neživotní pojištění 1	3	2/0 Z	—
NFAP017	Bankovnictví <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP097	Statistika	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP019	Pojišťovací právo	3	2/0 Zk	—
NFAP023	Praktikum	2	0/2 Z	—
NFAP046	Neživotní pojištění 2	3	—	2/0 Zk
NFAP007	Výpočetní prostředky finanční a pojistné matematiky	8	—	4/2 Z+Zk
NFAP014	Účetnictví II	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP006	Veřejné finance <sup>1</sup>	3	—	2/0 Zk
NSZZ026	Bakalářská práce	6	—	0/4 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	5		

<sup>1</sup>Takto označené předměty se nekonají na MFF. Jsou určeny pouze pro posluchače bakalářského studia Finanční matematika a navazujícího magisterského studia oboru Finanční a pojistná matematika.

Profilující předměty druhého a třetí ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [FPM].

### Zadání bakalářské práce

Zadání bakalářské práce je podmíněno získáním nejméně 110 kreditů z povinných předmětů.

### Státní závěrečná zkouška

#### Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce oboru Finanční matematika

- Získání alespoň 180 kreditů.
- Splnění všech povinných předmětů oboru Finanční matematika.
- Odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

### Ústní část státní závěrečné zkoušky

#### Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky

##### 1. Matematika

###### *Diferenciální počet*

Spojitosť a derivace funkcí jedné reálné proměnné. Hlubší věty o spojitých funkcích. Věty o střední hodnotě a jejich důsledky. Vztahy monotonie a znaménka derivace. Konvexita. Taylorův polynom. Taylorovy řady. Vázané extrémy funkcí více proměnných.

### *Integrální počet*

Primitivní funkce, určitý integrál. Základní vlastnosti, vztah k primitivní funkci. Metody výpočtu. Věta o substituci.

### *Vektorové prostory*

Pojem vektorového prostoru, báze a dimenze. Steinitzova věta o výměně. Dimenze spojení a průniku podprostorů.

### *Matice a determinanty, lineární soustavy rovnic*

Homomorfismy a matice. Základní teorie matic, základní pojmy a vlastnosti. Vlastní čísla a vektory. Spektrální rozklad. Soustavy lineárních rovnic, podmínky řešitelnosti. Determinanty.

### *Lineární a bilineární formy*

Lineární, bilineární a kvadratické formy. Skalární součin, ortogonalizační proces, ortonormální báze.

## **2. Finanční matematika a účetnictví**

### *Základní pojmy*

Časová hodnota peněz. Úrokování jednoduché, složené a spojitě, hodnotící úroková míra (cena kapitálu). Hodnocení peněžních toků, jejich číselné charakteristiky (durace, konvexita, vnitřní míry výnosnosti, index ziskovosti, perioda návratnosti, vnitřní hodnota peněžního toku. Porovnávání investičních projektů. Finanční leasing. Inflace. Peníze a jejich funkce.

### *Trhy cenných papírů*

Dluhopisy kupónové, s nulovým kupónem a svolatelné. Čistá a hrubá cena dluhopisu, výnos do splatnosti, běžný výnos, alikvotní úrok. Výnosová křivka okamžitá a forwardová a její odhad. Akcie. Finanční deriváty, forwardy, termínové kontrakty, opce, swapy, PUT-CALL parita. Model náhodné procházky, rizikově neutrální prostředí, Black-Scholesův model, implikovaná volatilita. Oceňování cenných papírů.

### *Míry rizika*

Hodnota v riziku (VaR), podmíněná hodnota v riziku (CVaR), očekávaná extrémní ztráta (expected shortfall).

### *Metody analýzy trhu cenných papírů*

Markowitzova teorie portfolia. Výnos, očekávaný výnos a riziko portfolia. Konstrukce portfolia s minimálním rizikem při daném očekávaném výnosu při povolených a zakázaných prodejkách nakrátko a neexistenci a existenci bezrizikového aktiva. Sharpeova míra portfolia. Model utváření ceny kapitálových statků (CAPM). Příímka trhu cenných papírů (SML). Příímka kapitálového trhu (CML). Arbitrážní cenový model (APT). Hodnota firmy.

### *Účetnictví*

Podvojně účetnictví. Účtová osnova. Účtové třídy. Účetní knihy. Rozvaha. Výkaz zisku a ztráty. Oceňování majetku v účetnictví. Odpisy. Daň z příjmu a ostatní přímé daně. Daň z přidané hodnoty a spotřební daně. Harmonizace účetnictví.

## **3. Statistika**

### *Náhodné veličiny, číselné charakteristiky jejich rozdělení (momenty, kvantily)*

Rozdělení, hustota, distribuční funkce, střední hodnota, rozptyl, kvantil, medián, šikmost, špičatost. Definice a základní vlastnosti.

*Náhodné vektory, sdružené a podmíněné rozdělení, kovariance, korelace*

Rozdělení, hustota, distribuční funkce, vztah mezi sdruženým a marginálním rozdělením, podmíněná hustota, podmíněná střední hodnota, rozptylová matice, kovariance, korelace. Definice a základní vlastnosti.

*Mnohorozměrné normální rozdělení*

Obecná definice, základní vlastnosti, odvození hustoty, momenty.

*Zákon velkých čísel. Centrální limitní věta a její aplikace*

Čebyševův slabý zákon velkých čísel (s důkazem), centrální limitní věta pro nezávislé stejně rozdělené náhodné vektory, použití při ověřování konsistence a asymptotické normality empirických odhadů.

*Odhady parametrů a jejich vlastnosti. Interval spolehlivosti*

Definice odhadu, konsistence, nestrannost, vychýlení, přesný a přibližný interval spolehlivosti, jejich konstrukce, interpretace a vztah k testování hypotéz.

*Principy testování hypotéz*

Hypotéza, alternativa, test, testová statistika, kritický obor, kritické hodnoty, hladina, síla, p-hodnota.

*Metoda maximální věrohodnosti*

Definice, účel, použití.

*Jednovýběrové, párové a dvouvýběrové testy*

T-testy, Kolmogorovy-Smirnovovy testy, Wilcoxonovy testy. Předpoklady, hypotéza, alternativa, testová statistika, kritické hodnoty.

*Analýza rozptylu*

Jednoduché třídění: předpoklady, hypotéza, alternativa, rozklad součtů čtverců, rozdělení součtů čtverců, F-test.

*Model lineární regrese*

Předpoklady, formulace modelu, interpretace parametrů, metoda nejmenších čtverců, vlastnosti odhadů, testování hypotéz o regresních koeficientech.

**Seznam volitelných předmětů oboru Finanční matematika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NZZZ061	<i>Ekonomie I (úvodní přednáška)</i>	6	2/2 Zk	—
NZZZ261	<i>Ekonomie II (úvodní přednáška)</i>	6	—	2/2 Zk
NSTP064	<i>Diskrétní pravděpodobnost</i>	3	2/0 Zk	—
NALG087	<i>Základy algebry</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAA069	<i>Teorie míry a integrálu I</i>	3	2/0 Zk	—
NRFA075	<i>Vybrané partie z funkcionální analýzy</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ071	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/2 Z
NJAZ073	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/4 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ075	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—



### 3.3. Matematické metody informační bezpečnosti

Garantující pracoviště: katedra algebry

Odpovědný učitel: Doc. RNDr. Jiří Tůma, DrSc. (KA)

#### Doporučený průběh studia

Povinné předměty jsou uváděny tučně.

##### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA001	<b>Matematická analýza 1a</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NALG001	<b>Lineární algebra a geometrie I</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NPRM044	<b>Programování I</b>	5	2/2 Z	—
NDMA005	<b>Diskrétní matematika</b>	4	2/2 Z+Zk	—
NMAA079	<b>Proseminář z kalkulu 1a</b>	2	0/2 Z	—
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NMAA072	<b>Kalkulus Ib</b> <sup>2</sup>	8	—	4/2 Z+Zk
NALG086	<b>Praktická lineární algebra a geometrie</b> <sup>2</sup>	8	—	4/2 Z+Zk
NPRM045	<b>Programování II</b> <sup>3</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAA080	<b>Proseminář z kalkulu 1b</b>	2	—	0/2 Z
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
	<i>Volitelné předměty</i> <sup>4</sup>	6		

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíšou předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Doporučujeme, aby student, který chce pokračovat v navazujícím magisterském studiu oboru Matematické metody informační bezpečnosti absolvoval místo předmětu Kalkulus I (NMAA072) předmět Matematická analýza 1b (NMAA002) a místo předmětu Praktická lineární algebra a geometrie (NALG086) předmět Lineární algebra a geometrie II (NALG002).

<sup>3</sup> Zkoušku z předmětu NPRM045 lze skládat ještě před získáním zápočtu. Studentům, kteří zamýšlejí absolvovat pokročilejší přednášky z programování v rámci volitelné výuky, se doporučuje zapsat místo předmětů NPRM044 a NPRM045 (pro matematiky) předměty NPRG030 a NPRG031 (pro informatiky), případně navázat na předměty NPRM044 a NPRM045 ve 2. ročníku předmětem NPRG031. Předmět NPRG030 je do značné míry obsahově (nikoliv formálně) ekvivalentní dvojici přednášek NPRM044 a NPRM045.

<sup>4</sup> Student může volit jakékoliv předměty vyučované na Univerzitě Karlově. K oboru mají nejbližší předměty Diskrétní pravděpodobnost (NSTP064) a Úvod do klasických a moderních metod šifrování (NALG082) a Programování v C++ (NPRG041).

Předměty prvního ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [B1].

##### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA073	<b>Kalkulus IIa</b> <sup>1</sup>	8	4/2 Z+Zk	—
NALG034	<b>Úvod do algebry</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NSTP129	<b>Pravděpodobnost a statistika</b> <sup>1</sup>	8	4/2 Z+Zk	—
NMIB002	<b>Složitost pro kryptografii</b> <sup>2</sup>	6	4/0 Zk	—

NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>3</sup>	1	0/2 Z	—
NMAA074	<b>Kalkulus IIb</b> <sup>1</sup>	8	—	4/2 Z+Zk
NMIB001	<b>Teorie čísel a RSA</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NALG090	<b>Konečná tělesa</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB003	<b>Počítačová algebra</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	1		

<sup>1</sup>Doporučujeme, aby student, který chce pokračovat v navazujícím magisterském studiu oboru Matematické metody informační bezpečnosti absolvoval místo předmětu Kalkulus IIa, IIb (NMAA073, NMAA074) předmět Matematická analýza 2a, 2b (NMAA003, NMAA004), místo předmětu Pravděpodobnost a statistika (NSTP129) předmět Pravděpodobnost a matematická statistika (NSTP022) a v rámci volitelné výuky předmět Teorie míry a integrálu I (NMAA069).

<sup>2</sup> Tento předmět je možno absolvovat i ve 3. ročníku.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíšou předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>4</sup>Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

Společné předměty druhého ročníku oborů 3.2 a 3.3 jsou v "Seznamu předmětů" označeny [B2],

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMIB004	<b>Samoopravné kódy</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB005	<b>Teoretická kryptografie</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NMIB006	<b>Aplikovaná kryptografie I</b>	3	2/0 Zk	—
NMIB008	<b>Datové a procesní modely</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMIB007	<b>Aplikovaná kryptografie II</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB009	<b>Standardy v kryptografii</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB010	<b>Aplikace bezpečnostních mechanismů</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB011	<b>Kryptoanalytické útoky</b>	3	—	2/0 Zk
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	12		

Profilující předměty druhého a třetího ročníku jsou v „Seznamu předmětů“ označeny [MIB].

### Doporučení

Studentům, kteří chtějí pokračovat v navazujícím magisterském studiu oboru Matematické metody informační bezpečnosti doporučujeme:

- místo předmětů Kalkulus Ib (NMAA072), IIa (NMAA073), IIb (NMAA074) absolvujte předměty Matematická analýza 1b (NMAA002), 2a (NMAA003), 2b (NMAA004),

- místo předmětu Praktická lineární algebra a geometrie (NALG086) absolvujte předmět Lineární algebra a geometrie II (NALG002),
- místo předmětu Pravděpodobnost a statistika (NSTP129) absolvujte předmět Pravděpodobnost a matematická statistika (NSTP022),
- v rámci volitelné výuky absolvujte předmět Teorie míry a integrálu I (NMAA069).

## Státní závěrečná zkouška

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce oboru Matematické metody informační bezpečnosti**

- Získání alespoň 180 kreditů.
- Splnění všech povinných předmětů oboru Matematické metody informační bezpečnosti.
- Získání alespoň 6 kreditů z povinně volitelných předmětů oboru Matematické metody informační bezpečnosti.
- Odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **Matematická analýza a lineární algebra**

###### *1. Posloupnosti a řady čísel a funkcí*

Limity posloupností a součty řad. Kritéria absolutní a neabsolutní konvergence číselných řad. Stejněměrná konvergence posloupností a řad funkcí. Mocninné řady.

###### *2. Diferenciální počet*

Spojitosť a derivace funkcí jedné reálné proměnné. Hlubší věty o spojitých funkcích. Věty o střední hodnotě a jejich důsledky. Vztahy monotonie a znaménka derivace. Konvexita. Taylorův polynom. Taylorovy řady.

###### *3. Integrální počet*

Primitivní funkce, určitý integrál. Základní vlastnosti, vztah k primitivní funkci. Metody výpočtu. Základní kritéria existence. Věta o substituci.

###### *4. Vektorové prostory*

Pojem vektorového prostoru, báze a dimenze. Steinitzova věta o výměně. Dimenze spojení a průniku podprostorů.

###### *5. Matice a determinanty, lineární soustavy rovnic*

Homomorfismy a matice. Základní teorie matic, základní pojmy vlastnosti. Vlastní čísla a vektory. Soustavy lineárních rovnic, podmínky řešitelnosti. Determinanty.

###### *6. Lineární a bilineární formy*

Lineární, bilineární a kvadratické formy. Skalární součin, ortogonalizační proces, ortonormální báze.

##### **Obecná algebra, složitost a teorie čísel**

###### *1. Obecné pojmy z teorie grup, okruhů a těles*

Rozkladové třídy modulo podgrupa, normální podgrupy a faktorgrupy. Lagrangeova věta. Ideály a faktorokruhy. Věty o homorfismu a izomorfizmu. Obory integrity,

ideály a dělitelnost. Tělesa a jejich rozšíření (algebraické, transcendentní, stupeň rozšíření).

### 2. Modulární aritmetika a modulární algoritmy

Cyklické grupy a jejich struktura. Eulerova funkce, primitivní prvky. Zobecněná čínská věta o zbytcích a navazující modulární algoritmy a jejich aplikace (aproximace, interpolace).

### 3. Polynomy a konečná tělesa

Okruhy polynomů, ireducibilní polynomy, dělitelnost, rozšířený Eukleidův algoritmus, primitivní polynomy. Konstrukce konečných těles. Rozklady polynomů. Berlekampův algoritmus.

### 4. Složitost

Základní výpočetní modely a jejich polynomiální ekvivalence. Třídy P a NP, včetně příkladů.

### 5. Teorie čísel

Kryptosystém RSA. Carmichaelova čísla. Testy prvočíselnosti. Kvadratická residua a zákon reciprocity.

## Kryptologie a samoopravné kódy

### 1. Základní metody kryptografie

Obecné nástroje (pseudonáhodné generátory, hashovací funkce). Substitute, transpozice a steganografie. Symetrická kryptografie (blokové a proudové šifry). Asymetrická kryptografie (jednosměrné funkce, podpisové schéma). Důkazy s nulovou znalostí.

### 2. Využití kryptografie

Různé společenské aplikace kryptografie včetně popisu metod používaných v jednotlivých případech (veřejné klíče, elektronické obchodování, volby po internetu, autorská práva, elektronické peníze, mobilní telefony, nosiče informací, kabelová televize).

### 3. Otázky bezpečnosti

Vyhodnocování bezpečnosti kryptografických modulů. Útoky na blokové šifry (lineární a diferenciální analýza, slide attack). Slabiny RSA.

### 4. Samoopravné kódy

Délka, velikost a váha kódu. Algebraická interpretace cyklických kódů. Hammingovy, Reed-Mullerovy a BCH kódy.

## Seznam povinně volitelných předmětů oboru Matematické metody informační bezpečnosti

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDMA001	Teorie grafů a algoritmy pro matematiky 1	5	—	2/2 Z+Zk
NALG108	Úvod do matematické logiky	3	2/0 Zk	—
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG031	Programování II	5	—	2/2 Z+Zk

**Seznam volitelných předmětů oboru Matematické metody informační bezpečnosti**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NALG082	<i>Úvod do klasických a moderních metod šifrování</i>	3	—	2/0 Zk
NMIB012	<i>Kvantové počítače</i>	3	—	2/0 Zk
NALG079	<i>Algebraické testy prvočíselnosti</i>	3	—	2/0 Zk
NMIB025	<i>Proseminář z teorie čísel</i>	3	—	0/2 Z
NPRM046	<i>Programování III pro neinformatiky</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA075	<i>Vybrané partie z funkcionální analýzy</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ071	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/2 Z
NJAZ073	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/4 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ075	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/4 Z	—

**3.4. Matematika zaměřená na vzdělávání**

Aprobačními předměty studia učitelství na MFF jsou:

- Matematika
- Fyzika
- Informatika
- Deskriptivní geometrie

Studijní plány oboru učitelství matematiky v kombinaci s druhým aprobačním předmětem pro střední školy se skládají ze studijních plánů matematiky a studijních plánů druhého aprobačního oboru.

Na MFF je standardní kombinací aprobačních předmětů s matematikou matematika-informatika, matematika-deskriptivní geometrie a matematika - fyzika. Studijní plány kombinace matematika - informatika jsou v odst. 3.4.1 a studijní plány kombinace matematika - deskriptivní geometrie v odst. 3.4.2. Studijní plány kombinace matematika - fyzika jsou zahrnuty ve studijních plánech programu Fyzika.

**3.4.1. Matematika v kombinaci s informatikou**

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc. (KDM)

**Doporučený průběh studia**

Povinné předměty jsou uváděny tučně.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	<b>Matematická analýza Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP002	<b>Matematická analýza Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk

NUMP003	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP004	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NDMI002	<b>Diskrétní matematika</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	<b>Programování I</b>	6	3/2 Z	—
NPRG031	<b>Programování II</b> <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI120	<b>Principy počítačů a operačních systémů</b> <sup>2</sup>	5	3/0 Zk	—
NTIN060	<b>Algoritmy a datové struktury I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI095	<b>Úvod do UNIXu</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>3</sup>	1	0/2 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Posluchači, kteří absolvovali předmět NSWI087 Principy počítačů, mohou na základě toho požádat o uznání předmětu NSWI120.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP005	<b>Matematická analýza IIa</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP006	<b>Matematická analýza IIb</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP019	<b>Algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	<b>Algoritmy a datové struktury II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL062	<b>Výroková a predikátová logika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI096	<b>Internet</b>	4	2/1 KZ	—
	Programování - povinně volitelný předmět	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG005	<b>Neprocedurální programování</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN071	<b>Automaty a gramatiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG045	<b>Ročníkový projekt</b>	4	—	0/0 Z
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Zk

<sup>1</sup>Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

## 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—

NUMP013	<b>Pravděpodobnost a statistika I</b>	4	2/1 Z	—
NUMP023	<b>Pravděpodobnost a statistika II</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NUMP014	<b>Diferenciální geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP009	<b>Základy zobrazovacích metod</b>	2	0/2 Z	—
NUMP008	<b>Kombinatorika</b>	3	2/0 KZ	—
NSWI090	<b>Počítačové sítě I</b>	3	2/0 Zk	—
NDBI025	<b>Databázové systémy</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Volitelné předměty</i>			

### **Ročníkový projekt**

Součástí studijních plánů je vypracování ročníkového projektu z programování. Projekty se zadávají na začátku letního semestru 2. ročníku v rámci předmětu NPRG045. Jestliže si posluchač zvolí menší projekt, během 2. ročníku ho celý vypracuje a dokončí. Pokud se posluchač rozhodne vypracovat rozsáhlejší projekt, který může později přerůst v bakalářskou práci, může na zápočet z předmětu NPRG045 vypracovat pouze jeho specifikaci a pilotní realizaci. Implementaci pak dokončí v zimním semestru 3. ročníku v rámci volitelného předmětu NPRG046 Softwarová praxe.

Místo povinného předmětu NPRG045 absolvovali starší posluchači dvojici předmětů NPRG033, NPRG034 s obdobným obsahem.

### **Programování - povinně volitelný předmět**

Posluchač musí získat alespoň 6 kreditů za povinně volitelné předměty ze skupiny Programování, tzn. musí splnit jeden z následujících předmětů.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++ <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Místo předmětu NPRG041 absolvovali starší posluchači stejnojmenný ekvivalentní předmět NPRG029, který již není vyučován.

### **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze tří částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní zkoušky z informatiky
- z ústní zkoušky z matematiky

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač píše bakalářskou práci**

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- získání 6 kreditů z povinně volitelných předmětů oboru
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač nepíše bakalářskou práci**

– získání alespoň 140 kreditů

**Ústní část státní závěrečné zkoušky**

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

**Základy matematiky**

*1. Relace, zobrazení a jejich základní vlastnosti.*

Relace a jejich vlastnosti. Ekvivalence, uspořádání, příklady. Rozklad množiny podle ekvivalence. Zobrazení (injektivní, surjektivní a bijektivní, skládání zobrazení).

*2. Vybudování a vlastnosti číselných oborů.*

Přirozená čísla, matematická indukce. Přirozená čísla jako algebraická struktura, konstrukce oboru celých čísel, konstrukce tělesa racionálních a reálných čísel.

*3. Grupy a jejich homomorfismy.*

Binární operace na množině. Definice a příklady grup, grupa permutací. Podgrupy a jejich vlastnosti. Homomorfismy grup a jejich příklady. Jádro a obraz homomorfismu a jejich vlastnosti. Faktorová grupa grupy podle normální podgrupy. Věta o homomorfismu pro grupy.

*4. Okruh, obor integrity, tělesa a jejich základní vlastnosti.*

Oboustranný ideál okruhu, faktorový okruh okruhu podle oboustranného ideálu. Homomorfismy okruhů, věta o homomorfismu pro okruhy. Těleso, obor integrity a jejich příklady.

*5. Vektorový prostor, báze, dimenze, lineární zobrazení. Vektorový prostor se skalárním součinem, orientace, vektorový součin.*

Příklady vektorových prostorů, lineární závislost a nezávislost vektorů, báze v konečně generovaných vektorových prostorech, dimenze konečně generovaného vektorového prostoru. Vlastnosti lineárních zobrazení. Skalární součin na reálném vektorovém prostoru, ortonormální báze, ortogonální doplněk podprostoru. Gramův-Schmidtův ortogonalizační proces; orientace, základní vlastnosti vektorového součinu.

*6. Matice a jejich vlastnosti, užití k řešení soustav lineárních rovnic.*

Hodnost matice, regulární (resp. singulární) matice. Frobeniova věta o řešitelnosti soustavy lineárních rovnic. Věta o dimenzi vektorového prostoru všech řešení homogenní soustavy lineárních rovnic. Užití matic k řešení soustav lineárních rovnic. Gaussova eliminační metoda.

*7. Determinanty a jejich vlastnosti, Cramerovo pravidlo.*

Definice determinantu, Sarrusovo pravidlo, věta o rozvoji determinantu, charakterizace regulárních matic pomocí determinantů. Věta o násobení determinantů. Řešení soustav lineárních rovnic pomocí Cramerova pravidla.

*8. Základní pojmy dělitelnosti v komutativním oboru integrity.*

Relace dělitelnosti a asociovanosti v oboru integrity, Eukleidův algoritmus. Příklady eukleidovských oborů integrity a příklady na užití Eukleidova algoritmu. Ireducibilní prvek, prvočinitel.



9. *Diferenciální počet funkcí jedné reálné proměnné. Vlastnosti spojitých funkcí na uzavřeném intervalu. Průběh funkcí, užití vyšších derivací.*

Limita funkce, nevlastní limity, limita v nevlastních bodech, aritmetika limit, limita složené funkce, limitní přechody v nerovnosti, limita monotonní funkce. Spojitost funkce v bodě, na intervalu, Heineho definice spojitosti, extrémů spojitých funkcí na uzavřeném intervalu, spojitý obraz intervalu. Derivace funkce, derivace elementárních funkcí, početní pravidla pro derivování a jejich odvození. Souvislost derivace a spojitosti. Věta o inverzní funkci, derivace inverzní funkce. Rolleova, Lagrangeova a Cauchyova věta. Vztah derivace a monotonie funkce v bodě, na intervalu, nutné a postačující podmínky pro extrém. Taylorův polynom, Taylorova věta. Konvexita a konkávnost a jejich souvislost s druhou derivací funkce.

10. *Elementární funkce a jejich zavedení.*

Goniometrické funkce. Cyklometrické funkce. Exponenciála, přirozený logaritmus a obecná mocnina.

11. *Primitivní funkce. Metoda per partes a metoda substituční.*

Základní primitivní funkce. Integrace per partes. Dvě věty o substituci. Metody výpočtu primitivních funkcí, integrace racionálních funkcí, základní typy substitucí (např. goniometrické funkce, iracionální funkce, Eulerova substituce).

12. *Riemannův integrál, nevlastní integrály.*

Dělení intervalu, horní a dolní součty, horní a dolní integrál, Riemannův integrál, geometrická interpretace. Riemannův integrál jako funkce horní meze. Existenční věty pro Riemannův integrál. Nevlastní integrál. Newtonova-Leibnizova formule. Délka křivky a objem rotačního tělesa.

13. *Posloupnosti reálných čísel, limity.*

Limity posloupností (vlastní a nevlastní), Bolzano-Cauchyova podmínka. Omezené posloupnosti, limita monotonní posloupnosti. Vybrané posloupnosti.

14. *Nekonečné řady a jejich součty. Základní věty o absolutní a neabsolutní konvergenci.*

Částečný součet, součet řady, konvergentní a divergentní řady, Bolzano-Cauchyova podmínka, nutná podmínka konvergence. Řady s nezápornými členy; srovnávací, zobecněné srovnávací, odmocninové, podílové a integrální kritérium, limitní tvary kritérií. Řady se střídavými znaménky, Leibnizovo kritérium. Absolutně a neabsolutně konvergentní řady.

15. *Diferenciální rovnice, elementární metody jejich řešení.*

Věty o existenci a jednoznačnosti řešení počáteční úlohy pro rovnici  $dy/dx = f(x,y)$ . Metody řešení diferenciálních rovnic: rovnice se separovanými proměnnými, rovnice s homogenní pravou stranou, rovnice ve tvaru totálního diferenciálu, metoda integračního faktoru, lineární rovnice 1. řádu, variace konstant, rovnice s konstantními koeficienty, speciální tvary pravé strany, Eulerova rovnice.

16. *Afinní a eukleidovský prostor.*

Lineární soustava souřadnic. Podprostor, jeho parametrický popis, podprostor jako průnik nadrovin (obecná rovnice nadroviny). Vzájemná poloha podprostorů. Kartézská soustava souřadnic. Kolmost podprostorů, vzdálenost bodu od podprostoru, vzdálenost podprostorů. Odchylka přímky od podprostoru. Příklady v  $E^2$  a  $E^3$ .

### 17. Grupy geometrických zobrazení.

Afinity, shodnosti, podobnosti v rovině včetně analytického vyjádření, vlastnosti. Příklady v  $E^2$ , zejména osová afinita, shodnosti a stejnoolehlosti. Samodružné prvky. Kruhová inverze.

## Základy informatiky

### 1. Logika

Jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Věty o kompaktnosti a úplnosti výrokové a predikátové logiky. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky.

### 2. Automaty a jazyky

Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus. Uzávěrové vlastnosti tříd jazyků.

### 3. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Metoda „rozděl a panuj“ - aplikace a analýza složitosti. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy, příhrádkové třídění, třídící sítě. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu, toky v sítích. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA.

### 4. Databáze

Podstata a architektury DB systémů. Konceptuální, logická a fyzická úroveň pohledů na data, B-stromy a jejich varianty. Relační datový model, relační algebra, normální formy, referenční integrita. Základy SQL. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí.

### 5. Architektury počítačů a sítí

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Vstupní a výstupní zařízení, ukládání a přenos dat. Architektury OS. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování. Systémy souborů, adresářové struktury. Bezpečnost, autentifikace, autorizace, přístupová práva. ISO/OSI vrstevnatá architektura sítí. TCP/IP. Spojované a nespojované služby, spolehlivost, zabezpečení protokolů.

### 6. Programovací jazyky

Principy implementace procedurálních programovacích jazyků, oddělený překlad, sestavení. Objektově orientované programování. Neprocedurální programování, logické programování.

## Seznam doporučených volitelných předmětů oboru Matematika zaměřená na vzdělávání - kombinace matematika s informatikou

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMV019	<i>Kombinatorický seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV020	<i>Kombinatorický seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV005	<i>Deskriptivní geometrie pro nedeskriptiváře I</i>	3	0/2 Z	—

NUMV006	<i>Deskriptivní geometrie pro nedeskriptiváře II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV021	<i>Geometrie a architektura</i>	3	—	2/0 Zk
NUMV011	<i>Výpočetní technika pro učitele matematiky I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV012	<i>Výpočetní technika pro učitele matematiky II</i>	3	—	0/2 Z
NPRM039	<i>Matematika na počítači</i>	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NUMV047	<i>Uplatnění pravděpodobnosti a statistiky na gymnáziích</i>	3	0/2 Z	—
NUMV048	<i>Pravděpodobnost a statistika ve výuce a pedagogickém výzkumu</i>	3	—	0/2 Z
NUMV066	<i>Didakticko-historický seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV067	<i>Didakticko-historický seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV063	<i>Proseminář matematický I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV064	<i>Proseminář matematický II</i>	3	—	0/2 Z
NDGE004	<i>Eukleidovská geometrie</i>	3	0/2 Z	—
NUMV060	<i>Aplikace počítačů ve výuce geometrie I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV061	<i>Aplikace počítačů ve výuce geometrie II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV096	<i>Bakalářský seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV097	<i>Bakalářský seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV065	<i>Vývoj matematického vzdělávání</i>	3	—	0/2 Z
NUMV088	<i>Mathematica pro začátečníky</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/2 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—

### 3.4.2. Matematika v kombinaci s deskriptivní geometrií

Garantující pracoviště: katedra didaktiky matematiky

Odpovědný učitel: Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc. (KDM)

#### Doporučený průběh studia

Povinné předměty jsou uváděny tučně.

##### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	<b>Matematická analýza Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP002	<b>Matematická analýza Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP003	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP004	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRM044	<b>Programování I</b>	5	2/2 Z	—
NPRM045	<b>Programování II</b> <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NDGE001	<b>Deskriptivní geometrie Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NDGE002	<b>Deskriptivní geometrie Ib</b>	5	—	2/2 Z+Zk

NDGE003	<b>Projektivní geometrie I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	4		

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRM045 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP005	<b>Matematická analýza IIa</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP006	<b>Matematická analýza IIb</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP019	<b>Algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP008	<b>Kombinatorika</b>	3	2/0 KZ	—
NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NDGE005	<b>Deskriptivní geometrie IIa</b>	9	2/4 Z+Zk	—
NDGE006	<b>Deskriptivní geometrie IIb</b>	9	—	4/2 Z+Zk
NDGE020	<b>Neeuklidovská geometrie I</b>	6	2/2 Z	—
NDGE021	<b>Neeuklidovská geometrie II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NJAZ076	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
	<i>Volitelné předměty</i>	4		

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

## 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP013	<b>Pravděpodobnost a statistika I</b>	4	2/1 Z	—
NUMP023	<b>Pravděpodobnost a statistika II</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NUMP014	<b>Diferenciální geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP009	<b>Základy zobrazovacích metod</b>	2	0/2 Z	—
NDGE008	<b>Projektivní geometrie II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE022	<b>Počítačová geometrie I</b>	6	2/2 Z	—
NDGE023	<b>Počítačová geometrie II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE010	<b>Grafický projekt</b>	6	0/4 Z	—
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	10		

### **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze tří částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní zkoušky z deskriptivní geometrie
- z ústní zkoušky z matematiky

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač píše bakalářskou práci**

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač nepíše bakalářskou práci**

- získání alespoň 140 kreditů

### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **Základy matematiky**

##### *1. Relace, zobrazení a jejich základní vlastnosti.*

Relace a jejich vlastnosti. Ekvivalence, uspořádání, příklady. Rozklad množiny podle ekvivalence. Zobrazení (injektivní, surjektivní a bijektivní, skládání zobrazení).

##### *2. Vybudování a vlastnosti číselných oborů.*

Přirozená čísla, matematická indukce. Přirozená čísla jako algebraická struktura, konstrukce oboru celých čísel, konstrukce tělesa racionálních a reálných čísel.

##### *3. Grupy a jejich homomorfismy.*

Binární operace na množině. Definice a příklady grup, grupa permutací. Podgrupy a jejich vlastnosti. Homomorfismy grup a jejich příklady. Jádro a obraz homomorfismu a jejich vlastnosti. Faktorová grupa grupy podle normální podgrupy. Věta o homomorfismu pro grupy.

##### *4. Okruh, obor integrity, tělesa a jejich základní vlastnosti.*

Oboustranný ideál okruhu, faktorový okruh okruhu podle oboustranného ideálu. Homomorfismy okruhů, věta o homomorfismu pro okruhy. Těleso, obor integrity a jejich příklady.

##### *5. Vektorový prostor, báze, dimenze, lineární zobrazení. Vektorový prostor se skalárním součinem, orientace, vektorový součin.*

Příklady vektorových prostorů, lineární závislost a nezávislost vektorů, báze v konečně generovaných vektorových prostorech, dimenze konečně generovaného vektorového prostoru. Vlastnosti lineárních zobrazení. Skalární součin na reálném vektorovém prostoru, ortonormální báze, ortogonální doplněk podprostoru. Gramův-Schmidtův ortogonalizační proces; orientace, základní vlastnosti vektorového součinu.

##### *6. Matice a jejich vlastnosti, užití k řešení soustav lineárních rovnic.*

Hodnost matice, regulární (resp. singulární) matice. Frobeniova věta o řešitelnosti soustavy lineárních rovnic. Věta o dimenzi vektorového prostoru všech řešení homogenní

soustavy lineárních rovnic. Užití matic k řešení soustav lineárních rovnic. Gaussova eliminační metoda.

*7. Determinanty a jejich vlastnosti, Cramerovo pravidlo.*

Definice determinantu, Sarrusovo pravidlo, věta o rozvoji determinantu, charakterizace regulárních matic pomocí determinantů. Věta o násobení determinantů. Řešení soustav lineárních rovnic pomocí Cramerova pravidla.

*8. Základní pojmy dělitelnosti v komutativním oboru integrity.*

Relace dělitelnosti a asociovanosti v oboru integrity, Eukleidův algoritmus. Příklady eukleidovských oborů integrity a příklady na užití Eukleidova algoritmu. Ireducibilní prvek, prvočinitel.

*9. Diferenciální počet funkcí jedné reálné proměnné. Vlastnosti spojitých funkcí na uzavřeném intervalu. Průběh funkcí, užití vyšších derivací.*

Limita funkce, nevlastní limity, limita v nevlastních bodech, aritmetika limit, limita složené funkce, limitní přechody v nerovnosti, limita monotonní funkce. Spojitost funkce v bodě, na intervalu, Heineho definice spojitosti, extrémy spojitých funkcí na uzavřeném intervalu, spojitý obraz intervalu. Derivace funkce, derivace elementárních funkcí, početní pravidla pro derivování a jejich odvození. Souvislost derivace a spojitosti. Věta o inverzní funkci, derivace inverzní funkce. Rolleova, Lagrangeova a Cauchyova věta. Vztah derivace a monotonie funkce v bodě, na intervalu, nutné a postačující podmínky pro extrém. Taylorův polynom, Taylorova věta. Konvexita a konkávnost a jejich souvislost s druhou derivací funkce.

*10. Elementární funkce a jejich zavedení.*

Goniometrické funkce. Cyklometrické funkce. Exponenciála, přirozený logaritmus a obecná mocnina.

*11. Primitivní funkce. Metoda per partes a metoda substituční.*

Základní primitivní funkce. Integrace per partes. Dvě věty o substituci. Metody výpočtu primitivních funkcí, integrace racionálních funkcí, základní typy substitucí (např. goniometrické funkce, iracionální funkce, Eulerova substituce).

*12. Riemannův integrál, nevlastní integrály.*

Dělení intervalu, horní a dolní součty, horní a dolní integrál, Riemannův integrál, geometrická interpretace. Riemannův integrál jako funkce horní meze. Existenční věty pro Riemannův integrál. Nevlastní integrál. Newtonova-Leibnizova formule. Délka křivky a objem rotačního tělesa.

*13. Posloupnosti reálných čísel, limity.*

Limity posloupností (vlastní a nevlastní), Bolzano-Cauchyova podmínka. Omezené posloupnosti, limita monotonní posloupnosti. Vybrané posloupnosti.

*14. Nekonečné řady a jejich součty. Základní věty o absolutní a neabsolutní konvergenci.*

Částečný součet, součet řady, konvergentní a divergentní řady, Bolzano-Cauchyova podmínka, nutná podmínka konvergence. Řady s nezápornými členy; srovnávací, zobecněné srovnávací, odmocninové, podílové a integrální kritérium, limitní tvary kritérií. Řady se střídavými znaménky, Leibnizovo kritérium. Absolutně a neabsolutně konvergentní řady.

*15. Diferenciální rovnice, elementární metody jejich řešení.*

Věty o existenci a jednoznačnosti řešení počáteční úlohy pro rovnici  $dy/dx = f(x,y)$ . Metody řešení diferenciálních rovnic: rovnice se separovanými proměnnými, rovnice s homogenní pravou stranou, rovnice ve tvaru totálního diferenciálu, metoda integračního faktoru, lineární rovnice 1. řádu, variace konstant, rovnice s konstantními koeficienty, speciální tvary pravé strany, Eulerova rovnice.

*16. Afinní a eukleidovský prostor.*

Lineární soustava souřadnic. Podprostor, jeho parametrický popis, podprostor jako průnik nadrovin (obecná rovnice nadroviny). Vzájemná poloha podprostorů. Kartézská soustava souřadnic. Kolmost podprostorů, vzdálenost bodu od podprostoru, vzdálenost podprostorů. Odchylka přímky od podprostoru. Příklady v  $E^2$  a  $E^3$ .

*17. Grupy geometrických zobrazení.*

Afinity, shodnosti, podobnosti v rovině včetně analytického vyjádření, vlastnosti. Příklady v  $E^2$ , zejména osová afinita, shodnosti a stejnolehlosti. Samodružné prvky. Kruhová inverze.

## **Deskriptivní geometrie**

*1. Planimetrie a stereometrie*

Shodnosti v rovině a jejich užití; mocnost bodu ke kružnici, chordála. Vzájemná poloha přímek a rovin v prostoru. Prostorové řešení úloh a vlastnosti základních geometrických ploch a těles.

*2. Osová afinita, středová kolineace*

Středová kolineace mezi dvěma rovinami, v rovině, v prostoru; vlastnosti a užití v deskriptivní geometrii. Osová afinita jako speciální případ středové kolineace.

*3. Základní vlastnosti rovnoběžného a středového promítání*

Porovnání, přehled užívaných druhů promítání.

*4. Zavedení a užití těchto zobrazovacích metod*

Kótované promítání, Mongeovo promítání, kosoúhlé promítání, pravouhlá axonometrie, kosoúhlá axonometrie, středové promítání.

*5. Plochy druhého stupně*

Vlastnosti ploch 2. stupně. Rotační plochy 2. stupně a jejich obrazy v prostorové afinitě a kolineaci. Užití ploch 2. stupně v praxi.

*6. Zobrazování ploch druhého stupně a jednoduchých těles*

Řezy rovinami, průniky a osvětlení.

*7. Aplikace deskriptivní geometrie v praxi*

Lineární perspektiva, perspektivní relief, topografické plochy, jednoduché plochy stavební praxe.

8. *Projektivní rozšíření roviny, projektivita, zejména involuce*
9. *Projektivní vytvoření kuželosečky, polární vlastnosti*
10. *Věta Pascalova a Brianchonova*
11. *Svazek kuželoseček*
12. *Ohniskové vlastnosti kuželoseček, konstrukce kuželoseček*
13. *Využití afinity a kolineace při konstrukci kuželoseček*
14. *Kruhová inverze, Möbiova rovina*
15. *Modely Lobačevského geometrie*
16. *Axiomatická výstavba geometrie*

**Seznam doporučených volitelných předmětů oboru Matematika zaměřená na vzdělávání - kombinace matematika s deskriptivní geometrií**

Seznam je stejný jako u oboru 3.4.1 bez předmětů NUMV005 a NUMV006.

## B. Navazující magisterské studium

### 1. Všeobecné zásady

#### 1.1. Základní informace

Dvouletý studijní plán navazujícího magisterského studia předpokládá, že posluchač v předcházejícím bakalářském studiu zvládnul látku, která je pro zvolený obor základní. V oddílu 1.3 je uveden seznam povinných předmětů bakalářského studijního oboru Obecná matematika, který je vyučován na MFF a který předpokládanou látku pokrývá. Posluchači, kteří tento obor neabsolvovali, by měli kontaktovat odpovědného učitele zvoleného navazujícího magisterského oboru a dohodnout se s ním o případném způsobu doplnění znalostí.

Některé povinné či povinně volitelné předměty navazujícího magisterského studia mohl student absolvovat již v průběhu studia bakalářského. Absolvování těchto předmětů z předchozího bakalářského studia na MFF bude všem posluchačům magisterského studia uznáno na základě kontroly údajů v evidenci studijního oddělení. Posluchač, přicházející na MFF po získání bakalářského vzdělání na jiné vysoké škole může požádat o uznání povinných nebo povinně volitelných předmětů z magisterského studia na základě předchozího absolvování jejich vhodných ekvivalentů. Žádost individuálně posoudí a doporučí odpovědný učitel příslušného oboru.

Předměty absolvované v předchozím studiu se uznávají zpravidla bez přidělení kreditů. Posluchač může požádat o uznání dříve splněného předmětu včetně jeho kreditů, jestliže jsou splněny stanovené podmínky. (Jedná se o povinný nebo povinně volitelný předmět zvoleného magisterského oboru, přitom to není povinný bakalářský předmět a kredity za něj získané v bakalářském studiu měl posluchač navíc nad počet kreditů stanovený pro úspěšné absolvování bakalářského studia.)



## 1.2. Studijní obory navazujícího magisterského studia programu Matematika

Finanční a pojistná matematika	3.1
Matematická analýza	3.2
Matematické metody informační bezpečnosti	3.3
Matematické modelování ve fyzice a v technice	3.4
Matematické struktury	3.5
Numerická a výpočtová matematika	3.6
Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie	3.7
Učitelství matematiky pro střední školy v kombinaci s odbornou matematikou	3.8
Učitelství matematika-deskriptivní geometrie pro SŠ	3.9
Učitelství matematika-fyzika pro SŠ	3.10
Učitelství matematika-informatika pro SŠ	3.11

Studijní obor Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie se dále dělí na studijní plány

Ekonometrie	3.7.1
Matematická statistika	3.7.2
Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy	3.7.3

Obory Finanční a pojistná matematika, Matematická analýza, Matematické metody informační bezpečnosti, Matematické modelování ve fyzice a v technice, Matematické struktury, Numerická a výpočtová matematika a Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie tvoří studium odborné matematiky. Obory Učitelství matematiky pro SŠ v kombinaci s odbornou matematikou, Učitelství matematika-deskriptivní geometrie pro SŠ, Učitelství matematika-fyzika pro SŠ a Učitelství matematika-informatika pro SŠ připravují budoucí učitele matematiky na středních školách.

Studijní plány učitelství matematiky v kombinaci s druhým aprobačním předmětem se řídí studijními plány učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů (viz 3.9, 3.10, 3.11).

Studenti učitelství matematiky pro střední školy v kombinaci s odbornou matematikou studují v rámci zvoleného oboru odborného programu matematika, tj. v rámci oborů 3.1–3.7. Současně mají povinnost absolvovat během studia i výuku vztahující se k učitelské disciplíně (viz 3.8).

## 1.3. Návaznost na bakalářské studium programu Matematika

Magisterské studium odborné matematiky 3.1-3.7 navazuje na bakalářské studium oboru Obecná matematika. Základem bakalářského studia oboru Obecná matematika jsou povinné předměty prvního ročníku a povinné předměty oboru Obecná matematika:

**Seznam povinných předmětů 1. ročníku**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA001	Matematická analýza 1a	8	4/2 Z+Zk	—
NMAA002	Matematická analýza 1b	8	—	4/2 Z+Zk
NALG001	Lineární algebra a geometrie I	8	4/2 Z+Zk	—
NALG002	Lineární algebra a geometrie II	8	—	4/2 Z+Zk
NPRM044	Programování I	5	2/2 Z	—
NPRM045	Programování II	5	—	2/2 Z+Zk
NDMA005	Diskrétní matematika	4	2/2 Z+Zk	—
NMAA079	Proseminář z kalkulu 1a	2	0/2 Z	—
NMAA080	Proseminář z kalkulu 1b	2	—	0/2 Z

**Seznam povinných předmětů oboru Obecná matematika (blok A)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAA003	Matematická analýza 2a	9	4/2 Z+Zk	—
NMAA004	Matematická analýza 2b	6	—	2/2 Z+Zk
NALG026	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NALG027	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NMAA069	Teorie míry a integrálu I	3	2/0 Zk	—
NMAA070	Teorie míry a integrálu II	6	—	2/2 Z+Zk
NSTP022	Pravděpodobnost a matematická statistika	9	—	4/2 Z+Zk
NNUM105	Základy numerické matematiky	9	4/2 Z+Zk	—
NGEM012	Diferenciální geometrie křivek a ploch	5	—	2/2 Z+Zk
NRFA006	Úvod do funkcionální analýzy	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA075	Vybrané partie z funkcionální analýzy <sup>1</sup>	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA021	Úvod do komplexní analýzy	6	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup>Posluchač povinně zapisuje jeden z předmětů NRFA006 nebo NRFA075. NRFA006 si zapíše posluchači, kteří chtějí pokračovat v navazujícím magisterském studiu v oborech Matematická analýza, Matematické modelování ve fyzice a technice, Numerická a výpočtová matematika. Přednáška NRFA075 je určena studentům, zaměřeným na pravděpodobnost, statistiku, ekonometrii, finanční a pojistnou matematiku, matematické metody informační bezpečnosti a matematické struktury.

Tyto předměty dávají posluchači dostatečně hluboké všeobecné matematické vzdělání a jsou (s výjimkou posledních dvou) zpravidla absolvovány v prvních dvou ročnících. Kromě toho doporučené průběhy třetího ročníku bakalářského studia nabízejí posluchačům absolvování předmětů které jsou pro zvolený obor navazujícího magisterského studia povinné.

Studium učitelství matematiky 3.8-3.11 navazuje na bakalářské studium oboru Matematika zaměřená na vzdělávání.

Základem bakalářského studia matematiky tohoto oboru jsou povinné předměty:

**Seznam povinných předmětů 1. ročníku**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	Matematická analýza Ia	8	4/2 Z+Zk	—

NUMP002 <b>Matematická analýza Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP003 <b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP004 <b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk

### Seznam povinných předmětů aprobačního předmětu Matematika

Závisí na volbě druhého aprobačního předmětu. Vždy obsahuje předměty:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP005 <b>Matematická analýza IIa</b>		5	2/2 Z+Zk	—
NUMP006 <b>Matematická analýza IIb</b>		5	—	2/2 Z+Zk
NUMP019 <b>Algebra I</b>		5	2/2 Z+Zk	—
NUMP010 <b>Geometrie I</b>		5	—	2/2 Z+Zk
NUMP011 <b>Geometrie II</b>		5	2/2 Z+Zk	—
NUMP013 <b>Pravděpodobnost a statistika I</b>		4	2/1 Z	—
NUMP023 <b>Pravděpodobnost a statistika II</b>		4	—	2/1 Z+Zk
NUMP014 <b>Diferenciální geometrie I</b>		5	—	2/2 Z+Zk
NUMP009 <b>Základy zobrazovacích metod</b>		2	0/2 Z	—

V kapitole 3 jsou uvedeny doporučené průběhy studia v prvním a druhém roce navazujícího magisterského studia pro absolventy bakalářského oboru Matematika zaměřená na vzdělávání.

## 1.4. Náplň navazujícího magisterského studia programu Matematika

Náplň navazujícího magisterského studia programu Matematika se skládá ze dvou bloků:

**Povinné předměty (blok B)** tvoří základ daného studijního oboru (plánu). Jejich absolvování je jednou z podmínek pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

**Povinně volitelné předměty (blok C)** pokrývají spolu s předměty bloku B požadavky ke státní závěrečné zkoušce. Na většině oborů musí student z tohoto bloku absolvovat určitý počet hodin přednášek a cvičení podle vlastního výběru.

Předměty bloku C nemusí být vypisovány každý akademický rok. Budou vypsány, pokud o ně projeví zájem alespoň tři studenti před koncem letního semestru předcházejícího akademického roku. Předměty, které nejsou vypisovány každý rok, jsou označeny hvězdičkou. V „Seznamu předmětů“ je uvedeno, zda je předmět v daném školním roce vypsán.

U každého oboru navazujícího magisterského studia je doporučený průběh 1. a 2. roku studia koncipován tak, aby studentovi zůstalo nejméně 12 z předepsaných 120 kreditů na předměty volitelné. Volitelným předmětem je každý předmět, vyučovaný na Univerzitě Karlově v Praze. Ačkoli posluchač není ve své volbě ničím omezován, jsou rozumnou volbou předměty, směřující k prohloubení znalostí v oboru, který si zvolil.

Student si volí složení výuky tak, aby průběžně splňoval kreditní limity pro zápis do dalšího roku studia a aby splnil podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce (viz 3.).

Studenti se při výběru předmětů řídí doporučením vedoucího diplomové práce.

## 1.5. Projekt

Student v 1. a 2. roce studia může požádat o zadání projektu. Jeho ohodnocení (max. 9 kreditů) stanoví děkan na základě doporučení zadávajícího učitele a garanta studijního programu Matematika.

## 2. Ukončení studia

### 2.1. Státní závěrečná zkouška

Státní závěrečná zkouška na odborných oborech (obory 3.1. - 3.7.) programu Matematika se skládá ze dvou částí, kterými jsou obhajoba diplomové práce a ústní zkouška. Státní závěrečná zkouška na učitelských oborech (obory 3.9.-3.11) programu Matematika se skládá ze čtyř částí, kterými jsou obhajoba diplomové práce, ústní zkouška z každého z aprobačních předmětů a jeho didaktiky a ústní zkouška z pedagogiky a psychologie. Každá část je hodnocena známkou (ze kterých se pak stanoví celková známka státní závěrečné zkoušky); při neúspěchu opakuje posluchač nejvýše dvakrát ty části, ze kterých neprospěl. Posluchač odborných oborů se přihlašuje současně na všechny části státní závěrečné zkoušky, které dosud nesložil.

Specifické podmínky pro přihlášení a stručné požadavky ke státní závěrečné zkoušce určují jednotlivé studijní obory (kap. 3). Podrobnější informace poskytnou garantující pracoviště. Termíny pro podání přihlášky ke státní závěrečné zkoušce určuje harmonogram školního roku.

### 2.2. Diplomová práce

#### **Zadání diplomové práce:**

Diplomová práce se zadává zpravidla v 1. - 3. semestru navazujícího magisterského studia. S ní je spojena povinnost získání tří zápočtů z předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

Zápočty z povinných předmětů NSZZ023 Diplomová práce I, NSZZ024 Diplomová práce II, NSZZ025 Diplomová práce III uděluje vedoucí diplomové práce jako doklad o úspěšné práci posluchače na stanoveném diplomovém úkolu. Předmět Diplomová práce I si posluchač zapíše v letním semestru předposledního roku studia, předměty Diplomová práce II a Diplomová práce III pak návazně v zimním a v letním semestru posledního roku svého studia. Nezbytnou podmínkou pro zapsání předmětu Diplomová práce I je předchozí zadání tématu diplomové práce.

Specifické podmínky jednotlivých oborů jsou uvedeny v kapitole 3.

Obhajoba diplomové práce je jednou z částí státní závěrečné zkoušky. Koná se nejpozději v den konání ústních částí státní závěrečné zkoušky.

### 3. Studijní plány jednotlivých oborů

#### 3.1. Finanční a pojistná matematika

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.

Obor Finanční a pojistná matematika (FPM) zahrnuje matematické metody ve financích s důrazem na aplikace teorie pravděpodobnosti. Na dosti hluboký výklad základních matematických disciplin navazují v magisterském studiu speciální přednášky. Jejich náplň přihlíží k sylabům mezinárodních profesních organizací pojistných matematiků a manažérů rizika při zachování zásad univerzitního vzdělávání. Ve výuce teorie financí a pojišťovnictví je využívána matematická erudice posluchačů. Při zadávání témat diplomových prací je rozvinuta spolupráce s absolventy oboru v praxi.

Absolventi oboru získají vzdělání požadované profesními organizacemi pojistných matematiků v EU. Kombinace vzdělání v teorii pravděpodobnosti a finanční vědě je základem pro jejich uplatnění při řízení finančních rizik. Mají znalosti finančního modelování s použitím moderního matematického softwaru.

Studium je odbornou přípravou na výkon profese matematika ve finančních institucích a pro samostatnou tvůrčí či vědeckou činnost v oblastech matematické teorie financí a pojišťovnictví. Znalosti získané v bakalářském studiu jsou rozvíjeny do matematických teorií finančních trhů, kapitálové přiměřenosti, oceňování náhodných peněžních toků, tvorby pojistných rezerv apod. Výklad se z velké části opírá o matematické modelování s použitím moderního softwaru. Obor představuje současnou formu studia aktuárských věd, které má na Univerzitě Karlově osmdesátiletou tradici. Absolventi se uplatní v pojišťovnách, penzijních a investičních fondech, v bankách, ve státní správě a jako odpovědní pojistní matematikové.

#### *Doporučený průběh studia*

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFAP047	<b>Životní pojištění 1</b>	6	2/2 Z	—
NFAP048	<b>Životní pojištění 2</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP045	<b>Neživotní pojištění 1</b>	3	2/0 Z	—
NFAP046	<b>Neživotní pojištění 2</b>	3	—	2/0 Zk
NFAP011	<b>Seminář z aktuárských věd <sup>1</sup></b>	3	0/2 Z	—
NFAP011	<b>Seminář z aktuárských věd</b>	3	—	0/2 Z
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSTP097	<b>Statistika</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP008	<b>Finanční management</b>	3	—	2/0 Zk
NFAP009	<b>Úvod do financí</b>	3	—	2/0 Zk
NFAP022	<b>Matematické metody ve financích</b>	3	2/0 Zk	—

<sup>1</sup>Předmět NFAP011 je doporučeno zapisovat po celou dobu studia.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFAP034	<b>Teorie rizika</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP007	<b>Výpočetní prostředky finanční a pojistné matematiky</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	13		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval alespoň 33 kreditů bloku B oboru Finanční a pojistná matematika.

### **Státní závěrečná zkouška**

#### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Finanční a pojistná matematika (FPM).
- Splnění alespoň 6 kreditů ze seznamu povinně volitelných předmětů (blok C).
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Finanční a pojistná matematika se skládá z požadavků z okruhů Aplikovaná pravděpodobnost, Pojištění, Finance a účetnictví.

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **1. Aplikovaná pravděpodobnost**

*Náhodné veličiny, číselné charakteristiky jejich rozdělení (momenty, kvantily)*

Rozdělení, hustota, distribuční funkce, střední hodnota, rozptyl, kvantil medián, šikmost, špičatost. Definice a základní vlastnosti

*Náhodné vektory, sdružené a podmíněné rozdělení, kovariance, korelace*

Rozdělení, hustota, distribuční funkce, vztah mezi sdruženým a marginálním rozdělením, podmíněná hustota, podmíněná střední hodnota, rozptylová matice, kovariance, korelace. Definice a základní vlastnosti.

### *Základní rozdělení pravděpodobností v pojistné matematice*

Rozdělení počtu škod, výše škod. Modely vysokých škod. Složená rozdělení. Aproximace složených rozdělení.

### *Odhady parametrů a jejich vlastnosti. Interval spolehlivosti*

Definice odhadu, konsistence, nestrannost, vychýlení, přesný a přibližný interval spolehlivosti, jejich konstrukce, interpretace a vztah k testování hypotéz.

### *Principy testování hypotéz*

Hypotéza, alternativa, test, testová statistika, kritický obor, kritické hodnoty, hladina, síla, p-hodnota.

### *Metoda maximální věrohodnosti*

Definice, účel, použití

### *Jednovýběrové, párové a dvouvýběrové testy*

T-testy, Kolmogorovovy-Smirnovovy testy, Wilcoxonovy testy. Předpoklady, hypotéza, alternativa, testová statistika, kritické hodnoty.

### *Analýza rozptylu*

Jednoduché třídění: předpoklady, hypotéza, alternativa, rozklad součtů čtverců, rozdělení součtu čtverců, F-test.

### *Model lineární regrese*

Předpoklady, formulace modelu, interpretace parametrů, metoda nejmenších čtverců, vlastnosti odhadů, testování hypotéz o regresních koeficientech.

### *Bayesův princip*

Apriorní a aposteriorní rozdělení. Konjugovaná rozdělení. Užití v tarifování podle škodního průběhu.

### *Zákon velkých čísel a centrální limitní věta*

Posloupnosti nezávislých náhodných veličin. Slabý a silný zákon velkých čísel. Centrální limitní věta. Centrální limitní věta pro nezávislé stejně rozdělené náhodné veličiny. Ljapunovovy podmínky.

### *Markovovy řetězce*

Definice. Matice pravděpodobností přechodu, limitní pravděpodobnosti. Užití Markovových řetězců v bonusových systémech. Markovovy procesy. Kolmogorovovy diferenciální rovnice. Poissonův proces. Pólyův proces.

### *Teorie kredibility*

Bühlmannův model. Přesná kredibilita. (Jedná se o Bühlmannův model s podmíněně nezávislými a stejně rozdělenými výšemi škod.)

### *Model kolektivního rizika*

Popis modelu. Pravděpodobnost ruinování, Lundbergova nerovnost, Cramérův vztah. Adjustační koeficient.

## **2. Pojištění**

### *Demografický model životního pojištění*

Zbývající doba života. Intenzita úmrtnosti. Aplikace úmrtnostních tabulek a k-mutačních čísel.

### *Kapitálové a důchodové pojištění*

Kapitálové pojištění pro případ smrti, dožití a smíšené, s proměnnou pojistnou částkou, s okamžitou výplatou pojistné částky. Důchodové pojištění s konstantními a proměnnými splátkami, področní. Běžné a jednorázové nettopojistné a bruttopojistné.

*Rezervy pojistného životních pojištění*

Nettorezerva a bruttorezerva standardních typů životního pojištění, zillmerování. Rozklad ztráty do jednotlivých let. Technický zisk.

*Modely pojištění osob s více dekrementy**Pojištění více životů**Solventnost pojišťovny, zajištění*

Solventnost pojišťovny. Základní formy zajištění. Stanovení zajistného.

*Technické rezervy neživotního pojištění*

Základní právní předpisy. Přehled rezerv. Rezervy na pojistná plnění. Metody analýzy vývojových trojúhelníků (zejména metoda chain-ladder a její varianty, separační metody).

*Tarifování*

Bühlmann-Straubův model. Systémy bonus-malus. Metody pro vytváření tarifní struktury. Stanovení sazeb v tarifní struktuře.

**3. Finance a účetnictví***Základy financí*

Základní pojmy. Časová hodnota peněz. Úrokování jednoduché, složené a spojitě, hodnotící úroková míra (cena kapitálu). Dekompozice úrokové míry. Hodnocení peněžních toků, jejich číselné charakteristiky (durace, konvexita, vnitřní míry výnosnosti, index ziskovosti, perioda návratnosti, vnitřní hodnota peněžního toku). Porovnávání investičních projektů. Finanční leasing. Inflace.

*Trhy cenných papírů*

Akcie. Dluhopisy kupónové, s nulovým kupónem a svolatelné. Čistá a hrubá cena dluhopisu, výnos do splatnosti, běžný výnos, alikvotní úrok. Výnosová křivka okamžitá a forwardová a její odhad. Finanční deriváty, forwardy, termínové kontrakty, opce, swapy, PUT-CALL parita. Model náhodné procházky, rizikově neutrální prostředí, Black-Scholesův model, implikovaná volatilita. Oceňování cenných papírů.

*Finanční riziko*

Směrodatná odchylka. Hodnota v riziku (VaR), podmíněná hodnota v riziku (CVaR), očekávaná extrémní ztráta (expected shortfall).

*Metody analýzy akciového trhu*

Markowitzova teorie portfolia. Výnos, očekávaný výnos a riziko portfolia. Konstrukce portfolia s minimálním rizikem při daném očekávaném výnosu při povolených a zakázaných prodejkách nakrátko, neexistence a existence bezrizikového aktiva. Sharpeova míra portfolia. Model utváření ceny kapitálových statků (CAPM). Příмка trhu cenných papírů (SML). Příмка kapitálového trhu (CML). Arbitrážní cenový model (APT). Hodnota firmy.

*Účetnictví*

Pojistná smlouva z hlediska účetnictví, koncepce odkládání a umořování, oceňování aktiv a závazků. Základní způsoby oceňování podle Mezinárodních standardů účetního výkaznictví. Standard IFRS4 pro pojistné smlouvy, testování postačitelnosti rezerv. Vyrovnávací rezervy.



**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Finanční a pojistná matematika (FPM)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP238	Náhodné procesy I	6	4/0 Zk	—
NSTP239	Náhodné procesy II	6	—	4/0 Zk
NSTP097	Statistika	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP009	Úvod do financí	3	—	2/0 Zk
NFAP007	Výpočetní prostředky finanční a pojistné matematiky	8	—	4/2 Z+Zk
NFAP022	Matematické metody ve financích	3	2/0 Zk	—
NFAP008	Finanční management	3	—	2/0 Zk
NFAP047	Životní pojištění 1	6	2/2 Z	—
NFAP048	Životní pojištění 2	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP045	Neživotní pojištění 1	3	2/0 Z	—
NFAP046	Neživotní pojištění 2	3	—	2/0 Zk
NFAP034	Teorie rizika	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP011	Seminář z aktuárských věd	3	0/2 Z	—
NFAP011	Seminář z aktuárských věd	3	—	0/2 Z
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—
NSZZ025	Diplomová práce III	15	—	0/10 Z

**Povinně volitelné předměty (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP050	Teorie pravděpodobnosti 1 <sup>1</sup>	6	4/0 Zk	—
NFAP013	Účetnictví	6	2/2 Z+Zk	—
NFAP006	Veřejné finance	3	—	2/0 Zk
NRFA075	Vybrané partie z funkcionální analýzy	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA069	Teorie míry a integrálu I	3	2/0 Zk	—
NMAA070	Teorie míry a integrálu II	6	—	2/2 Z+Zk
NSTP185	Pokročilé partie finanční matematiky *	3	—	2/0 Zk
NFAP001	Demografie *	3	—	2/0 Zk
NFAP012	Stochastické finanční modely *	3	2/0 Zk	—
NFAP014	Účetnictví II	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP005	Analýza investic *	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP017	Bankovníctví <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NFAP019	Pojišťovací právo	3	2/0 Zk	—
NEKN012	Optimalizace I	6	4/0 Zk	—
NFAP042	Kreditní riziko v bankovníctví *	3	—	2/0 Zk
NSTP175	Stochastická analýza ve finanční matematice *	3	2/0 Zk	—
NFAP053	Finanční deriváty I *	3	2/0 Zk	—

NFAP054	Finanční deriváty II *	3	—	2/0 Zk
NEKN009	Matematická ekonomie	6	—	4/0 Zk
NSTP198	Cvičení z náhodných procesů I <sup>1</sup>	3	0/2 Z	—
NSTP199	Cvičení z náhodných procesů II <sup>1</sup>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Doporučujeme, aby si student zapsal uvedené tři předměty.

<sup>2</sup> Přednáška se koná mimo MFF a počet posluchačů je omezen (zápis po dohodě s oddělením finanční a pojištné matematiky KPMS).

### 3.2. Matematická analýza

**Garantující pracoviště:** katedra matematické analýzy

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Ondřej Kalenda, Ph.D.

Matematická analýza (MA) zahrnuje řadu oblastí matematiky — teorii funkcí reálné a komplexní proměnné, teorii míry a integrálu, funkcionální analýzu, obyčejné i parciální diferenciální rovnice, teorii potenciálu aj. Jejich vývoj byl inspirován také potřebami fyziky, biologie, ekonomie a jiných věd. Díky velmi vysoké adaptabilitě získané studiem a schopnosti podílet se tvořivě na řešení problémů z celé řady oborů je uplatnění absolventů značně univerzální a není omezeno na pracoviště s čistě badatelským zaměřením.

#### Doporučený průběh studia

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NRFA050	<b>Funkcionální analýza I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA016	<b>Teorie funkcí komplexní proměnné I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR020	<b>Obyčejné diferenciální rovnice I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR044	<b>Parciální diferenciální rovnice I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NGEM002	<b>Úvod do analýzy na varietách</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	18		

#### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NRFA051	<b>Funkcionální analýza II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAA067	<b>Teorie funkcí komplexní proměnné II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA054	<b>Funkcionální analýza III</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR021	<b>Obyčejné diferenciální rovnice II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR045	<b>Parciální diferenciální rovnice II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—

NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b> <i>Volitelné předměty</i>	15 6	—	0/10 Z
---------	---	---------	---	--------

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Teorie míry a integrálu I, II (NMAA069, NMAA070) a Matematická analýza 2b (NMAA004).

### **Státní závěrečná zkouška**

#### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Matematická analýza (MA).
- Splnění alespoň 6 kreditů ze seznamu povinně volitelných předmětů oboru MA (blok C).
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

Doporučujeme, aby student získal v navazujícím magisterském studiu alespoň 15 kreditů za účast na seminářích. Výběr seminářů je vhodné konzultovat s vedoucím diplomové práce.

#### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Matematická analýza se skládá ze společných požadavků z okruhů Reálná a komplexní analýza, Funkcionální analýza a Diferenciální rovnice a z dalších požadavků souvisejících s tématem diplomové práce. Symbolem \*\* jsou označeny ty části, které jsou povinné pro posluchače, jejichž téma diplomové práce je zaměřeno na diferenciální rovnice, symbolem \* části, které jsou povinné pro posluchače, jejichž téma diplomové práce je zaměřeno na teorii funkcí.

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **Reálná a komplexní analýza**

###### *1. Teorie míry*

Míra, vnější míra, konstrukce míry z vnější míry, \*znaménkové míry a Hahnova věta o rozkladu\*, Fubiniova věta, věta o substituci (důkaz pro lineární transformace), Luzinova věta, \*Jegorovova věta\*, pojem Radonovy míry a Rieszova věta o reprezentaci (bd), Radon-Nikodymova věta (bd).

###### *2. Derivace a integrál*

Absolutně spojitě funkce a souvislost s neurčitým Lebesgueovým integrálem, funkce s konečnou variací a jejich souvislost s monotónními funkcemi, derivace monotónní funkce (bd).

### 3. Fourierovy řady

$L_1$ -teorie: Riemann-Lebesgueova věta, věta o lokalizaci, Diniho kritérium, Jordan-Dirichletovo kritérium (bd),  $(C,1)$ -sčítatelnost, Fejérová věta,  $L_2$ -teorie.

### 4. Holomorfní funkce

Lineární zobrazení v  $\mathbb{R}_2$  a  $\mathbb{C}$ , Cauchy-Riemannovy podmínky, primitivní funkce a křivkový integrál, Cauchyova věta a Cauchyův vzorec a jejich důsledky, vztah holomorfních funkcí a mocninných řad, věta o jednoznačnosti, princip maxima modulu, \*Moreraova věta\*, Jordanova věta (bd).

### 5. Izolované singularity holomorfních funkcí

Laurentovy řady, izolované singularity holomorfních funkcí, Casoratti-Weierstrassova věta, \*Picardova věta (bd)\*, reziduová věta, vlastnosti indexu bodu, aplikace reziduové věty.

### 6. Meromorfní funkce

Princip argumentu, Rouchéova věta, Mittag-Lefflerova věta, \*Rungeho věta\*, \*celé funkce\*.

### 7. Konformní zobrazení

Konformní zobrazení, inverze holomorfních funkcí, Schwarzovo lemma, Riemannova věta.

### 8. Holomorfní funkce více komplexních proměnných

Souvislost s mocninnými řadami, oddělená holomorfnost, \*Hartogsova věta (bd)\*.

### 9. Elementární analytické funkce

Logaritmus, obecná mocnina, funkce neomezeně pokračovatelné - věta o monodromii, izolované singularity.

## Funkcionální analýza

### 1. Banachovy prostory

Prostory spojitých lineárních operátorů, kompaktnost jednotkové koule, topologický doplněk, Hahn-Banachova věta a její důsledk, věta o otevřeném zobrazení a o uzavřeném grafu, princip stejnoměrné omezenosti a Banach-Steinhausova věta.

### 2. Hilbertovy prostory

Ortogonální projekce, věta o nejlepší aproximaci, reprezentace spojitě lineární formy, ortonormální báze.

### 3. Topologické lineární a lokálně konvexní prostory

\*Omezené množiny, omezené a spojitě operátory\*, oddělovací věty, \*podmínky metrizovatelnosti a normovatelnosti\*, extrémální body, Krejn-Milmanova věta

### 4. Slabé topologie v lokálně konvexních prostorech

Banach-Alaogluova věta, uzávěr konvexní množiny, \*Goldstinovo lemma\*, slabá kompaktnost a reflexivita v Banachových prostorech, Eberlain-Šmuljanova věta v Banachových prostorech (bd).

### 5. Spektrální teorie

Spektrum, rezolventa, spektrální poloměr prvku Banachovy algebry, rezolventní funkce a její vlastnosti, kompaktnost a neprázdnost spektra, vlastní čísla, vlastnosti množiny invertibilních prvků.

6. *Spektrum lineárního (i nespojitého) operátoru*

Kompaktní operátory, Fredholmovy věty (bd), adjungované zobrazení **\*\***(i pro nespojitý operátor)**\*\***, základní vlastnosti normálních a samoadjungovaných operátorů, Hilbert-Schmidtova věta o kompaktních normálních operátorech.

7. *Funkční kalkulus a spektrální rozklad*

Analytický funkční kalkulus pro operátory na Banachových prostorech, \*spojitý funkční kalkulus pro samoadjungované operátory\*, spektrální rozklad spojitého (bd) a **\*\***nespojitého samoadjungovaného operátoru (bd)**\*\***.

8. *Diferenciální počet v Banachových prostorech*

Gateauxova a Fréchetova derivace, věta o implicitních funkcích a lokálním difeomorfismu, existence minima pro slabě zdola polospojité konvexní funkcionál.

9. *Věty o pevných bodech*

Banachova věta, Brouwerova věta (bd), Schauderova věta, použití na diferenciální a integrální rovnice, topologický stupeň - principy konstrukce a základní vlastnosti.

10. *Integrální transformace*

Fourierova transformace funkcí z  $L_1$  a  $L_2$ , vlastnosti obrazu, obraz konvoluce a derivace, Plancherelova věta, inverzní transformace.

11. *Teorie distribucí*

Prostor testovacích funkcí, distribuce a základní operace s distribucemi, Schwartzův prostor a temperované distribuce, Fourierova transformace funkcí ze Schwartzova prostoru a temperovaných distribucí a její základní vlastnosti, užití v teorii diferenciálních rovnic.

**Diferenciální rovnice. A) Obyčejné diferenciální rovnice**

1. *Diferenciální rovnice  $n$ -tého řádu a soustavy  $n$  rovnic prvního řádu*

Pojem řešení a maximálního řešení, řešení se spojitou derivací, lokálně absolutně spojitě řešení, existence a jednoznačnost (Carathéodoryho podmínky, podmínky pro jednoznačnost, maximální řešení), spojitá závislost řešení na počátečních podmínkách a na parametrech (bd), vztah řešení a kompaktních podmnožin definičního oboru pravé strany.

2. *Soustavy lineárních diferenciálních rovnic a rovnic  $n$ -tého řádu*

Fundamentální systém, Liouvilleova formule, variace konstant, autonomní soustavy, soustavy s periodickou maticí a jejich transformace na autonomní soustavy, **\*\***okrajová úloha pro rovnice druhého řádu na kompaktním intervalu, adjungovaná úloha, Greenova funkce, samoadjungovaná úloha a úplný systém vlastních funkcí**\*\***.

3. *Diferencovatelnost řešení vzhledem k počátečním podmínkám*

**\*\***Diferencovatelnost řešení vzhledem k počátečním podmínkám, rovnice ve variacích (bd).**\*\***

4. *Autonomní soustavy*

Posunutí řešení v časové ose, trajektorie a fázový prostor řešení, stabilita stacionárního řešení, stabilní a nestabilní varieta stacionárního řešení (bd).

5. *Asymptotické vlastnosti*

**\*\***Asymptotické vlastnosti autonomních rovnic, limitní množiny, Poincaré-Bendixsonova teorie rovinných soustav (bd)**\*\***.

6. *Bifurkace.*

\*\*Jednoduché bifurkace stacionárního řešení autonomní rovnice (bd), Hopfova bifurkace (bd).\*\*

7. *Stabilita*

\*\*Stabilita a asymptotická stabilita (bd), metoda Ljapunovských funkcí (bd).\*\*

**Diferenciální rovnice. B) Parciální diferenciální rovnice**1. *Lokální řešitelnost Cauchyovy úlohy pro parciální diferenciální rovnice*

Věta Cauchyova-Kowalevské (bd), charakteristický směr a charakteristická plocha pro lineární parciální diferenciální rovnice a jejich význam, charakteristiky základních rovnic matematické fyziky.

2. *Cauchyho úloha pro rovnici vedení tepla.*

Řešení Cauchyovy úlohy pro rovnici vedení tepla, princip maxima a jednoznačnost řešení, závislost řešení na datech úlohy.

3. *Cauchyho úloha pro vlnovou rovnici*

Řešení úlohy, šíření vln v případě dimenzí 1, 2 a 3, jednoznačnost řešení.

4. *Dirichletova úloha pro eliptickou rovnici*

Greenova funkce a řešení Dirichletovy úlohy pro kouli a poloprostor, princip maxima a jednoznačnost řešení, závislost řešení na datech úlohy, harmonické funkce a jejich vlastnosti: princip maxima, věta o průměru, Liouvilleova věta, Harnackovy věty, odstranitelné singularity.

5. *Sobolevovy prostory*

Sobolevovy prostory pro  $p = 2$ . \*\*Sobolevovy prostory pro obecné  $p$ \*\*, hustota hladkých funkcí, věty o stopách, věty o spojitém a kompaktním vnoření (bd).

6. *Slabá řešení lineárních a nelineárních eliptických rovnic*

Slabá řešení okrajových úloh, jejich existence a jednoznačnost pomocí Laxovy-Milgramovy věty, použití vět o Fredholmově alternativě, \*\*regularita slabého řešení, souvislost s variačním počtem, nelineární eliptické rovnice, Galerkinova metoda a metoda monotonních operátorů.\*\*

7. *Lineární evoluční rovnice*

\*\*Slabá řešení obecné počátečně-okrajové úlohy, jejich existence a jednoznačnost energetickou metodou (založenou na apriorních odhadech).\*\*

**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Matematická analýza (MA)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NRFA050	<b>Funkcionální analýza I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA051	<b>Funkcionální analýza II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA054	<b>Funkcionální analýza III</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA016	<b>Teorie funkcí komplexní proměnné I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA067	<b>Teorie funkcí komplexní proměnné II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR020	<b>Obyčejné diferenciální rovnice I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR021	<b>Obyčejné diferenciální rovnice II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR044	<b>Parciální diferenciální rovnice I</b>	6	2/2 Z+Zk	—

NDIR045	<b>Parciální diferenciální rovnice II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NGEM002	<b>Úvod do analýzy na varietách</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

***Povinně volitelné předměty (blok C) studijního oboru Matematická analýza (MA)***

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAT039	Obecná topologie I	6	2/2 Z+Zk	—
NGEM010	Diferenciální geometrie	3	—	2/0 Zk
NRFA013	Teorie reálných funkcí 1 *	3	2/0 Zk	—
NRFA014	Teorie reálných funkcí 2 *	3	—	2/0 Zk
NDIR008	Teorie potenciálu I	3	2/0 Zk	—
NDIR055	Teorie potenciálu II *	3	—	2/0 Zk
NDIR060	Variační počet I *	3	2/0 Zk	—
NDIR061	Variační počet II *	3	—	2/0 Zk
NDIR051	Diferenciální rovnice pro pokročilé	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA077	Teorie derivace pro pokročilé I *	3	2/0 Zk	—
NMAA078	Teorie derivace pro pokročilé II *	3	—	2/0 Zk
NMAA075	Teorie integrálu pro pokročilé I *	3	2/0 Zk	—
NMAA076	Teorie integrálu pro pokročilé II *	3	—	2/0 Zk
NRFA045	Úvod do moderní teorie reálné interpolace I	3	2/0 Zk	—
NRFA076	Úvod do moderní teorie reálné interpolace II	3	—	2/0 Zk
NRFA071	Deskriptivní teorie množin I *	3	2/0 Zk	—
NRFA072	Deskriptivní teorie množin II *	3	—	2/0 Zk
NRFA079	Topologické metody ve funkcionální analýze I *	3	2/0 Zk	—
NRFA080	Topologické metody ve funkcionální analýze II *	3	—	2/0 Zk

\* Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### 3.3. Matematické metody informační bezpečnosti

**Garantující pracoviště:** katedra algebry

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Aleš Drápal, CSc.

Informační bezpečnost má dimenzi společenskou i matematickou a související matematika má dimenzi jak teoretickou, tak aplikovanou. Páteří teoretické výuky oboru je trojice navazujících přednášek o komutativních okruzích, algebraické geometrii v pozitivní charakteristice a eliptických křivkách. Důvodem je všeobecně rozšířené mínění, že eliptické křivky poskytují teoretický základ pro konstrukci perspektivních kryptosystémů. V předmětech, které popisují současné kryptosystémy na obecné rovině, jsou zastoupeny jak teoretické, tak aplikační aspekty. Základní koncepty jako jsou veřejný

klíč, jednosměrné funkce nebo autorizační schémata samozřejmě mají svou zjevnou společenskou motivaci. Společenský rozměr je pak zejména přítomen v těch přednáškách, které se dotýkají standardizace a právních aspektů.

Studium je koncipováno tak, aby na jednu stranu absolvent měl matematický základ natolik pevný a široký, aby mohl v rámci svého povolání bez potíží sledovat vývoj oboru a absorbovat nové metody, a současně aby na druhou stranu získal tolik informací o současných kryptosystémech, aby se bez problémů mohl rychle vpravit do problematiky, se kterou se setká v rámci praktického uplatnění. O absolventy budou mít zájem víceméně veškeré instituce a firmy v státním i soukromém sektoru, které pracují s koncepty utajování, ochrany a autorizace dat. Charakter studijního oboru dovoluje pomýšlet i na akademickou dráhu.

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

### 1. ročník

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMIB004	<b>Samoopravné kódy</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB005	<b>Teoretická kryptografie</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NMIB006	<b>Aplikovaná kryptografie I</b>	3	2/0 Zk	—
NMIB008	<b>Datové a procesní modely</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NALG100	Komutativní okruhy	6	4/0 Zk	—
NMIB003	<b>Počítačová algebra</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NMIB007	<b>Aplikovaná kryptografie II</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB013	Algebraická geometrie v kladné charakteristice	6	—	4/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	7		

### 2. ročník

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMIB002	Složitost pro kryptografii	6	4/0 Zk	—
NMIB015	<b>Eliptické křivky</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB016	<b>Členění kryptografických standardů</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB018	<b>Kryptografické protokoly</b>	3	2/0 Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NMIB011	Kryptoanalytické útoky	3	—	2/0 Zk
NMIB012	Kvantové počítače	3	—	2/0 Zk
NMIB014	Faktorizace velkých čísel	3	—	2/0 Zk
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka



ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předmět Teoretická kryptografie (NMIB005).

### **Státní závěrečná zkouška**

#### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Matematické metody informační bezpečnosti (MIB).
- Splnění alespoň 27 kreditů ze seznamu povinně volitelných předmětů (blok C).
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

#### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Matematické metody informační bezpečnosti se skládá z okruhů Složitost, konečná tělesa, počítačová algebra, Komutativní algebra a algebraická geometrie a Faktorizace velkých čísel, eliptické křivky, samoopravné kódy.

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **Složitost, konečná tělesa, počítačová algebra**

###### *1. Složitost*

Základní výpočetní modely a jejich polynomiální ekvivalence. Třídy P a NP, včetně příkladů. Obohacené výpočetní modely. Třídy BPP, P/poly a IP s příklady.

###### *2. Polynomy a konečná tělesa*

Okruhy polynomů, Eukleidův algoritmus (včetně aplikací jeho rozšířené verze) a dělitelnost. Konstrukce konečných těles. Ireducibilní a primitivní polynomy. Rozklady polynomů. Berlekampův algoritmus.

###### *3. Modulární aritmetika a modulární algoritmy*

Cyklické grupy a jejich struktura. Eulerova funkce. Algoritmické verze čínské věty o zbytku a navazující modulární algoritmy a jejich aplikace (aproximace, interpolace, sdílení klíče).

##### **Komutativní algebra a algebraická geometrie**

###### *1. Komutativní algebra*

Polynomiální okruhy a okruhy formálních mocninných řad. Hilbertova věta o bázi. Celistvá rozšíření, lomené ideály a divisory. Struktura komutativních noetherovských okruhů. Separabilní a inseparabilní rozšíření těles (algebraická i nealgebraická). Valuační, Dedekindovy a Prüferovy obory.

###### *2. Algebraická geometrie*

Afinní a projektivní algebraické množiny a variety, pole funkcí, singularity, homogenizace, afinní a projektivní uzávěr. Morfismy variet a křivek, racionální zobrazení křivek a jejich stupeň, separabilita a ryzí neseperabilita. Frobeniovo zobrazení. Grupa divisorů, Riemann-Rochova a Hurwitzova věta. Rod křivky. Počet bodů na křivce: Hasse-Weilova a Stöhr-Volochova věta.

**Faktorizace velkých čísel, eliptické křivky, samoopravné kódy**
**1. Faktorizace velkých čísel**

Metoda kvadratického síta a její vylepšení pomocí současného použití více polynomů. Síta v číselných tělesech.

**2. Eliptické křivky**

Aritmetika eliptických křivek (Weierstrassova rovnice, isomorfismy a endomorfismy, invarianty, sečný-tečný proces, vliv charakteristiky, dělicí polynomy, Weilovo párování) a jejich algoritmická složitost.

**3. Samoopravné kódy**

Cyklické kódy a jejich algebraická interpretace. Hammingovy, Reed-Mullerovy a BCH kódy. Dekódování - obecný a algoritmický pohled. Souvislost s designy. QR-kódy a Golayovy kódy.

**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Matematické metody informační bezpečnosti (MIB)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMIB004	<b>Samoopravné kódy</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB003	<b>Počítačová algebra</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NMIB005	<b>Teoretická kryptografie</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NMIB006	<b>Aplikovaná kryptografie I</b>	3	2/0 Zk	—
NMIB007	<b>Aplikovaná kryptografie II</b>	3	—	2/0 Zk
NMIB008	<b>Datové a procesní modely</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMIB015	<b>Eliptické křivky</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB016	<b>Členění kryptografických standardů</b>	6	4/0 Zk	—
NMIB018	<b>Kryptografické protokoly</b>	3	2/0 Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Povinně volitelné předměty (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMIB002	Složitost pro kryptografii	6	4/0 Zk	—
NMIB011	Kryptoanalytické útoky	3	—	2/0 Zk
NMIB012	Kvantové počítače	3	—	2/0 Zk
NMIB014	Faktorizace velkých čísel	3	—	2/0 Zk
NALG100	Komutativní okruhy	6	4/0 Zk	—
NMIB013	Algebraická geometrie v kladné charakteristice	6	—	4/0 Zk
NMIB009	Standardy v kryptografii	3	—	2/0 Zk
NMIB010	Aplikace bezpečnostních mechanismů	3	—	2/0 Zk
NMIB017	Právní aspekty zabezpečení dat	3	2/0 Zk	—
NALG017	Úvod do teorie grup	6	2/2 Z+Zk	—
NMAA021	Úvod do komplexní analýzy	6	2/2 Z+Zk	—

NRFA075	Vybrané partie z funkcionální analýzy	6	—	2/2 Z+Zk
NDMA001	Teorie grafů a algoritmy pro matematiky 1	5	—	2/2 Z+Zk
NALG108	Úvod do matematické logiky	3	2/0 Zk	—
NALG117	Úvod do složitosti CSP	3	2/0 Zk	—
NPRG031	Programování II	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NPRM046	Programování III pro neinformatiky	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk

### 3.4. Matematické modelování ve fyzice a technice

**Garantující pracoviště:** Matematický ústav UK

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.

Studijní obor Matematické modelování ve fyzice a technice (MOD) je mezioborovým studiem, které spojuje matematiku a fyziku.

Fyzikální část vede studenta k získání schopnosti problému "reálného světa" formulovat, vytvářet modely či je umět modifikovat ve spolupráci se specialisty nematematiky. K tomu cílí studenti během studia získají přehled úspěšným absolvováním přednášek z obecných i speciálních fyzikálních disciplin.

V matematické části studenti získávají znalosti v partiích moderní matematiky (s důrazem na diferenciální rovnice a numerické metody) tak, aby byli schopni analyzovat fyzikální modely, navrhovat numerická schémata k jejich aproximaci i provést počítačové simulace.

#### *Doporučený průběh studia*

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně, doporučené volitelné předměty italikou.

#### 1. ročník

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIR044	<b>Parciální diferenciální rovnice I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD012	<b>Mechanika kontinua</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NMOD104	<b>Matematické modelování ve fyzice 1</b>	3	2/0 Zk	—
NNUM001	<b>Přibližné a numerické metody 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR020	<b>Obyčejné diferenciální rovnice I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR045	<b>Parciální diferenciální rovnice II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD204	<b>Matematické modelování ve fyzice 2</b>	3	—	2/0 Zk
NOFY036	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b>	7	—	3/2 Z+Zk
NRFA050	<b>Funkcionální analýza I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	4		

**2. ročník**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIR057	<b>Mechanika nenewtonovských tekutin</b>	3	—	2/0 Zk
NMOD040	<b>Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 1</b>	3	2/0 Zk	—
NNUM002	<b>Přibližné a numerické metody 2</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NMOD035	<b>Termodynamika kontinua</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD041	<b>Počítačové řešení úloh fyziky kontinua</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	<i>Volitelné předměty</i>	12		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

**Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Úvod do funkcionální analýzy (NRFA006) a Mechanika kontinua (NMOD012).

**Státní závěrečná zkouška****Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Matematické modelování ve fyzice a technice.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

**Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Matematické modelování ve fyzice a technice se skládá z požadavků z okruhů Moderní analýza a diferenciální rovnice, Matematické modelování a numerické metody, Vybrané partie z fyziky.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky****1. Moderní analýza a diferenciální rovnice***Teorie funkcí komplexní proměnné*

Derivace, holomorfní funkce, Cauchyova věta a Cauchyův vzorec, izolované singularity, reziduová věta, meromorfní funkce, konformní zobrazení, Fourierova a Laplaceova transformace.

### *Funkcionální analýza*

Metrické prostory, vektorové prostory, normované lineární prostory, teorie lineárních operátorů, Hilbertovy a Banachovy prostory, spojité lineární funkcionály, Hahn-Banachova věta, Fredholmovy věty, řešení integrálních rovnic, řešení nelineárních operátorových rovnic: metoda monotonních operátorů, Banachova věta, věty Brouwerova a Schauderova, Lebesgueovy a Sobolevovy prostory a jejich duály.

### *Obyčejné diferenciální rovnice*

Lokální existence řešení obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu (klasická a zobecněná teorie), jednoznačnost, maximální řešení, lineární rovnice vyšších řádů, soustavy lineárních rovnic prvního řádu a jejich řešení.

### *Parciální diferenciální rovnice*

Lineární rovnice 1. řádu, metoda charakteristik, klasifikace rovnic 2. řádu, formule základních úloh pro jednotlivé typy rovnic, jejich řešitelnost, Fourierova metoda, vlastnosti harmonických funkcí, slabá řešení eliptických úloh, metoda monotonních operátorů, zobecněná řešení pro parabolickou a hyperbolickou rovnici.

## **2. Matematické modelování a numerické metody**

### *Základy numerické matematiky*

Základní numerické metody: interpolace, aproximace, řešení úloh lineární algebry, řešení nelineárních rovnic. Počáteční úlohy pro obyčejné diferenciální rovnice. Soustavy diferenciálních rovnic. Optimalizace.

### *Numerické metody řešení diferenciálních rovnic*

Diskrétní metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic; metoda sítí pro řešení eliptických, parabolických a hyperbolických úloh; diskretizace, řešitelnost diskrétních soustav, konvergence, stabilita, iterační metody pro řešení velkých soustav lineárních rovnic.

### *Metoda konečných prvků*

Metoda konečných prvků pro řešení eliptických rovnic: triangulace oblasti, po částech polynomiální aproximace, interpolace v Sobolevových prostorech, odhad chyby, příklady konečných prvků.

### *Matematické metody ve fyzice*

Formulace zákonů zachování ve tvaru diferenciálních rovnic, Eulerovy a Navierovy-Stokesovy rovnice, nevazké nevířivé proudění - formulace pomocí potenciálu rychlosti a proudové funkce, úloha pro vazké nestlačitelné proudění.

Základní pojmy z teorie pružnosti, tenzor napětí, tenzor deformace, Hookův zákon, Lamého rovnice.

## **3. Vybrané partie z fyziky**

### *Klasická mechanika*

Základní principy klasické mechaniky a jejich aplikace na konkrétní systémy: mechanika hmotného bodu a soustav hmotných bodů. Princip virtuální práce, Lagrangeovy a Hamiltonovy rovnice, variační principy, kinematika a dynamika tuhého tělesa.

### *Mechanika kontinua*

Tenzorová algebra a analýza, tenzory velké deformace, infinitezimální deformace. Bilanční rovnice, Cauchyho věta, tenzor napětí, konstituční vztahy, princip objektivit,

materiálová symetrie. Tekutiny, pevné látky, elastické látky, ideální, newtonovské a newtonovské tekutiny, elastické pevné látky. Formulace okrajových úloh a jednoduché příklady jejich řešení.

#### *Termodynamika*

Termodynamické veličiny, stav systému - I. zákon termodynamiky. Termodynamický proces, entropie - II. zákon termodynamiky. Principy konstitutivní teorie reálných materiálů. Důsledky principu časové nevratnosti procesů a principu maximální pravděpodobnosti stavu. Konstitutivní vztahy pro termoviskoelastické těleso, termoviskoelastickou tekutinu a termodynamické podmínky stability jejich stavů. Klasická nerovnovážná termodynamika, princip minimální disipace energie a minimální produkce entropie. Rozšířená nerovnovážná termodynamika, zobecněná definice entropie pro lokálně nerovnovážné stavy.

#### *Statistická fyzika*

Soubory ve statistické fyzice, Liouvilleova rovnice, mikrokanonický, kanonický a velký kanonický soubor, Maxwellovo-Boltzmannovo, Fermiho-Diracovo a Boseovo-Einsteinovo rozdělení, záření černého tělesa, stavová rovnice plynů.

#### *Kvantová mechanika*

Základní pojmy a postuláty kvantové mechaniky, Schrödingerova rovnice, relace neurčitosti, jednočásticové a dvoučásticové problémy, lineární harmonický oscilátor, částice v potenciálové jámě, přibližné metody kvantové mechaniky, spin.

#### *Elektromagnetické pole a speciální teorie relativity*

Magnetostatika: proud a Ohmův zákon, Ampérův a Biot - Savartův zákon, vektorový potenciál. Magnetické pole různých zdrojů. Elektromagnetismus: elektromagnetická indukce, Maxwellovy rovnice, Lorentzova síla, světlo a radiové vlny, energie a hybnost pole, elektrické obvody. Speciální teorie relativity: Minkowského prostoročas, kinematické efekty, dynamika relativistické částice, relativistická formulace elektromagnetického pole.

### ***Povinné předměty (blok B) studijního oboru Matematické a počítačové modelování ve fyzice a v technice (MOD)***

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIR020	<b>Obyčejné diferenciální rovnice I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR044	<b>Parciální diferenciální rovnice I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR045	<b>Parciální diferenciální rovnice II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR057	<b>Mechanika nenewtonovských tekutin</b>	3	—	2/0 Zk
NMOD012	<b>Mechanika kontinua</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NMOD035	<b>Termodynamika kontinua</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD040	<b>Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 1</b>	3	2/0 Zk	—
NMOD041	<b>Počítačové řešení úloh fyziky kontinua</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD104	<b>Matematické modelování ve fyzice 1</b>	3	2/0 Zk	—

NMOD204	<b>Matematické modelování ve fyzice 2</b>	3	—	2/0 Zk
NNUM001	<b>Přibližné a numerické metody 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM002	<b>Přibližné a numerické metody 2</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NOFY036	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b>	7	—	3/2 Z+Zk
NRFA050	<b>Funkcionální analýza I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Doporučené volitelné předměty (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIR010	<i>Matematická teorie Navierových-Stokesových rovnic</i>	3	—	2/0 Zk
NDIR021	<i>Obyčejné diferenciální rovnice II</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR042	<i>Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice I</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NDIR043	<i>Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice II</i>	5	—	2/1 Z+Zk
NDIR051	<i>Diferenciální rovnice pro pokročilé</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR058	<i>Hyperbolické systémy a zákony zachování</i>	3	—	2/0 Zk
NDIR059	<i>Speciální metody v parciálních diferenciálních rovnicích</i>	3	2/0 Zk	—
NMOD014	<i>Úvod do teorie optimalizace</i>	3	2/0 Zk	—
NMOD015	<i>Vybrané problémy matematického modelování</i>	3	—	0/2 Z
NMOD036	<i>Biotermodynamika</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD044	<i>Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 2</i>	3	—	2/0 Zk
NMOD101	<i>Matematické metody v mechanice tekutin 1</i>	3	2/0 Zk	—
NMOD105	<i>Tvarová a materiálová optimalizace 1</i>	3	2/0 Zk	—
NMOD201	<i>Matematické metody v mechanice tekutin 2</i>	3	—	2/0 Zk
NMOD205	<i>Tvarová a materiálová optimalizace 2</i>	3	—	2/0 Zk
NMOD206	<i>Seminář z mechaniky kontinua 1</i>	3	0/2 Z	—
NMOD207	<i>Seminář z mechaniky kontinua 2</i>	3	—	0/2 Z
NNUM006	<i>Numerická lineární algebra</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM018	<i>Numerický software 1</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM019	<i>Numerický software 2</i>	6	—	2/2 Z+Zk

NUM130	<i>Témata z numerické a aplikované lineární algebry 1</i>	3	2/0 Zk	—
NUM230	<i>Témata z numerické a aplikované lineární algebry 2</i>	3	—	2/0 Zk
NOFY003	<i>Teoretická mechanika</i>	7	3/2 Z+Zk	—
NOFY027	<i>Úvod do kvantové mechaniky</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NOFY043	<i>Vybrané kapitoly z kvantové mechaniky</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG041	<i>Programování v C++</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA018	<i>Nelineární funkcionální analýza</i>	3	2/0 Zk	—
NTMF034	<i>Elektromagnetické pole a speciální teorie relativity</i>	5	—	2/1 Zk

### 3.5. Matematické struktury

**Garantující pracoviště:** katedra algebry

**Odpovědný učitel:** Mgr. Jan Žemlička, Ph.D.(KA)

Vývoj matematiky se od konce minulého století do značné míry děje cestou definice nových matematických struktur a jejich následnou analýzou. Tento vývoj však není samoúčelný, nýbrž vyjadřuje pozoruhodnou a nesamozřejmou zkušenost, že zkoumání vhodně definované obecné struktury přináší informace o zcela konkrétních objektech.

Studijní obor Matematické struktury (STR) nabízí studium těch částí matematiky, ve kterých se strukturální přístup prosadil nejvýrazněji. Student absolvuje blok základních přednášek, které ho uvádějí do jednotlivých oborů, a poté si vybírá z bohaté nabídky úžeji orientovaných témat. Zhruba řečeno se zaměří hlouběji buď na algebru a logiku nebo na topologii a geometrii. Do toho rámce jsou přitom zahrnuty i příbuzné obory, jako jsou diskrétní matematika, dynamika, harmonická analýza, teorie kategorií a teorie množin.

Studijní obor není orientován pouze na výchovu budoucích vědců. Řada přednášek se totiž týká teoretických základů předmětů, které mají široké praktické uplatnění. Posluchač se tak může profilovat směrem k informatice (automaty, přepisovací systémy, teorie modelů, kombinatorické algoritmy, složitost, kódy a konečná tělesa), nebo směrem k modelování společenských a přírodních procesů (dynamika, chaos, ergodická teorie, stochastické procesy), případně též k matematické fyzice (teorie grup, nekomutativní geometrie, teorie twistorů).

#### **Doporučený průběh studia**

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### **1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEM002	<b>Úvod do analýzy na varietách</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NALG017	<b>Úvod do teorie grup</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NALG018	<b>Úvod do teorie Lieových grup</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NLTM006	<b>Základy matematické logiky</b>	3	—	2/0 Zk
NMAT039	<b>Obecná topologie I</b>	6	2/2 Z+Zk	—



NALG028	<b>Okruhy a moduly</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NALG015	<b>Komutativní algebra 1</b>	6	—	3/1 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	9		
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAT001	<b>Základy teorie kategorií</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	12		
	<i>Volitelné předměty</i>	18		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

**Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Matematická analýza 2b (NMAA004), Algebra I, II (NALG026, NALG027) a Diferenciální geometrie křivek a ploch (NGEM012).

**Státní závěrečná zkouška****Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Matematické struktury (STR).
- Splnění alespoň 15 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního oboru Matematické struktury (STR).
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

Doporučujeme, aby student získal v navazujícím magisterském studiu alespoň 15 kreditů za účast na seminářích. Výběr seminářů je vhodné konzultovat s vedoucím diplomové práce.

**Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Matematické struktury se skládá ze společných požadavků z okruhů Algebra a logika a Geometrie a topologie a z požadavků užšího zaměření. Toto zaměření si posluchač určí volbou jednoho z témat uvedených níže.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky****I. Společné požadavky****I.1. Algebra a logika***1. Grupy*

Normální a subnormální řady. Zassenhausovo lemma a jeho důsledky. Horní a dolní centrální řada, stupeň nilpotence nilpotentní grupy a charakterizace konečných nilpotentních grup. Sylowovy věty. Komutant, řešitelné grupy. Struktura konečně generovaných Abelových grup. Působení grupy na množině a základní vlastnosti permutačních grup (jádro a stabilizátor působení, působení translací a konjugací.)

*2. Okruhy a moduly*

Struktura polojednoduchých (= totálně rozložitelných) modulů. Wedderburn-Artinova věta. Noetherovské a artinovské moduly, moduly konečné délky. Noetherovské a artinovské okruhy. Hopkinsova věta. Hilbertova věta o bázi. Moduly nad algebrami cest orientovaných grafů jako lineární representace těchto grafů. Volné moduly. Projekтивní a injektivní moduly a jejich vztah k funktorům Hom. Kaplanského charakterizace projekтивních modulů. Struktura injektivních modulů nad noetherovskými okruhy. Struktura divizibilních abelovských grup.

*3. Komutativní algebry*

Základy teorie komutativních noetherovských okruhů, Věta Artin-Reesova. Lomené ideály a Dedekindovy obory. Rozšíření homomorfizmů a valuační obory. Celistvá a slabě celistvá rozšíření oborů a okruhů.

*4. Matematická logika*

Výroková logika: dedukce, pravdivost, algebra výroků, filtry na algebrách výroků, normální tvary výroků. Dokazatelné, nerozhodnutelné a konsistentní výroky. Predikátová logika: jazyk 1. řádu, teorie, dokazatelnost, spornost, věty o dokazování, semantický model teorie 1. řádu, pravdivost, věta o existenci modelu, o kompaktnosti, o úplnosti. Úplnost teorie. Diagram, základní vztahy mezi modely, podmodel, rozšíření, elementární rozšíření, homomorfní, isomorfní a elementární vnoření. Příklady teorii a jejich základních vlastností, zejména s ohledem na úplnost (teorie uspořádání, Booleových algeber, aritmetiky, grafu). Teorie množin jako teorie 1. řádu.

**I.2. Geometrie a topologie***1. Diferenciální geometrie*

Křivky v  $E^3$ , Frenetovy formule, křivost a torze a jejich význam. Rovinné křivky. Křivky s konstantní křivostí a torzí. Plochy v  $E^3$ , první a druhá fundamentální forma, hlavní, Gaussova a střední křivost a jejich význam. Význačné křivky na ploše (hlavní, asymptotické křivky). Plochy s konstantní Gaussovou křivostí, přímkové plochy, minimální plochy (stručná charakterizace). Pojem kovariantní derivace na ploše, geodetické křivky na ploše. Příklady geodetických křivek.

*2. Komplexní analýza*

Holomorfní funkce, Cauchy-Riemannovy podmínky. Cauchyova věta, Cauchyova integrální formule a její aplikace na výpočet integrálu. Taylorova a Laurentova řada, příklady funkcí komplexní proměnné vzniklých rozšířením reálných funkcí (např. log, exp, goniometrické funkce). Residuum a residuová věta, základní příklady na výpočet integrálů.

### 3. Funkcionální analýza

Banachovy prostory, Hilbertovy prostory, jejich základní vlastnosti, příklady. Spojitá lineární zobrazení a jejich vlastnosti, Hahn-Banachova věta, věta o uzavřeném zobrazení, věta o uzavřeném grafu. Základy spektrální teorie kompaktních operátorů v Hilbertově prostoru. Adjungované operátory, samoadjungované operátory a jejich vlastnosti.

### 4. Obecná topologie

Topologický prostor, jeho základní popisy (otevřené a uzavřené množiny, uzávěrová operace, okolí atd.) Spojitá zobrazení a homeomorfismy. Podprostory, faktorprostory. Oddělovací axiomy a jejich význam pro vlastnosti prostoru. Separabilní topologické prostory, existence spočetné báze otevřených množin. Metrický prostor jako topologický prostor. Kompaktní prostory a jejich vlastnosti. Parakompaktní prostory, rozklad jednotky (existence). Příklady topologických prostorů s vymezenými vlastnostmi.

## II. Užší zaměření

### B1. Harmonická analýza a teorie reprezentací (HA)

#### 1. Algebraická topologie

Fundamentální grupa prostoru — základní vlastnosti. Singulární homologická a kohomologická teorie, jejich základní vlastnosti. CW-komplexy — jejich elementární vlastnosti a určení jejich homologických grup. Některé aplikace algebraické topologie v analýze, topologii a geometrii. De Rhamova věta.

#### 2. Teorie reprezentací

Klasifikace jednoduchých Lieových algeber. Souvislost mezi reprezentacemi Lieových grup a algeber. Klasifikace konečně-dimensionálních reprezentací klasických Lieových algeber pomocí nejvyšších vah. Charaktery reprezentací, některé formule pro charaktery.

#### 3. Analýza na varietách

Vnější algebra vektorového prostoru, Diferenciální formy na varietě a jejich integrace. Forma objemu na riemannovské varietě a integrace funkcí. Variety s krajem, Stokesova věta.

#### 4. Harmonická analýza

Homogenní prostory. Základní problémy harmonické analýzy na homogenních prostorech, invariantní operátory. Příklady (euklidovská rovina, sféra, hyperbolická rovina).

### B2. Riemannova geometrie (RG)

#### 1. Analýza na varietách

Vnější algebra vektorového prostoru, diferenciální formy na varietě a jejich integrace. Variety s krajem, Stokesova věta. Forma objemu na riemannovské varietě a integrace funkcí.

#### 2. Riemannova geometrie

Definice afinní konexe a kovariantního derivování. Paralelní přenos vektoru podél křivky na varietě s konexí, geodetické křivky a jejich základní vlastnosti, exponenciální zobrazení v bodě variety. Pojem Riemannovy metriky a Riemannovy variety, izometrie Riemannových variet. Existence a jednoznačnost Riemannovy konexe, extrémální vlastnosti geodetické křivky na Riemannově varietě. Prostory s konstantní křivostí. Divergence, gradient a Laplaceův operátor na Riemannově varietě.

### 3. Algebraická topologie

Fundamentální grupa prostoru — základní vlastnosti. Singulární homologická a kohomologická teorie, jejich základní vlastnosti. CW-komplexy — jejich elementární vlastnosti a určení jejich homologických grup. Některé aplikace algebraické topologie v analýze, topologii a geometrii. De Rhamova věta.

### 4. Homogenní prostory

Lieovy grupy a homogenní prostory. Invariantní formy a konexe na homogenním prostoru. Příklady klasických prostorů.

## B3. Algebra v přírodních vědách (AP)

### 1. Teorie reprezentací

(a) Reprezentace grup: základní pojmy, reprezentace grup jako moduly nad grupovými algebry; Maschkeho věta, věty o ortogonalitě, věta o stupni ireducibilní reprezentace, reprezentace nad tělesem komplexních čísel, tabulky charakterů; základní vlastnosti modulárních reprezentací.

(b) Reprezentace algeber: algebry cest grafů, lineární reprezentace grafů jako moduly nad algebry cest, příklady.

### 2. Kategorie modulů a homologická algebra

(a) Moritovská ekvivalence okruhů, adjungovanost funktorů Hom a tenzorového součinu; Moritova charakteristická ekvivalence.

(b) Funktory Ext a Tor, jejich konstrukce a základní vlastnosti; homologická dimenze okruhů a modulů; vztah Ext a rozšíření modulů.

### 3. Aproximace modulů

(a) Základní pojmy, metody dekonstrukce kotorzních párů, aproximace třídami modulů omezené homologické dimenze.

(b) Vychylující aproximace: základní vlastnosti a příklady, vztahy k Moritovské ekvivalenci a k Bassovým hypotézám.

### 4. Komutativní algebra

(a) Lokalizace a ploché moduly, prvoideály a primární rozklady, Krullova věta, Krullova dimenze, I-adická zúplnění.

(b) Celistvá rozšíření, valuační, Dedekindovy a Prüferovy obory.

## B4. Algebra v informatice (AI)

### 1. Univerzální algebra a přepisující systémy

Subdirektně ireducibilní algebry. Volné algebry, variety, Birkhoffova věta. Věty Malcevova typu Variety s distributivními kongruencemi. Konvergence v grafech. Unifikace termů. Kritické dvojice pro přepisující systém. Knuth-Bendixův algoritmus. Simplifikační dobré kvaziuspořádání a jeho význam pro terminovanost, Knuth-Bendixovo kvaziuspořádání.

### 2. Počítačová algebra

Karacubův a Strassenův algoritmus. Rychlá Fourierova transformace, rychlé násobení. Rozšířený Euklidův algoritmus a jeho varianty. Modulární reprezentace, zobecněná čínská věta o zbytcích. Garnerův algoritmus na interpolaci polynomů. Berlekampův algoritmus na faktorizaci polynomů. Groebnerovy báze, Buchbergerův algoritmus, aplikace.

### 3. Kombinatorická teorie grup

Volné součiny grup a jejich prezentace, Nielsenova a Reidemeister-Schreierova metoda použitá pro podgroupy volných grup. HNN rozšíření a volné součiny s amalgamovanou podgrupou včetně normální formy a Brittonova lemmatu. Fundamentální grupa 2-komplexu. Problém slov a konjugace, jejich rozhodnutelnost.

### 4. Kódy

Kapacita kanálu, pravděpodobnost chyby a Shannonova věta, odhady a meze, perfektní kódy. Lineární, cyklické, Hammingovy, Reed-Mullerovy, Golayovy, BCH a QR kódy. Metody dekódování.

## B5. Matematická logika a teorie množin (ML)

### 1. Nerozhodnutelnost a neúplnost

Rekursivní funkce a rekursivně spočetné množiny. Formalisace syntaxe. Rozhodnutelné a nerozhodnutelné teorie. Gödelova a Rosserova věta o neúplnosti. Formalisace dokazatelnosti, nedokazatelnost bezspornosti, Lobova věta. Nestandardní modely přirozených čísel.

### 2. Teorie modelů

Existence modelů, kompaktnost, Lowenheim-Skolemovy věty. Diagramy, homomorfismus, vnoření. Řetěz modelů. Lindenbaumovy algebry. Typy, věta o pomíjení typů a její důsledky. Saturevané modely, jednoznačnost, existence, aplikace. Omega-kategoričnost. Universální, homogenní a minimální modely. Ultraprodukt, fundamentální věta, regulární ultramocnina.

### 3. Transfinitní čísla, transitivní modely

Ordinální funkce, ordinální a kardinální aritmetika. Velké kardinály, nedosažitelný a měřitelný kardinál. Ramseyovy věty. Fundované relace, fundovaná indukce a rekurse. Věta o kolapsu a kompresi, fundované jádro. Transitivní modely. Konstruovatelné množiny.

### 4. Generické rozšíření. Nestandardní teorie

Booleovské universum. Generické rozšíření. Algebra  $C(\kappa)$ . Negace hypotézy kontinua. Nestandardní teorie množin: standardní, internální a externální množiny. Princip standardisace, saturevanosti a finitarisace. Nestandardní čísla, spojitost, derivace.

## B6. Univerzální algebra a matematická logika (UL)

### 1. Univerzální algebra a přepisující systémy

Subdirektně ireducibilní algebry. Volné algebry, variety, Birkhoffova věta. Věty Malcevova typu Variety s distributivními kongruencemi. Konvergence v grafech. Unifikace termů. Kritické dvojice pro přepisující systém. Knuth-Bendixův algoritmus. Simplifikační dobré kvaziuspořádání a jeho význam pro terminovanost, Knuth-Bendixovo kvaziuspořádání.

### 2. Kombinatorická teorie grup

Volné součiny grup a jejich prezentace, Nielsenova a Reidemeister-Schreierova metoda použitá pro podgroupy volných grup. HNN rozšíření a volné součiny s amalgamovanou podgrupou včetně normální formy a Brittonova lemmatu. Fundamentální grupa 2-komplexu. Problém slov a konjugace, jejich rozhodnutelnost.

### 3. Teorie modelů

Existence modelů, kompaktnost, Lowenheim-Skolemovy věty. Diagramy, homomorfismus, vnoření. Řetěz modelů. Lindenbaumovy algebry. Typy, věta o pomíjení typů a její důsledky. Saturované modely, jednoznačnost, existence, aplikace. Omega-kategoričnost. Universální, homogenní a minimální modely. Ultraprodukt, fundamentální věta, regulární ultramocnina.

### 4. Nerozhodnutelnost a neúplnost

Rekursivní funkce a rekursivně spočetné množiny. Formalisace syntaxe. Rozhodnutelné a nerozhodnutelné teorie. Gödelova a Rosserova věta o neúplnosti. Formalisace dokazatelnosti, nedokazatelnost bezspornosti. Lobova věta. Nestandardní modely přirozených čísel.

## B7. Obecná topologie a teorie kategorií (TTK)

### 1. Obecná topologie

Základní topologické pojmy. Kompaktní a lokálně kompaktní prostory — Tichonovova věta, kompaktifikace, Čech-Stoneova kompaktifikace, kontinua. Pokrývací vlastnosti — kolektivní normalita, Lindelofovy prostory, parakompaktnost, metrizační věty. Metrizační prostory — úplnost, totální omezenost, čechovsky úplné prostory, Baireova věta. Uniformní prostory — stejnoměrně spojitá zobrazení, vztah k topologii, jemná uniformita, uniformizovatelnost, úplnost. Teorie dimenze: dim, ind, Ind, věty o monotonii, věty o shodě dimenzí, příklady.

### 2. Topologické grupy a Lieovy grupy

Topologické grupy — levá a pravá uniformita, věta o otevřené podgrupě, volné topologické grupy. Základy teorie Lieových grup, příklady Lieových grup.

### 3. Teorie kategorií

Základní pojmy teorie kategorií, Speciální funktory, Yonedovo lemma, Yonedovo vnoření. Koma-kategorie, hustota. Adjungované funktory, věty o adjungovaných funktorech (AFT a SAFT) a jejich použití. Aplikace v obecné topologii a algebře.

### 4. Algebraická topologie

Fundamentální grupa prostoru — základní vlastnosti. Singulární homologická a kohomologická teorie, jejich základní vlastnosti. CW-komplexy — jejich elementární vlastnosti a určení jejich homologických grup. Některé aplikace algebraické topologie v analýze, topologii a geometrii. Věta o universálních koeficientech a Kunnethova formule.

## B8. Dynamika (DYN)

### 1. Systémy diferenciálních rovnic

Systémy diferenciálních rovnic prvního řádu, stacionární body a jejich stabilita, linearizace, stabilní a nestabilní varieta, Ljapunovovy funkce, strukturální stabilita, bifurkace.

### 2. Dynamické systémy

Topologické dynamické systémy, trajektorie, pseudotrajektorie, periodické body a jejich stabilita, minimální, transitivní a chaotické systémy, distální a proximální systémy, atraktory, oblasti atrakce, rekurentní body, symbolická dynamika, topologická entropie.

### 3. Stochastické procesy

Stochastické procesy a jejich rozdělení, korelační funkce, stacionární procesy, Markovské procesy a řetězce.

#### 4. Ergodická teorie

Metrické dynamické systémy, ergodické věty (von Neumannova a Birkhoffova), dekompozice invariantní míry na ergodické složky, isomorfismus a spektrální ekvivalence, Lebesgueovo a bodové spektrum, entropie.

### **B9. Teorie grafů a kombinatorické algoritmy (TG)**

#### 1. Grafy

Orientované a neorientované grafy, isomorfismus grafů. Prostor cyklů v grafu. Stromy, ekvivalentní definice, počet stromů, isomorfismus stromů. Kostry grafu, počet koster grafu. Hamiltonovské kružnice. Souvislost grafu. Barevnost grafu a hranová barevnost. Rovinné grafy, Eulerův vztah, Kuratowského věta, barevnost rovinných grafů. Bipartitní grafy. Tuttova věta. Náhodné grafy a pravděpodobnostní metoda. Szemerédi Regularity Lemma a Removal Lemma.

#### 2. Kombinatorika

Kombinatorické počítání, princip inkluze a exkluze, vytvářející funkce. Hallova věta o systému různých reprezentantů, Birkhoffova věta o bistochastických maticích. Ramseyova teorie, Schurovo lemma, Hales-Jewettova věta, van der Wardenova věta.

#### 3. Algoritmy

Dijkstrův algoritmus pro nejkratší cestu. Algoritmy pro toky v sítích. Hledání párování v bipartitních obecných grafech. Minimální kostra grafu, hladový algoritmus a jeho souvislost s matroidy.

#### 4. Výpočetní složitost

Modely výpočtu (Turingův stroj), vztahy mezi časovými a prostorovými mírami a determinismem a nedeterminismem. Savitchova věta. Úplné problémy pro třídy NP a PSPACE. Polynomiální hierarchie. Pseudopolynomiální algoritmy. Aproximační algoritmy a schémata.

### **B10. Kombinatorická geometrie a geometrické algoritmy (KG)**

#### 1. Konvexita

Věty o konvexních množinách, vlastnosti konvexních mnohostěnů (např. kombinatorická složitost), perfektní grafy, konvexita a kombinatorické optimalizace (elipsoidová metoda, lineární programování).

#### 2. Kombinatorická geometrie

Složitost arrangementu nadrovin (věta o zóně), kombinatorika bodů a přímek v rovině, geometrické reprezentace grafů a uspořádaných množin (průnikové a inkluzní).

#### 3. Výpočetní geometrie

Voroného diagram a Delaunayova triangulace, arrangementy nadrovin, strategie návrhu geometrických algoritmů (pravděpodobnostní, inkrementální), příklady efektivních algoritmů pro konkrétní problémy (problém lokalizace bodu, výpočet konvexního obalu, konstrukce arrangementu, lineární programování v malé dimenzi, triangulace mnohoúhelníka v rovině).

#### 4. Teorie čísel

Aproximace reálných čísel zlomky, rozložení prvočísel, geometrické metody (mřížky, Minkovského věta), teorie kongruencí (kvadratické zbytky).

**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Matematické struktury (STR)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEM002	Úvod do analýzy na varietách	6	2/2 Z+Zk	—
NALG017	Úvod do teorie grup	6	2/2 Z+Zk	—
NALG018	Úvod do teorie Lieových grup	6	—	2/2 Z+Zk
NMAT039	Obecná topologie I <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NALG028	Okruhy a moduly	6	2/2 Z+Zk	—
NALG015	Komutativní algebra 1	6	—	3/1 Z+Zk
NLTM006	Základy matematické logiky	3	—	2/0 Zk
NMAT001	Základy teorie kategorií	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—
NSZZ025	Diplomová práce III	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup>Předmět je ekvivalentní s předmětem Topologie (NMAT018).

**Povinně volitelné předměty (blok C)**

Zkratky v závorce označují téma státní závěrečné zkoušky, k němuž je předmět doporučen.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NALG011	Přepisující systémy (AI, UL)	6	2/0 —	2/0 Zk
NALG103	Univerzální algebra I (AI, UL)	6	—	2/2 Z+Zk
NALG104	Univerzální algebra II (AI, UL)	3	2/0 Zk	—
NALG033	Kombinatorická teorie grup (AI, UL)*	9	2/2 Z	2/0 Zk
NMIB003	Počítačová algebra (AI)	8	—	4/2 Z+Zk
NMIB004	Samoopravné kódy (AI)	6	4/0 Zk	—
NALG021	Reprezentace grup (AP)*	6	2/2 Z+Zk	—
NALG029	Kategorie modulů a homologická algebra (AP)*	6	—	2/2 Z+Zk
NALG016	Komutativní algebra 2 (AP)*	3	2/0 Zk	—
NLTM010	Matematická logika a aritmetika (ML, UL)	3	—	2/0 Zk
NLTM011	Teorie modelů (ML, UL)	6	—	2/2 Z+Zk
NLTM001	Teorie množin (ML)	6	—	2/2 Z+Zk
NLTM005	Topologická dynamika (DYN)*	3	—	2/0 Zk
NALG111	Chaotická dynamika (DYN)*	3	—	2/0 Zk
NDMI007	Kombinatorické algoritmy (KG, TG)	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI012	Kombinatorika a grafy II (TG)	6	2/2 Z+Zk	—
NDMA001	Teorie grafů a algoritmy pro matematiky 1 (KG, TG)	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN022	Pravděpodobnostní metoda (KG, TG)	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I (KG)	6	2/2 Z+Zk	—



NMAT042	Obecná topologie II (TTK)	6	—	2/2 Z+Zk
NMAT007	Algebraická topologie 1 (TTK, HA)	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT008	Algebraická topologie 2	6	—	2/2 Z+Zk
NMAT026	Reprezentace v kategoriích (TTK)*	6	—	2/2 Z+Zk
NMAA039	Hyperkomplexní analýza (HA)	3	—	2/0 Zk
NGEM003	Reprezentace Lieových grup 1 (HA, RG)	6	2/2 Z+Zk	—
NGEM035	Reprezentace Lieových grup 2 (HA, RG)	6	—	2/2 Z+Zk
NGEM013	Seminář z harmonické analýzy a teorie reprezentací I (HA, RG)	3	0/2 Z	—
NGEM011	Základy Riemannovy geometrie 1 (RG)*	6	—	2/2 Z+Zk
NGEM036	Základy Riemannovy geometrie 2 (RG)*	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT009	Úvod do diferenciální topologie (RG, TTK)	3	2/0 Zk	—
NGEM001	Úvod do algebraické geometrie (RG)*	3	—	2/0 Zk
NGEM040	Teorie deformací	3	2/0 Zk	—
NMIB103	Počítačová algebra II (AI)*	3	—	2/0 Zk
NTIN062	Složitost I (KG, TG)	5	2/1 Z+Zk	—
NMAI040	Úvod do teorie čísel (KG)	3	2/0 Zk	—
NDMI073	Kombinatorika a grafy III (TG)	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI066	Algebraická teorie čísel (AP, AI)	3	2/0 Zk	—

\*Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### 3.6. Numerická a výpočtová matematika

**Garantující pracoviště:** katedra numerické matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Miloslav Feistauer, DrSc., Dr.h.c.

Numerická a výpočtová matematika (VM) se zabývá zpracováním matematických modelů pomocí výpočetní techniky. Realizuje přechod od teoretické matematiky k prakticky použitelným výsledkům. S jejím použitím se lze setkat v technice a v přírodních vědách, v ekonomice, lékařských vědách aj. Student se seznámí jak s teorií výpočtových procesů a algoritmů, tak s aplikacemi v oblastech počítačového modelování, simulace a řízení složitých struktur a procesů. Důraz je kladen též na tvořivou práci s počítačem a vytváření software na vysoké úrovni.

Absolventi nacházejí uplatnění především tam, kde se systematicky používá výpočetní technika (průmysl, školství, základní i aplikovaný výzkum, veřejná správa, justice, banky apod.).

Studijní obor Numerická a výpočtová matematika obsahuje tři zaměření, která jsou reprezentována volbou třetího zkušební okruhu státní závěrečné zkoušky. Jsou to zaměření Numerická analýza (VM1), Průmyslová matematika (VM2) a Počítače a software (VM3).

**Doporučený průběh studia**

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

**Doporučený průběh studia je pro studenty zaměření VM1, VM2 a VM3 společný. Jednotlivá zaměření se profilují po dohodě**

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM006	<b>Numerická lineární algebra</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM001	<b>Přibližné a numerické metody 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR012	<b>Obyčejné diferenciální rovnice v reálném oboru</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR044	<b>Parciální diferenciální rovnice I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM015	<b>Metoda konečných prvků</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA017	<b>Funkcionální analýza</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	12		
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM018	<b>Numerický software 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM019	<b>Numerický software 2</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA018	<b>Nelineární funkcionální analýza</b>	3	2/0 Zk	—
NDIR045	<b>Parciální diferenciální rovnice II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD104	<b>Matematické modelování ve fyzice 1</b>	3	2/0 Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

**Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Programování I (NPRM044) a Programování II (NPRM045) a Základy numerické matematiky (NNUM105).

**Státní závěrečná zkouška**

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Numerická a výpočtová matematika (VM).
- Splnění alespoň 18 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního oboru Numerická a výpočtová matematika (VM).
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního oboru Numerická a výpočtová matematika se skládá ze společných požadavků z okruhů Matematická a funkcionální analýza, Numerické metody a z požadavků třetího okruhu, který určuje student volbou jednoho ze zaměření:

- VM1 Numerická analýza
- VM2 Průmyslová matematika
- VM3 Počítače a software

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **I. Společné požadavky**

#### **Matematická a funkcionální analýza**

##### *1. Základy diferenciálního a integrálního počtu*

Základy diferenciálního a integrálního počtu. Základní pojmy a věty teorie Riemannova a Lebesgueova integrálu. Věta o implicitních funkcích, Fourierovy řady.

##### *2. Obyčejné diferenciální rovnice*

Věty o existenci a jednoznačnosti řešení počátečních úloh. Lineární rovnice s konstantními koeficienty. Závislost řešení na počátečních podmínkách a parametrech. Okrajové úlohy.

##### *3. Parciální diferenciální rovnice*

Klasifikace parciálních diferenciálních rovnic 2. řádu, Cauchyova a smíšená úloha pro rovnici struny a vedení tepla. Úlohy pro Poissonovu rovnici a vlnovou rovnici. Harmonické funkce. Slabá řešení.

##### *4. Základy komplexní analýzy*

Základní pojmy. Cauchyova a reziduová věta, Laurentova řada, meromorfní funkce.

##### *5. Základní pojmy funkcionální analýzy*

Metrické, Banachovy a Hilbertovy prostory. Příklady.

##### *6. Lineární operátory a funkcionály*

Spojité lineární operátory a funkcionály, uzavřené lineární operátory. Věty o rozšíření, princip stejnoměrné omezenosti a Banachova-Steinhausova věta a jejich aplikace. Duální operátory.

##### *7. Lineární operátory a jejich spektrální teorie*

Spektrum, rezolventní množina, rezolventa, základní vlastnosti. Funkce operátoru.

**Numerické metody***1. Interpolace a aproximace funkcí*

Lagrangeova a Hermiteova interpolace, konvergence. Interpolace pomocí spline-funkcí. Aproximace funkcí metodou nejmenších čtverců.

*2. Numerická kvadratura*

Newtonovy-Cotesovy a Gaussovy vzorce. Konvergence. Základní kvadraturní vzorce a odhady chyb.

*3. Numerické metody lineární algebry*

LU faktorizace a Gaussova eliminace, pivotace. Základní iterační metody, gradientní metody. Předpokládání iteračních metod. Soustavy s obdélníkovou maticí, nejlepší řešení ve smyslu nejmenších čtverců. Metody výpočtu vlastních čísel matice. Přehled metod.

*4. Řešení nelineárních algebraických rovnic*

Newtonova metoda pro řešení nelineární rovnice a jejich soustav. Separace kořenů polynomu a metody pro výpočet kořenů polynomu.

*5. Minimalizace funkcionálu*

Metody spádových směrů, metody sdružených gradientů, metody s lokálně omezeným krokem, metody s proměnnou metrikou.

*6. Numerické řešení obyčejných diferenciálních rovnic*

Jednokrokové a více krokové metody řešení počátečních úloh. Základní metody řešení okrajových úloh, metoda sítí, variační metody.

*7. Numerické metody řešení parciálních diferenciálních rovnic*

Základní metody řešení eliptických, parabolických a hyperbolických úloh — metoda sítí, variační metody, metoda konečných prvků.

**Požadavky jednotlivých zaměření****Numerická analýza***1. Teorie monotónních a potenciálních operátorů*

Věty o existenci a jednoznačnosti.

*2. Nelineární operátorové rovnice*

Věty o pevném bodě. Němyckého operátory a jejich aplikace na řešení nelineárních diferenciálních rovnic. Ritzova a Galerkinova metoda. Základy teorie bifurkace a numerické metody.

*3. Projektivní metody*

Metoda bikonjugovaných gradientů. Metoda GMRES.

**Průmyslová matematika***1. Matematické metody pružných a pružně plastických těles*

Odvození základních rovnic, klasické formulace úloh lineární pružnosti.

*2. Matematické metody v mechanice tekutin*

Odvození základních rovnic, nevířivé proudění (Bernoulliho rovnice, potenciál rychlosti, proudová funkce, okrajové úlohy popisující nevířivé proudění), zavířené proudění (Eulerovy rovnice, nelineární hyperbolické systémy, slabá řešení, entropická podmínka), vazké nestlačitelné proudění (Navierovy-Stokesovy rovnice, slabá řešení), základní numerické metody.

### 3. Matematické modely v elektrotechnice

Formulace a analýza rovnic pro nelineární magnetické a teplotní pole v elektrických strojích, matematický popis polovodičových součástek, hlavní třídy numerických metod (metoda konečných prvků, metoda sítí, bilanční metoda), apriorní a aposteriorní odhady chyby.

### Počítače a software

#### 1. Počítače a operační systémy

Architektura počítače, von Neumannovo schéma, mikroprogramování. Typický inženýrský repertoár, typy adresování. Mechanismy volání podprogramů. Struktura operačního systému. Multitasking, komunikace a synchronizace procesorů, problém uváznutí, bankéřův algoritmus, virtualizace. Správa paměti, strategie a principy přidělování paměti. Virtuální paměť. Procesy a správa procesoru, virtuální multiprocesor. Překladače. Struktura kompilátoru. Konečné automaty a lexikální analýza. Syntaktická analýza. Zotavení z chyb. Generování kódu, překlad řízený syntaxí. Optimalizace kódu.

#### 2. Výroková a predikátová logika

Jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, plnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Věty o kompaktnosti a úplnosti výrokové a predikátové logiky. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky.

#### 3. Automaty a jazyky

Chomského hierarchie, charakterizace jednotlivých tříd jazyků prostředky gramatik a automatů, (ne-)determinismus. Uzávěrové vlastnosti. Nerozhodnutelné problémy teorie jazyků.

#### 4. Vyčíslitelnost

Algoritmicky vyčíslitelné funkce, jejich vlastnosti, ekvivalence jejich různých matematických definic. Rekursivní a rekursivně spočetné množiny a jejich vlastnosti.

### Povinné předměty (blok B) studijního oboru Numerická a výpočtová matematika (VM)

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NRFA017	Funkcionální analýza	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM018	Numerický software 1	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM019	Numerický software 2	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM015	Metoda konečných prvků	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM001	Přibližné a numerické metody 1	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR012	Obyčejné diferenciální rovnice v reálném oboru	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM006	Numerická lineární algebra	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR044	Parciální diferenciální rovnice I	6	2/2 Z+Zk	—
NDIR045	Parciální diferenciální rovnice II	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA018	Nelineární funkcionální analýza	3	2/0 Zk	—
NMOD104	Matematické modelování ve fyzice 1	3	2/0 Zk	—
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—

NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
---------	----------------------------	----	---	--------

**Povinně volitelné předměty pro zaměření VM1 (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM113	Víceúrovňové metody	3	2/0 Zk	—
NNUM213	Metody domain decomposition	3	—	2/0 Zk
NNUM016	Teorie spline funkcí a waveletů 1	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM017	Teorie spline funkcí a waveletů 2	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM021	Nelineární numerická algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM121	Nelineární numerická algebra II	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR050	Nelineární diferenciální rovnice	3	—	2/0 Zk
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	0/2 Z	—
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	—	0/2 Z
NNUM112	Numerické řešení evolučních rovnic	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM200	Bifurkační analýza dynamických systémů 1	3	2/0 Zk	—
NNUM300	Bifurkační analýza dynamických systémů 2	3	—	2/0 Zk
NNUM011	Numerické metody matematické analýzy	3	—	2/0 Zk
NNUM130	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 1	3	2/0 Zk	—
NNUM230	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 2	3	—	2/0 Zk

**Povinně volitelné předměty pro zaměření VM2 (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMOD204	Matematické modelování ve fyzice 2	3	—	2/0 Zk
NNUM016	Teorie spline funkcí a waveletů 1	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM017	Teorie spline funkcí a waveletů 2	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM021	Nelineární numerická algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM121	Nelineární numerická algebra II	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR050	Nelineární diferenciální rovnice	3	—	2/0 Zk
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	0/2 Z	—
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	—	0/2 Z
NNUM112	Numerické řešení evolučních rovnic	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD023	Numerické modelování problémů elektrotechniky 1	3	2/0 Zk	—
NMOD024	Numerické modelování problémů elektrotechniky 2	3	—	2/0 Zk
NMOD101	Matematické metody v mechanice tekutin 1	3	2/0 Zk	—
NMOD201	Matematické metody v mechanice tekutin 2	3	—	2/0 Zk

NMOD105	Tvarová a materiálová optimalizace 1	3	2/0 Zk	—
NMOD205	Tvarová a materiálová optimalizace 2	3	—	2/0 Zk
NNUM130	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 1	3	2/0 Zk	—
NNUM230	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 2	3	—	2/0 Zk

### ***Povinně volitelné předměty pro zaměření VM3 (blok C)***

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM130	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 1	3	2/0 Zk	—
NNUM230	Témata z numerické a aplikované lineární algebry 2	3	—	2/0 Zk
NNUM010	Numerické řešení diferenciálních rovnic	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM016	Teorie spline funkcí a waveletů 1	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM017	Teorie spline funkcí a waveletů 2	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM021	Nelineární numerická algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM121	Nelineární numerická algebra II	6	—	2/2 Z+Zk
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	0/2 Z	—
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	—	0/2 Z
NLTM006	Základy matematické logiky	3	—	2/0 Zk
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NLTM021	Vyčíslitelnost	3	—	2/0 Zk
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM011	Numerické metody matematické analýzy	3	—	2/0 Zk

## **3.7. Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie**

Studijní obor Pravděpodobnost, matematická statistika a ekonometrie zahrnuje tři studijní plány:

Ekonometrie	3.7.1
Matematická statistika	3.7.2
Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy	3.7.3

### **3.7.1. Ekonometrie**

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Zuzana Prášková, CSc.

Ekonometrie (EK) se zabývá matematickým modelováním složitých ekonomických jevů a systémů, analýzou a verifikací těchto modelů, predikcí a optimálním rozhodová-

ním. Vychází z matematické ekonomie, využívá a rozvíjí potřebné statistické a optimalizační metody, včetně jejich výpočtové realizace, i metody z oblasti náhodných procesů a časových řad. Studenti se mohou zaměřit na finanční matematiku, speciální partie statistiky používané v průmyslu a managementu, v průzkumu trhu apod., mohou si doplnit znalosti ekonomie, informatiky i abstraktní matematiky.

Absolventi se uplatní ve všech oblastech vyžadujících hlubší znalosti matematiky a statistiky, především ve finančním sektoru a ve státním i soukromém managementu.

### **Doporučený průběh studia**

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### **1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN012	<b>Optimalizace I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN003	<b>Základní seminář</b>	3	0/2 Z	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NEKN009	<b>Matematická ekonomie</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	9		

#### **2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEKN041	<b>Ekonometrie</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN005	<b>Seminář — modelování v ekonomii</b>	3	0/2 Z	—
NEKN024	<b>Seminář pro ekonometry</b>	3	—	0/2 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	12		
	<i>Volitelné předměty</i>	12		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předmět Teorie míry a integrálu I, II (NMAA069, NMAA070) a dále předměty Matematická statistika 1 (NSTP201), Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Optimalizace I (NEKN012) a Matematická ekonomie (NEKN009).



## **Státní závěrečná zkouška**

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního plánu Ekonometrie (EK).
- Splnění alespoň 21 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního plánu Ekonometrie.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního plánu Ekonometrie se skládá z požadavků z okruhů Pravděpodobnost a statistika, Náhodné procesy, Ekonometrie.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **1. Pravděpodobnost a statistika**

Prostý a uspořádaný náhodný výběr, korelační a regresní analýza. Transformace náhodných vektorů. Jednorozměrné a mnohorozměrné normální rozdělení,  $\chi^2$ ,  $t$  a  $F$  rozdělení a jejich použití (rozhodování o shodě parametrů na základě jednoho nebo dvou nezávislých náhodných výběrů z normálního rozdělení, intervaly spolehlivosti o těchto parametrech, jednoduché a dvojné třídění analýzy rozptylu, chí-kvadrát testy dobré shody). Výběry z konečných populací.

Základní poznatky z teorie odhadu a testování hypotéz. Vlastnosti odhadů, konstrukce testů (Raova-Cramérova věta, Fisherova informace, Raova-Blackwellova věta, princip odhadu metodou maximální věrohodnosti, princip testování hypotéz, asymptotické testy založené na věrohodnostní funkci).

Wishartovo a Hotellingovo rozdělení, odhady a testy v mnohorozměrném normálním rozdělení. Hlavní komponenty, kanonické korelace, faktorová a diskriminační analýza.

Regresní modely (normální lineární model, test podmodelu, testy hypotéz a intervaly spolehlivosti pro regresní koeficienty, regresní přímka, konfidenční a predikční interval), vlastnosti reziduí a jejich použití v regresní diagnostice.

#### **2. Náhodné procesy**

Markovovy řetězce s diskrétním časem (počáteční rozdělení, pravděpodobnosti přechodu, absolutní pravděpodobnosti, klasifikace stavů, rozložitelné a nerozložitelné řetězce, stacionární rozdělení). Markovovy řetězce s oceněním a diskontováním. Řízené řetězce.

Markovovy řetězce se spojitým časem (konečné a početné, intenzity přechodu). Kolmogorovovy diferenciální rovnice, limitní pravděpodobnosti, stacionární rozdělení. Poissonův proces, Yuleův proces. Lineární a obecný proces množení a zániku. Markovské modely hromadné obsluhy.

Stacionární posloupnosti a procesy (striktní a slabá stacionarita, kovarianční funkce, spojitost procesu). Spektrální rozklad kovariančních funkcí, spektrální hustota, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy, výpočet. Procesy AR, MA, ARMA, lineární proces a jejich analýza. Predikce konečných a nekonečných posloupností. Základní úlohy filtrace.

Klasické postupy analýzy časových řad (dekompozice, vyrovnávání, odhady, předpovědi).

Boxova-Jenkinsova metodologie. Nestacionární modely časových řad.

### 3. Ekonometrie

Axiomatická teorie užitku. Užitkové funkce. Teorie chování spotřebitele a teorie firmy. Poptávkové funkce. Sluckého rovnice. Produkční funkce. Leontievův model a jeho vlastnosti.

Optimalizační úlohy ve statistice a financích. Základy konvexní analýzy (věta o odělitelnosti, vlastnosti konvexních množin a funkcí). Lineární programování (Farkasova věta, dualita, základní věta LP, aplikace na dopravní problém a na maticové hry, min-maxová věta). Nelineární programování (lokální a globální podmínky optimality, aplikace na úlohu kvadratického programování). Základní myšlenky výpočetních postupů). Obecnější rozhodovací úlohy (úlohy vícekriteriálního a stochastického programování, úloha optimálního řízení).

Ekonometrická zobecnění lineární regrese. Speciální regresní problémy v ekonometrii. Diskrétní a omezené vysvětlované proměnné. Víceroznicové ekonometrické soustavy. Vektorová autoregrese. Finanční časové řady.

#### **Povinné předměty (blok B) studijního plánu Ekonometrie (EK)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NEKN012	<b>Optimalizace I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN009	<b>Matematická ekonomie</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NEKN041	<b>Ekonometrie</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN003	<b>Základní seminář</b>	3	0/2 Z	—
NEKN024	<b>Seminář pro ekonometry</b>	3	—	0/2 Z
NEKN005	<b>Seminář — modelování v ekonomii</b>	3	0/2 Z	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

#### **Povinně volitelné předměty (blok C, skupina I.)**

Minimální počet kreditů z této skupiny: 12.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP194	Regrese	6	4/0 Zk	—
NSTP007	Časové řady	6	—	4/0 Zk
NEKN007	Pokročilé partie ekonometrie *	3	—	2/0 Zk
NEKN026	Optimalizace II s aplikací ve financích *	6	—	4/0 Zk
NSTP027	Ankety a výběry z konečných populací	3	—	2/0 Zk
NSTP051	Teorie pravděpodobnosti 2	3	—	2/0 Zk

NSTP018	Mnohorozměrná statistická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
---------	-----------------------------------	---	----------	---

\* Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### **Povinně volitelné předměty (blok C, skupina II.)**

Minimální počet kreditů z I. a II. skupiny: 21. Cvičení nelze zapsat samostatně, nýbrž jenom s přednáškou.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP191	Cvičení z matematické statistiky 1	3	0/2 Z	—
NSTP192	Cvičení z matematické statistiky 2	3	—	0/2 Z
NEKN035	Optimalizace I - cvičení	3	0/2 Z	—
NEKN042	Cvičení z ekonometrie	3	0/2 Z	—
NSTP198	Cvičení z náhodných procesů I	3	0/2 Z	—
NSTP199	Cvičení z náhodných procesů II	3	—	0/2 Z
NSTP195	Cvičení z regrese	3	0/2 Z	—
NSTP165	Časové řady — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP144	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1	3	0/2 Z	—
NSTP145	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 2	3	—	0/2 Z
NEKN036	Optimalizace II s aplikací ve financích — cvičení *	3	—	0/2 Z
NSTP166	Ankety a výběry z konečných populací — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP133	Teorie skladu a obsluhy *	3	—	2/0 Zk
NEKN008	Variační problémy matematické ekonomie	3	2/0 Zk	—
NSTP013	Statistická kontrola jakosti	3	—	2/0 Zk
NSTP164	Statistická kontrola jakosti — cvičení	3	—	0/2 Z
NFAP035	Analýza investic *	3	—	2/0 Zk
NFAP044	Analýza investic — cvičení *	3	—	0/2 Z
NEKN025	Vybrané partie z aplikované ekonometrie * <sup>1</sup>	3	—	2/0 Zk
NSTP149	Stochastická analýza *	6	4/0 Zk	—
NSTP168	Stochastická analýza — cvičení *	3	0/2 Z	—
NSTP175	Stochastická analýza ve finanční matematice *	3	2/0 Zk	—
NFAP053	Finanční deriváty I *	3	2/0 Zk	—
NFAP054	Finanční deriváty II *	3	—	2/0 Zk
NFAP042	Kreditní riziko v bankovníctví *	3	—	2/0 Zk
NSTP004	Výpočetní prostředí pro statistickou analýzu dat	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP172	Simulační metody a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NFAP004	Matematika ve financích a pojišťovnictví <sup>2</sup>	6	4/0 Zk	4/0 Zk

\* Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

<sup>1</sup> Výuka se koná na CERGE.

<sup>2</sup> Student zapisuje tento předmět buď pouze v zimním nebo pouze v letním semestru. Výuka v letním semestru se koná v anglickém jazyce.

### 3.7.2. Matematická statistika

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Jaromír Antoch, CSc.

Matematická statistika (MS) vychází z moderní teorie pravděpodobnosti. Zabývá se především takovými modely reálného světa, které berou v úvahu možné náhodné vlivy. Její metody jsou stále více využívány k vyhodnocování informací založených pouze na částečných znalostech. Studenti se seznámí jak se základy statistického uvažování, tak s celou škálou metod používaných v praxi včetně práce se statistickými programovými systémy. Mohou se také seznámit s aplikacemi v nejrůznějších oblastech — např. v biologii, medicíně a průmyslu.

Vzhledem k univerzálnímu zaměření studia je uplatnění absolventů velmi široké, např. v lékařské informatice, biologickém výzkumu, v organizacích státní správy, ve výzkumných ústavech, na vysokých školách a řadě dalších institucí.

#### Doporučený průběh studia

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP051	<b>Teorie pravděpodobnosti 2</b>	3	—	2/0 Zk
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP008	<b>Statistický seminář I</b>	3	0/2 Z	—
NSTP009	<b>Statistický seminář II</b>	3	—	0/2 Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	9		
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

#### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP010	<b>Statistický seminář III</b>	3	0/2 Z	—
NSTP194	<b>Regrese</b>	6	4/0 Zk	—
NEKN012	<b>Optimalizace I **</b>	6	4/0 Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	15		
	<i>Volitelné předměty</i>	6		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit

kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

\*\* Může být nahrazeno přednáškou MAN007 Úvod do optimalizace 2/2, Z, Zk, LS, 5 kreditů.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Matematická statistika 1, 2 (NSTP001, NSTP002), Teorie pravděpodobnosti 1 (NSTP050), Teorie míry a integrálu I, II (NMAA069, NMAA070) a předmět Teorie pravděpodobnosti 2 (NSTP051).

### **Státní závěrečná zkouška**

#### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního plánu Matematická statistika (MS).
- Splnění alespoň 24 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního plánu Matematická statistika.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

#### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního plánu Matematická statistika se skládá z požadavků z okruhů Pravděpodobnost a matematická statistika, Náhodné procesy, Pokročilé partie oboru.

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **1. Základy pravděpodobnosti a matematické statistiky**

Pravděpodobnostní prostor, podmíněná pravděpodobnost, Bayesova věta, nezávislost systémů náhodných jevů, 0-1 zákony. Náhodná veličina, náhodný vektor a jejich rozdělení, charakteristiky (střední hodnota, rozptyl a varianční matice atd.), charakteristická funkce a její použití, nezávislost náhodných veličin a vektorů, základní jedno- i mnohorozměrná diskrétní a spojitá rozdělení, souvislost mezi nimi, aproximace a použití. Transformace náhodné veličiny a náhodného vektoru.

Podmíněné rozdělení a podmíněná střední hodnota. Slabá konvergence pravděpodobnostních měr. Typy konvergence náhodných veličin a vztahy mezi nimi, stejno- měrná integrovatelnost, Čebyševova nerovnost, slabý a silný zákon velkých čísel, centrální limitní věty pro součty náhodných veličin a vektorů (Ljapunovova, Fellerova-Lindebergova). Cramérova-Sluckého věta. Lokální limitní věty.

Náhodný výběr, uspořádaný náhodný výběr, postačující a úplné statistiky, exponenciální systém rozdělení. Bodové a intervalové odhady, nestrannost, konsistence a eficeince odhadů, Rao-Cramérova věta. Momentová metoda a metoda maximální věrohodnosti.

Nulová a alternativní hypotéza, kritický obor, hladina a síla testu, Neymanovo-Pearsonovo lemma. Testy o parametrech normálního rozdělení. Analýza kontingenčních tabulek (testy nezávislosti a symetrie). Testy dobré shody.

Lineární regresní model, předpoklady, metoda nejmenších čtverců. Analýza rozptylu, jednoduché a dvojné třídění.

## 2. Náhodné procesy

Markovovy řetězce s diskretním časem, počáteční rozdělení, pravděpodobnosti přechodu, absolutní pravděpodobnosti, klasifikace stavů, stacionární rozdělení, výpočet pravděpodobností absorpce, náhodná procházka. Markovovy řetězce s oceněním a diskontováním, řízené řetězce.

Markovovy procesy s diskretními stavy, intenzity přechodu, Kolmogorovovy diferenciální rovnice, stacionární rozdělení, Poissonův proces, Yuleův proces, procesy zrodu a zániku. Markovské modely hromadné obsluhy.

Stacionární procesy, striktní a slabá stacionarita, kovarianční funkce, spektrální hustota, periodogram, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy. Procesy AR, MA, ARMA, lineární proces a jejich analýza. Predikce konečných a nekonečných posloupností. Ergodická věta a její aplikace.

Martingaly s diskretním časem, kompenzátor, markovské časy, věty o zastavení procesu, Waldovy rovnosti, maximální nerovnosti, konvergence submartingalu, centrální limitní věta pro martingalové diference

## 3. Pokročilé partie oboru

Teorie testování hypotéz, stejnoměrně nejsilnější test. Jednovýběrové a dvouvýběrové pořadové testy nezávislosti, jejich základní vlastnosti. Robustní odhady parametru (M- a L- odhady) a jejich vlastnosti.

Principy bayesovského statistického uvažování, metody volby apriorních rozdělení, bayesovské intervalové a bodové odhady.

Mnohorozměrné normální rozdělení a odhad jeho parametru, Wishartovo a Hotellingovo rozdělení, jejich vztah k jednorozměrným rozdělením, použití. Analýza hlavních komponent, diskriminační a shluková analýza.

Waldův sekvenční test a jeho modifikace, operační charakteristika a střední počet pozorování. Waldovy rovnosti a jejich použití. On-line kontrola procesu pomocí Shewhartova, CUSUM a EWMA postupu.

Základní typy pravděpodobnostních výběrů, pravděpodobnosti zahrnutí, odhady průměru a úhrnu, optimální alokace, poměrový a regresní odhad při prostém náhodném výběru.

Přejímka měření a srovnáváním. Kritéria pro hodnocení návrhu experimentů.

Lineární regrese, testování submodelů, konfidenční a predikční intervaly pro regresní přímku, vlastnosti residuí, ověřování předpokladů. Zobecněný lineární model, odhady parametrů a jejich vlastnosti, testování submodelů, loglineární model, logistická regrese.

### ***Povinné předměty (blok B) studijního plánu Matematická statistika (MS)***

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP051	<b>Teorie pravděpodobnosti 2</b>	3	—	2/0 Zk
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk

NSTP194	Regrese	6	4/0 Zk	—
NEKN012	Optimalizace I **	6	4/0 Zk	—
NSTP008	Statistický seminář I	3	0/2 Z	—
NSTP009	Statistický seminář II	3	—	0/2 Z
NSTP010	Statistický seminář III	3	0/2 Z	—
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—
NSZZ025	Diplomová práce III	15	—	0/10 Z

\*\* Může být nahrazeno přednáškou MAN007 Úvod do optimalizace 2/2, Z, Zk, LS, 5 kreditů.

### **Povinně volitelné předměty (blok C, skupina I.)**

Minimální počet kreditů z této skupiny: 15

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP007	Časové řady	6	—	4/0 Zk
NSTP018	Mnohorozměrná statistická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP027	Ankety a výběry z konečných populací	3	—	2/0 Zk
NSTP020	Analýza dat o přežití *	3	2/0 Zk	—
NSTP004	Výpočetní prostředí pro statistickou analýzu dat	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP013	Statistická kontrola jakosti	3	—	2/0 Zk
NSTP021	Bayesovské metody *	3	2/0 Zk	—
NSTP048	Neparametrické metody *	3	2/0 Zk	—
NSTP049	Robustní statistické metody *	3	2/0 Zk	—
NSTP179	Navrhování experimentů a sekvenční analýza *	6	—	2/2 Z+Zk
NSTP180	Teorie odhadu *	3	—	2/0 Zk
NSTP181	Testování hypotéz *	3	2/0 Zk	—
NSTP133	Teorie skladu a obsluhy *	3	—	2/0 Zk
NSTP196	Zobecněné lineární modely	3	—	2/0 Zk
NSTP125	Principy invariance *	6	4/0 Zk	—
NSTP228	Analýza kategoriálních dat *	3	2/0 Zk	—
NSTP172	Simulační metody a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP106	Statistické praktikum	3	—	0/2 Z

\*Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### **Povinně volitelné předměty (blok C, skupina II.)**

Minimální počet kreditů z I. a II. skupiny: 24. Cvičení nelze zapsat samostatně, nýbrž jenom s přednáškou.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP191	Cvičení z matematické statistiky 1	3	0/2 Z	—
NSTP192	Cvičení z matematické statistiky 2	3	—	0/2 Z
NSTP198	Cvičení z náhodných procesů I	3	0/2 Z	—
NSTP199	Cvičení z náhodných procesů II	3	—	0/2 Z
NSTP195	Cvičení z regrese	3	0/2 Z	—

NSTP144	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1	3	0/2 Z	—
NSTP145	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 2	3	—	0/2 Z
NSTP165	Časové řady — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP166	Ankety a výběry z konečných populací — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP164	Statistická kontrola jakosti — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP182	Testování hypotéz — cvičení *	3	0/2 Z	—
NSTP183	Bayesovské metody — cvičení *	3	0/2 Z	—
NSTP169	Teorie skladu a obsluhy — cvičení *	3	—	0/2 Z
NEKN035	Optimalizace I - cvičení	3	0/2 Z	—
NSTP197	Zobecněné lineární modely — cvičení	3	—	0/2 Z
NSTP229	Analýza kategoriálních dat — cvičení *	3	0/2 Z	—

\*Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### 3.7.3. Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Viktor Beneš, DrSc.

Studijní plán Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy (TP) nabízí vzdělání v oblasti pravděpodobnosti a matematické statistiky s cílem vychovat odborníky pro tvorbu a užití pravděpodobnostních modelů v přírodovědných, technických i ekonomických oborech. Studium náhodných procesů v čase je dotaženo až k řešení stochastických diferenciálních rovnic, které slouží např. k optimálnímu řízení. Současně probíhá výuka modelování v prostoru s četnými aplikacemi. Absolvování zaměření umožňuje specializaci v průmyslové matematice, v biomatematice, matematické statistice i v matematice finanční či pojistné.

Uplatnění absolventů je garantováno na vysokých školách a ve výzkumných ústavech, mimo akademickou sféru v průmyslu, v oblastech bankovníctví a pojišťovnictví, informačních technologií či v soukromém sektoru.

#### **Doporučený průběh studia**

Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce (předměty bloku B) jsou uváděny tučně.

#### **1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP051	<b>Teorie pravděpodobnosti 2</b>	3	—	2/0 Zk
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty	12		



<i>Volitelné předměty</i>		9		
<b>2. rok studia</b>				
Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP149	<b>Stochastická analýza</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP005	<b>Prostorové modelování, prostorová statistika 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP118	<b>Teorie pravděpodobnostních rozdělení *</b>	3	2/0 Zk	—
NSTP176	<b>Markovské procesy</b>	6	—	4/0 Zk
NDIR041	<b>Stochastické diferenciální rovnice</b>	6	—	4/0 Zk
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	Povinně volitelné předměty	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	3		

Pokud posluchač absolvoval některé z povinných předmětů navazujícího magisterského studia během bakalářského studia a má jejich absolvování uznáno, musí doplnit kredity na požadovaný počet absolvováním zbývajících povinných předmětů a povinně volitelných předmětů (blok C). Požadovaný počet kreditů vznikne ze 120 (podmínka ke SZZ) odečtením počtu kreditů za volitelné předměty, stanoveného v doporučeném průběhu studia a počtu kreditů za předměty Diplomová práce I - III.

### **Zadání diplomové práce**

Doporučujeme, aby student před zadáním diplomové práce absolvoval předměty Matematická statistika 1, 2 (NSTP001, NSTP002), Teorie pravděpodobnosti 1, 2 (NSTP050, NSTP051) Náhodné procesy 1, 2 (NSTP038, NSTP039) a Teorie míry a integrálu 1, 2 (NMAA069, NMAA070).

### **Státní závěrečná zkouška**

#### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního plánu Teorie pravděpodobnosti (TP).
- Splnění alespoň 18 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního plánu Teorie pravděpodobnosti.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

#### **Ústní část státní závěrečné zkoušky**

Ústní část státní závěrečné zkoušky studijního plánu Teorie pravděpodobnosti a náhodné procesy se skládá z požadavků z okruhů Základy pravděpodobnosti a statistiky, Náhodné procesy a Vybrané partie stochastiky.

#### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

##### **1. Základy pravděpodobnosti a matematické statistiky**

Pravděpodobnostní prostor, podmíněná pravděpodobnost, Bayesova věta, nezávislost systémů náhodných jevů, 0-1 zákony. Náhodná veličina, náhodný vektor a jejich

rozdělení, charakteristiky (střední hodnota, rozptyl a varianční matice atd.), charakteristická funkce a její použití, nezávislost náhodných veličin a vektorů, základní jedno- i mnohorozměrná diskrétní a spojitá rozdělení, souvislost mezi nimi, aproximace a použití. Transformace náhodné veličiny a náhodného vektoru.

Podmíněné rozdělení a podmíněná střední hodnota. Slabá konvergence pravděpodobnostních měr. Typy konvergence náhodných veličin a vztahy mezi nimi, stejnoměrná integrovatelnost, Čebyševova nerovnost, slabý a silný zákon velkých čísel, centrální limitní věty pro součty náhodných veličin a vektorů (Ljapunovova, Fellerova-Lindebergova). Cramérova-Sluckého věta. Lokální limitní věty.

Náhodný výběr, uspořádaný náhodný výběr, postačující a úplné statistiky, exponenciální systém rozdělení. Bodové a intervalové odhady, nestrannost, konsistence a eficeience odhadů, Rao-Cramérova věta. Momentová metoda a metoda maximální věrohodnosti.

Nulová a alternativní hypotéza, kritický obor, hladina a síla testu, Neymanovo-Pearsonovo lemma. Testy o parametrech normálního rozdělení. Analýza kontingenčních tabulek (testy nezávislosti a symetrie). Testy dobré shody.

Lineární regresní model, předpoklady, metoda nejmenších čtverců. Analýza rozptylu, jednoduché a dvojné třídění.

## 2. Náhodné procesy

Markovovy řetězce s diskrétním časem, počáteční rozdělení, pravděpodobnosti přechodu, absolutní pravděpodobnosti, klasifikace stavů, stacionární rozdělení, výpočet pravděpodobností absorpce, náhodná procházka. Markovovy řetězce s oceněním a diskontováním, řízené řetězce.

Markovovy procesy s diskretními stavy, intenzity přechodu, Kolmogorovovy diferenciální rovnice, stacionární rozdělení, Poissonův proces, Yuleův proces, procesy zrodu a zániku. Markovské modely hromadné obsluhy.

Stacionární procesy, striktní a slabá stacionarita, kovarianční funkce, spektrální hustota, periodogram, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy. Procesy AR, MA, ARMA, lineární proces a jejich analýza. Predikce konečných a nekonečných posloupností. Ergodická věta a její aplikace.

Martingaly s diskrétním časem, kompenzátor, markovské časy, věty o zastavení procesu, Waldovy rovnosti, maximální nerovnosti, konvergence submartingalu, centrální limitní věta pro martingalové diference

## 3. Vybrané partie stochastiky

Wienerův proces, slabá konvergence, Prochorovova věta. Donskerův princip invariance. Maximum a minimum Wienerova procesu, zákon arku-sinu, Brownův most. Martingaly a semimartingaly se spojitým časem, Doob-Meyerova věta, stochastický integrál a diferenciál, Itóova formule, Burkholder-Davis-Gundyho nerovnost pro lokální martingaly, věta Lévyova a Girsanovova. Brownovské reprezentace lokálních martingalů.

Stochastické diferenciální rovnice, silná řešení, existence a jednoznačnost řešení pro rovnice s lipschitzovskými koeficienty. Lineární rovnice, explicitní řešení.

Poissonův a Coxův bodový proces, shlukové a regulární modely prostorových bodových procesů. Charakteristiky prostorových bodových procesů a jejich odhady. Konečné bodové procesy dané hustotou, podmíněná intenzita.

Náhodná pole na spojitě resp. diskrétní množině. Markovské a Gibbsovo pole, Hammersley-Cliffordova věta. MCMC (Markov chain Monte Carlo), Gibbsův algoritmus, Metropolis-Hastingsův algoritmus.

**Povinné předměty (blok B) studijního plánu Teorie pravděpodobnosti (TP)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP050	<b>Teorie pravděpodobnosti 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP051	<b>Teorie pravděpodobnosti 2</b>	3	—	2/0 Zk
NSTP238	<b>Náhodné procesy I</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP239	<b>Náhodné procesy II</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP201	<b>Matematická statistika 1</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP202	<b>Matematická statistika 2</b>	6	—	4/0 Zk
NSTP149	<b>Stochastická analýza</b>	6	4/0 Zk	—
NSTP005	<b>Prostorové modelování, prostorová statistika 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP118	<b>Teorie pravděpodobnostních rozdělení *</b>	3	2/0 Zk	—
NSTP176	<b>Markovské procesy</b>	6	—	4/0 Zk
NDIR041	<b>Stochastické diferenciální rovnice</b>	6	—	4/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Povinně volitelné předměty (blok C, skupina I.)**

Minimální počet kreditů z této skupiny: 12

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP121	Seminář z pravděpodobnosti I	3	0/2 Z	—
NSTP122	Seminář z pravděpodobnosti II	3	—	0/2 Z
NSTP123	Seminář z pravděpodobnosti III	3	0/2 Z	—
NSTP125	Principy invariance *	6	4/0 Zk	—
NSTP139	Metody MCMC (Markov Chain Monte Carlo) *	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP168	Stochastická analýza — cvičení	3	0/2 Z	—
NSTP157	Limitní věty pro součty náhodných veličin	3	—	2/0 Zk
NSTP144	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 1	3	0/2 Z	—
NSTP145	Cvičení z teorie pravděpodobnosti 2	3	—	0/2 Z
NSTP198	Cvičení z náhodných procesů I	3	0/2 Z	—
NSTP199	Cvičení z náhodných procesů II	3	—	0/2 Z
NSTP191	Cvičení z matematické statistiky 1	3	0/2 Z	—
NSTP192	Cvičení z matematické statistiky 2	3	—	0/2 Z

\*Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

**Povinně volitelné předměty (blok C, skupina II.)**

Minimální počet kreditů z I. a II. skupiny: 18

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP044	Stochastická geometrie	3	—	2/0 Zk
NSTP069	Stochastické modelování v biologii	3	—	2/0 Zk
NMAT011	Bodové procesy	3	—	2/0 Zk
NSTP186	Diferenciální rovnice pro pravděpodobnost	3	2/0 Zk	—
NSTP240	Aplikovaná stochastická analýza	3	2/0 Zk	—
NSTP241	Vybrané partie ze stochastické analýzy	3	2/0 Zk	—
NSTP163	Ergodická teorie *	5	—	3/0 Zk
NSTP154	Prostorové modelování, prostorová statistika 2	6	—	2/2 Z+Zk
NMAN004	Řízení jakosti a spolehlivosti	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT010	Geometrická teorie míry *	3	2/0 Zk	—
NSTP190	Systémy částic *	3	—	2/0 Zk
NSTP187	Teorie kvantové pravděpodobnosti *	3	—	2/0 Zk
NSTP158	Statistická rozhodovací teorie *	3	—	2/0 Zk

\*Takto označené předměty nejsou vyučovány každý rok.

### 3.8. Učitelství matematiky pro střední školy v kombinaci s odbornou matematikou

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

Tento studijní obor připravuje učitele pro střední školy. Studijní plány oboru učitelství matematiky pro střední školy v kombinaci s odbornou matematikou se skládají ze studijních plánů některého z oborů odborné matematiky (3.1. - 3.7.) a předmětů povinných k získání učitelské aprobace (viz níže). Výuka těchto předmětů je společná s výukou ostatních učitelských oborů a doporučený průběh studia je třeba příslušně přizpůsobit.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z
NDIM001	<b>Didaktika matematiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NDIM005	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	—
NDIM006	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1	—	2 týdny Z
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	—

Doporučený průběh studia těchto předmětů viz odst. 3.9 - 3.11.

Studentům tohoto studia doporučujeme, aby složili zkoušky z předmětů Geometrie I, II, III. Dále doporučujeme, aby si tito studenti nenechávali absolvování pedagogické praxe až na poslední ročník studia vzhledem k omezeným možnostem přidělování na střední školy.

### Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky
- z ústní zkoušky ze zvoleného oboru odborné matematiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

### 3.9. - 3.11. Učitelství matematiky v kombinaci s druhým aprobačním předmětem pro střední školy

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc. (KDM)

Studenti učitelství plní požadavky studijních plánů dvou zvolených aprobačních předmětů. Na MFF je standardní kombinací aprobačních předmětů s matematikou matematika-deskriptivní geometrie, matematika-fyzika a matematika-informatika. Studijní plány oboru Učitelství matematika - deskriptivní geometrie jsou v odstavci 3.9, Učitelství matematika - fyzika v odst. 12 navazujícího magisterského studia programu Fyzika a Učitelství matematika-informatika v odstavci 3.11.

Diplomovou práci student vypracuje v jednom ze svých aprobačních předmětů podle vlastní volby. Na ten se dále odkazuje jako na předmět diplomní.

### 3.9. Učitelství matematiky - deskriptivní geometrie pro střední školy

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

#### Doporučený průběh studia

##### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	Pedagogika I	3	2/0 Z	—
NPED035	Pedagogika II	3	—	0/2 Z
NPED033	Psychologie	6	—	2/2 Z
NDIM001	Didaktika matematiky	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP021	Moderní matematická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
NUMP020	Algebra II	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NDIM005	Pedagogická praxe z matematiky I	1	1 týden Z	
NDIM006	Pedagogická praxe z matematiky II	1		2 týdny Z
NDGE011	Algebraická geometrie	3	2/0 Zk	—

NDGE012	<b>Diferenciální geometrie II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDGE013	<b>Didaktika deskriptivní geometrie</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE016	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie I</b>	1	1 týden Z	
NDGE017	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie II</b>	1		2 týdny Z
	<i>Volitelné předměty</i>	5		

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NUMV043	<b>Metody řešení matematických úloh</b>	3	0/2 Z	—
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	
NDGE014	<b>Deskriptivní geometrie III</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE018	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie III</b>	1	2 týdny Z	
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
	<i>Povinně volitelné předměty</i>	6		
	<i>Volitelné předměty</i>	10		

## Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky
- z ústní zkoušky z deskriptivní geometrie a didaktiky deskriptivní geometrie
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Učitelství matematika - deskriptivní geometrie.
- Splnění alespoň 6 kreditů z povinně volitelných předmětů (blok C) studijního oboru Učitelství matematika - deskriptivní geometrie.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z nediplomního aprobačního předmětu**

- Získání alespoň 90 kreditů.

Poznámka: Ústní část státní závěrečné zkoušky z nediplomního aprobačního předmětu a jeho didaktiky může student skládat již v zimním semestru 2. ročníku.

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z pedagogiky a psychologie***

- Získání alespoň 40 kreditů.
- Splnění předmětů Pedagogika I, Pedagogika II a Psychologie.

Poznámka: Ústní část státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie může student skládat nejdříve v letním semestru 1. ročníku.

### ***Diplomová práce***

Diplomová práce se zpravidla zadává v zimním semestru prvního ročníku. Téma diplomové práce z fyziky nebo matematiky nebo didaktik těchto oborů si student volí po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku fyziky pro učitelské obory.

### ***Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky***

#### **Matematika - odborná a didaktická témata**

##### *1. Kardinální čísla, spočetné a nespočetné množiny.*

Vlastnosti injektivních zobrazení, bijektivní zobrazení, věta Cantorova-Bernsteinova. Mohutnost množiny, spočetné množiny, spočetnost množiny racionálních čísel, nespočetné množiny, nespočetnost množiny reálných čísel.

##### *2. Čísla a číselné obory*

Zlomky a racionální čísla; čísla reálná (aproximace reálných čísel, reálné číslo jako limita posloupnosti racionálních čísel); čísla komplexní, jejich zobrazení v Gaussově rovině, Moivreova věta, řešení binomických rovnic a kvadratických rovnic; obory čísel přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních jako algebraické struktury.

##### *3. Podílové těleso oboru integrity, konstrukce tělesa racionálních čísel.*

Obor integrity, konstrukce podílového tělesa, konstrukce tělesa racionálních čísel.

##### *4. Základní věta algebry, kořenové a rozkladové těleso polynomu.*

Formulace základní věty algebry (bez důkazu), její důsledky. Konstrukce kořenového nadtělesa pro ireducibilní polynom. Konstrukce tělesa komplexních čísel jako kořenového nadtělesa polynomu  $x^2+1$  nad  $\mathbb{R}$ .

##### *5. Kořenové vlastnosti polynomů, rozklad na kořenové činitele, souvislosti násobnosti a derivace.*

Věta o dělení polynomů se zbytkem. Rozklady polynomů s reálnými a komplexními koeficienty. Derivace polynomů a její souvislost s násobností kořenů. Definice  $n$ -té odmocniny z jedné. Ilustrace těchto pojmů v případě tělesa komplexních čísel.

##### *6. Rovnice, nerovnice a jejich soustavy*

Metody řešení lineárních rovnic, nerovnic a jejich soustav, kvadratických rovnic a nerovnic, exponenciálních, logaritmických a goniometrických rovnic. Rovnice, nerovnice a jejich soustavy s parametry.

##### *7. Konstrukce tělesa reálných čísel.*

Konstrukce množiny reálných čísel pomocí desetinných rozvojų. Axiomatický popis tělesa reálných čísel.

8. *Funkce a posloupnosti*

Relace, zobrazení a funkce; vlastnosti funkcí; funkce lineární, kvadratická, mocninná, nepřímá úměrnost, funkce exponenciální a logaritmická, goniometrické funkce (zavedení, vlastnosti, průběh); parametrické systémy funkcí, funkce inverzní a funkce složená. Zavedení pojmů spojitost funkce, limita funkce, derivace funkce, užití diferenciálního počtu při studiu průběhu funkcí a v úlohách na extrémů. Zavedení primitivní funkce a určitého integrálu, užití integrálního počtu k výpočtu obsahů a objemů. Posloupnosti a jejich vlastnosti, aritmetická a geometrická posloupnost, limita posloupnosti, nekonečná geometrická řada.

9. *Spojitosť funkcí více proměnných.*

Okolí bodů v  $\mathbb{R}^n$ , otevřené a uzavřené množiny, hranice, vnitřek a uzávěr množiny. Spojitá zobrazení z  $\mathbb{R}^n$  do  $\mathbb{R}^k$ . Omezené množiny, kompaktní množiny, vlastnosti spojitých zobrazení na kompaktních množinách.

10. *Diferenciální počet funkcí více proměnných.*

Derivace ve směru, parciální derivace, totální diferenciál složeného zobrazení. Lokální extrémů. Věta o implicitních funkcích a její důsledky.

11. *Lineární diferenciální rovnice.*

Lineární diferenciální rovnice  $n$ -tého řádu, homogenní a nehomogenní rovnice, fundamentální systém řešení, partikulární řešení. Metoda variace konstant, Wronského determinant. Rovnice s konstantními koeficienty, charakteristický polynom, vícenásobné a komplexní kořeny charakteristického polynomu, speciální pravé strany.

12. *Dvojný a trojný integrál.*

Riemannův vícerozměrný integrál. Fubiniova věta, věta o substituci. Horní a dolní objem, měřitelné množiny. Užití dvojných a trojných integrálů v geometrii a ve fyzice, výpočet objemů a povrchů těles.

13. *Křivkový integrál prvního a druhého druhu, Greenova věta.*

Křivkový integrál prvního a druhého druhu, délka křivky, potenciál vektorového pole. Greenova věta.

14. *Funkce komplexní proměnné.*

Derivace a spojitost funkce komplexní proměnné. Cauchy-Riemannovy podmínky, holomorfní funkce. Elementární funkce komplexní proměnné, holomorfní funkce, Liouvilleova věta, základní věta algebry.

15. *Posloupnosti a řady funkcí.*

Bodová a stejnoměrná konvergence posloupnosti funkcí. Spojitosť limitní funkce. Derivování a integrování člen po členu. Mocniné řady, poloměr konvergence, chování řady na konvergenční kružnici. Mocniné řady elementárních funkcí.

16. *Geometrie.*

Hlavní myšlenky axiomatického zavedení eukleidovské geometrie (přehledně). Ne-eukleidovská geometrie a její model. Kuželosečky v projektivním rozšíření eukleidovské roviny.

17. *Planimetrie a stereometrie*

Shodnost, podobnost, stejnolehlost, jejich vlastnosti a užití, řešení úloh z konstrukční geometrie (speciálně užitím mocnosti a kruhové inverze), množiny bodů daných vlastností; prostorové řešení stereometrických úloh. Rovinné obrazce, jejich obvody a obsahy; tělesa, jejich povrchy a objemy, sítě.



*18. Analytická geometrie*

Vektor, operace s vektory, skalární a vektorový součin; rovnice přímky a roviny, vzájemné polohy přímek a rovin, odchylky, vzdálenosti; rovnice kružnice, elipsy, paraboly a hyperboly, tečny ke kuželosečkám, rovnice kvadrik v základním tvaru.

*19. Křivky v  $E^3$ .*

Parametrické vyjádření křivky. Tečna, oskulační rovina, hlavní normála, binormála. Parametrizace obloukem. Frenetovy vzorce, křivost a torze. Příklady.

*20. Plochy v  $E^3$ .*

Parametrizace plochy, tečná rovina plochy. Křivka na ploše a její křivost, Gaussova křivost a její význam. Příklady.

*21. Vlastní čísla a vlastní vektory, matice lineárního zobrazení, Jordanův kanonický tvar.*

*22. Fourierovy řady.*

Trigonometrické polynomy, reálný a komplexní tvar. Besselova nerovnost. Fourierova řada po částech hladké funkce, bodová a stejnoměrná konvergence.

*23. Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika*

Kombinace, variace, permutace (bez opakování, s opakováním) a jejich užití při řešení úloh, princip inkluze a exkluze; binomická věta. Náhodný jev a jeho pravděpodobnost, pravděpodobnost sjednocení náhodných jevů, nezávislé jevy a jejich pravděpodobnost. Základní pojmy deskriptivní statistiky (statistický soubor, absolutní a relativní četnost, aritmetický průměr, modus, medián, směrodatná odchylka, rozptyl).

*24. Metody středoškolské matematiky*

Vytváření představ a pojmů, klasifikace pojmů, definice; tvorba hypotéz (s užitím neúplné indukce a analogie), věty a jejich důkazy (důkaz přímý, nepřímý, sporem, matematickou indukcí); axiomatická metoda ve středoškolské matematice. Příklady aplikací matematiky.

**Deskriptivní geometrie - odborná a didaktická témata**

*1. Porovnání jednotlivých promítacích metod*

Zavedení, konstrukční postupy, názornost, užití v praxi

*2. Rozvíjení prostorové představivosti*

Modely, prostorová řešení úloh, rysy, obrazy, náčrtky.

*3. Metody výuky rýsování a technického kreslení*

Přehled o učivu na ZŠ, gymnáziích a průmyslových školách. Metodické zpracování tematických celků.

*4. Užití středové kolineace v deskriptivní geometrii*

Typy a specifikace středových kolineací v rovině a v prostoru. Užití kolineace při konstrukci průmětů těles, rovinných řezů, perspektivních obrazů a perspektivního reliéfu. Užití kolineace

k odvození některých ploch a jejich vlastností (obrazy kulové plochy, jednodílného hyperboloidu).

*5. Přímkové plochy*

Určení přímkových ploch, plochy 2. stupně, ukázky ploch 3. a 4. stupně. Chaslesova věta a její užití. Konoidy.

6. *Obecné vlastnosti rotačních ploch*

Zavedení, významné čáry na ploše. Konstrukce průmětů ploch. Tečné roviny a řezy vybraných ploch (anuloid, plochy 2. stupně atp.) rovinami.

7. *Základy kinematické geometrie v rovině*

Základní pojmy, určení pohybu v rovině. Významné typy pohybů (eliptický, kardioidický, cykloidální, evolventní).

8. *Šroubovice, šroubový pohyb, šroubové plochy*

Vlastnosti šroubovice. Třídění šroubových ploch a jejich užití v praxi.

9. *Užití deskriptivní geometrie v praxi*

Geometrický podklad diagnostických přístrojů (rentgen, tomograf) a kartografických metod. Užití ploch ve strojnictví a stavebnictví. Technické kreslení.

10. *Parametrické vyjádření křivky*

Oblouk jako parametr, Frenetovy vzorce. Výpočet křivosti a torze při obecném parametru. Oskulační kružnice.

11. *Parametrické vyjádření plochy*

První a druhá základní forma plochy.

12. *Křivka na ploše*

Hlavní směry a hlavní křivky. Gaussova křivost plochy.

13. *Asymptotické a geodetické křivky na ploše*

14. *Geometrické základy kartografie*

15. *Deskriptivní geometrie podporovaná počítačem*

16. *Mezipředmětové vztahy a jejich využití*

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie**

Jsou stejné jako na magisterském programu Učitelství fyzika-matematika pro SŠ.

**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Učitelství matematika - deskriptivní geometrie**

**Pedagogika a psychologie**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z

**Matematika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIM001	<b>Didaktika matematiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP021	<b>Moderní matematická analýza</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NUMP020	<b>Algebra II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIM005	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIM006	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1		2 týdny Z

NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NUMV043	<b>Metody řešení matematických úloh</b>	3	0/2 Z	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Deskriptivní geometrie**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDGE011	<b>Algebraická geometrie</b>	3	2/0 Zk	—
NDGE012	<b>Diferenciální geometrie II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDGE013	<b>Didaktika deskriptivní geometrie</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE014	<b>Deskriptivní geometrie III</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE016	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie I</b>	1		1 týden Z
NDGE017	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie II</b>	1		2 týdny Z
NDGE018	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie III</b>	1	2 týdny Z	

**Povinně volitelné a doporučené volitelné předměty (blok C)**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMV019	Kombinatorický seminář I	3	0/2 Z	—
NUMV020	Kombinatorický seminář II	3	—	0/2 Z
NUMV021	<i>Geometrie a architektura</i>	3	—	2/0 Zk
NUMV011	<i>Výpočetní technika pro učitele matematiky I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV012	<i>Výpočetní technika pro učitele matematiky II</i>	3	—	0/2 Z
NPRM039	<i>Matematika na počítači</i>	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NUMV047	<i>Uplatnění pravděpodobnosti a statistiky na gymnáziích</i>	3	0/2 Z	—
NUMV048	<i>Pravděpodobnost a statistika ve výuce a pedagogickém výzkumu</i>	3	—	0/2 Z
NUMV066	<i>Didakticko-historický seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV067	<i>Didakticko-historický seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV063	<i>Proseminář matematický I</i>	3	0/2 Z	—
NUMV064	<i>Proseminář matematický II</i>	3	—	0/2 Z
NUMV065	<i>Vývoj matematického vzdělávání</i>	3	—	0/2 Z
NUMV098	<i>Aplikace matematiky pro učitele</i>	3	—	0/2 Z

NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i>	1	—	0/2 Z
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i>	1	0/2 Z	—

### 3.10. Učitelství matematiky - fyziky pro střední školy

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

Studijní plány Učitelství matematiky - fyziky pro střední školy jsou uvedeny v odst. 12 navazujícího magisterského studijního programu Fyzika

### 3.11. Učitelství matematiky-informatiky pro střední školy

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

#### *Doporučený průběh studia*

##### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z
NDIM001	<b>Didaktika matematiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP021	<b>Moderní matematická analýza</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NUMP020	<b>Algebra II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIM005	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIM006	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1		2 týdny Z
NPGR003	<b>Počítačová grafika I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NUIN014	<b>Informační technologie</b> <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIN010	<b>Didaktika informatiky I</b> <sup>1</sup>	3	0/2 Z	—
NDIN013	<b>Didaktika informatiky II</b> <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN011	<b>Didaktika uživatelského software I</b> <sup>1</sup>	3	0/2 KZ	—
NDIN012	<b>Didaktika uživatelského software II</b> <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN006	<b>Pedagogická praxe z informatiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIN007	<b>Pedagogická praxe z informatiky II</b>	1		2 týdny Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z

<sup>1</sup> Předmět není vyučován v každém akademickém roce, je vyučován zpravidla jednou za dva roky. Zapište si ho podle toho v 1. nebo ve 2. roce svého studia.

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b>	3	2/0 Zk	—
NUMV043	<b>Metody řešení matematických úloh</b>	3	0/2 Z	—
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	—
NTIN090	<b>Základy složitosti a vyčíslitelnosti<sup>1</sup></b>	5	2/1 Z+Zk	—
NUIN014	<b>Informační technologie<sup>2</sup></b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIN010	<b>Didaktika informatiky I<sup>2</sup></b>	3	0/2 Z	—
NDIN013	<b>Didaktika informatiky II<sup>2</sup></b>	3	—	0/2 KZ
NDIN011	<b>Didaktika uživatelského software I<sup>2</sup></b>	3	0/2 KZ	—
NDIN012	<b>Didaktika uživatelského software II<sup>2</sup></b>	3	—	0/2 KZ
NUIN017	<i>Speciální oborový seminář</i>	3	—	0/2 Z
NDIN008	<b>Pedagogická praxe z informatiky III</b>	1	2 týdny Z	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b> <i>Volitelné předměty</i>	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup> Místo předmětu NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti je možné absolvovat náročnější předmět NTIN064 Vyčíslitelnost I 2/0 Zk.

<sup>2</sup> Předmět není vyučován v každém akademickém roce, je vyučován zpravidla jednou za dva roky. Zapište si ho podle toho v 1. nebo ve 2. roce svého studia.

**Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky
- z ústní zkoušky z informatiky a didaktiky informatiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- Získání alespoň 120 kreditů.
- Splnění povinných předmětů (blok B) studijního oboru Učitelství matematika - informatika.
- Odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z nediplomního probačního předmětu**

- Získání alespoň 90 kreditů.

Poznámka: Ústní část státní závěrečné zkoušky z nediplomního aprobačního předmětu a jeho didaktiky může student skládat již v zimním semestru 2. ročníku.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z pedagogiky a psychologie**

- Získání alespoň 40 kreditů.
- Splnění předmětů Pedagogika I, Pedagogika II a Psychologie.

Poznámka: Ústní část státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie může student skládat nejdříve v letním semestru 1. ročníku.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **Matematika - odborná a didaktická témata**

Odborná a didaktická témata jsou stejná, jako pro učitelství matematiky-deskriptivní geometrie pro střední školy a jsou uvedena v odstavci 3.9.

#### **Informatika - odborná témata**

##### *1. Zobrazení dat v počítači*

Zobrazení celých a reálných čísel v počítači, algoritmy základních početních operací. Reprezentace znaků a řetězců. Implementace datových struktur (pole, záznamy, záznamy s variantními částmi, množiny).

##### *2. Principy počítačů, operačních systémů a počítačových sítí*

Architektury počítačů. Typické instrukce strojového kódu. Přerušovací systémy. Paměťové systémy. Sběrnice, způsob připojení a programové obsluhy typických periférií. Role a základní úkoly operačního systému, příklady konkrétních operačních systémů (Windows, Unix). Správa prostředků, algoritmy prevence uváznutí. Popis paralelismu a synchronizace procesů. Počítačové sítě, standard ISO, TCP/IP, Internet, elektronická pošta.

##### *3. Datové a řídicí struktury programovacích jazyků (programátorský a implementační pohled).*

Jednoduché a strukturované datové typy. Podprogramy, komunikace podprogramu s okolím (globální proměnné, parametry, typy předávání parametrů, moduly a separátní kompilace). Porovnání vybraných programovacích jazyků z hlediska jejich datových a řídicích struktur. Principy překladu programovacích jazyků, překlad a interpretace, podprogramy a makra. Formální popisy syntaxe programovacích jazyků. Struktura kompilátoru a funkce jeho jednotlivých částí (lexikální, syntaktická a sémantická analýza), sestavování separátně zkompileovaných modulů.

##### *4. Metodika programování*

Vývoj metodiky programování. Strukturované programování, modulární a objektové programování, abstraktní datové typy. Událostmi řízené programy. Logické a funkcionální programování. Dětské programovací jazyky.

##### *5. Správnost a složitost algoritmů*

Částečná správnost algoritmu, konečnost algoritmu, invarianty, metody důkazu správnosti programu. Časová, paměťová, asymptotická složitost algoritmu - nejhorší, nejlepší, průměrný případ (definice jednotlivých pojmů). Odhad asymptotické složitosti jednoduchých algoritmů. Časová a prostorová složitost - vztah determinismu a nedeterminismu. Polynomiální převeditelnost, P- a NP- problémy, NP-úplnost.

### 6. Základní programovací techniky a návrh datových struktur

Různé reprezentace abstraktních datových typů (množina, zásobník, fronta, prioritní fronta, ...). Složitost vyhledávání, vkládání a vypouštění prvků, hledání minimálního a k-tého nejmenšího, průchod všemi prvky. Reprezentace faktorové množiny. Hashování. Reprezentace aritmetických výrazů a algoritmy pro výpočet jejich hodnoty. Obecnější metody návrhu efektivních algoritmů (metoda rozděl a panuj, dynamické programování atd.).

### 7. Algoritmy vnitřního a vnějšího třídění

Dolní odhady časové složitosti úlohy vnitřního třídění pro nejhorší a průměrný případ. Jednoduché algoritmy kvadratické složitosti. Třídění sléváním, heapsort, quicksort, přihrádkové třídění. Odlišnost vnějšího třídění od vnitřního třídění, základní myšlenky, přirozené slučování, polyfázové třídění.

### 8. Základní numerické algoritmy

Řešení soustav lineárních rovnic - metody přímé a iterační, metody řešení nelineárních rovnic. Interpolace funkcí polynomy, jiné metody aproximace funkcí. Numerická integrace.

### 9. Teorie automatů a jazyků

Chomského hierarchie, charakterizace jejich tříd pomocí gramatik a automatů. Různé ekvivalentní definice regulárních jazyků. Nerodova věta. Uzávěrové vlastnosti regulárních jazyků. Bezkontextové gramatiky, derivační stromy, normální tvary gramatik, zásobníkové automaty, uzávěrové vlastnosti, deterministické jazyky.

### 10. Kombinatorika a teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, různé možnosti datové reprezentace grafu. Základní kombinatorické pojmy a metody. Základní kombinatorické a grafové algoritmy (např. nejkratší cesta v grafu, minimální kostra, prohledávání grafu, určování různých typů souvislosti, acykličnost grafu, toky v sítích, maximální párování v grafech).

### 11. Vyčíslitelnost

Algoritmicky vyčíslitelné funkce, jejich vlastnosti, Churchova teze. Rekursivní a rekursivně spočetné množiny a jejich vlastnosti. Algoritmicky neřešitelné problémy. Riceova věta, Gödelova věta o neúplnosti.

### 12. Informační systémy

Organizace souborů - sekvenční, indexsekvenční, indexované, hashovací metody, B-stromy. Databázové systémy - problematika návrhu, konceptuální, logické a fyzické schéma. Relační datový model. Pojem dotazu, dotazovací jazyky (SQL).

### 13. Počítačová geometrie a grafika

Algoritmy 2D grafiky: kreslení čar, vyplňování, pŕltónování a rozptylování barev. Barevné systémy, zobrazování barev na počítači. Transformace a projekce. 3D grafika: metody reprezentace 3D scén, zobrazovací algoritmy, výpočet viditelnosti.

### 14. Umělá inteligence

Heuristické metody řešení úloh. Neuronové sítě. Programování her - algoritmus minimaxu, alfa-beta prořezávání.

### 15. Vybrané oblasti použití počítačů

Databázové systémy, programy pro přípravu textů, programy pro přípravu prezentací, tabulkové kalkulátory, počítačová grafika a animace, WWW - vyhledávání informací. Počítačové modelování a simulace.

**Informatika - didaktická témata**

Metodicky zajímavý krátký výklad jednoho z předem známých témat. V každém školním roce bude vypsáno 25 konkrétních témat. Hodnotí se především metodický přístup k výkladu a vystižení podstaty problematiky.

**Seznam témat**

1. Jednoduchý třídící algoritmus
2. Quicksort
3. Heapsort
4. Vnější třídění
5. Rekursivní podprogramy
6. Typy předávání parametrů v Pascalu
7. Reflexivní, symetrický a tranzitivní uzávěr
8. Dynamicky a staticky alokované proměnné v Pascalu
9. Práce s lineárním spojovým seznamem, srovnání s polem
10. Vyhledávání v poli (např. binární, užití zarážky)
11. Průchod stromem do hloubky a do šířky (zásobník, fronta)
12. Vyhledávání, vkládání a vypouštění v binárním vyhledávacím stromu
13. Problém stabilních manželství
14. Prohledávání s návratem (backtracking)
15. Srovnání programovacích jazyků Pascal a C
16. Důkaz správnosti jednoduchého programu (např. faktoriál, Fibonacciova čísla)
17. Seznamy v Prologu a jednoduché predikáty pro práci s nimi
18. Algoritmus minimaxu
19. Algoritmy vyčíslení hodnoty aritmetického výrazu
20. Výpočet hodnoty polynomu Hornerovým schématem
21. Algoritmus „binárního“ umocňování a násobení
22. Dijkstrův algoritmus
23. Určení délky nejdelší rostoucí vybrané podposlounosti
24. Generování všech permutací v lexikografickém uspořádání
25. Statické a virtuální metody a jejich srovnání

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie**

Jsou stejné jako u magisterského studia Učitelství fyzika-matematika pro SŠ.

**Povinné předměty (blok B) studijního oboru Učitelství matematiky-informatiky pro střední školy****Pedagogika a psychologie**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z

**Matematika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDIM001	<b>Didaktika matematiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk



NUMP021	<b>Moderní matematická analýza</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NUMP020	<b>Algebra II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b> <sup>1</sup>	3	2/0 Zk	—
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NUMV043	<b>Metody řešení matematických úloh</b>	3	0/2 Z	—
NDIM005	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIM006	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1		2 týdny Z
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Informatika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPGR003	<b>Počítačová grafika I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN090	<b>Základy složitosti a vyčíslitelnosti</b> <sup>2</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NUIN014	<b>Informační technologie</b> <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NDIN010	<b>Didaktika informatiky I</b> <sup>1</sup>	3	0/2 Z	—
NDIN013	<b>Didaktika informatiky II</b> <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN011	<b>Didaktika uživatelského software I</b> <sup>1</sup>	3	0/2 KZ	—
NDIN012	<b>Didaktika uživatelského software II</b> <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN006	<b>Pedagogická praxe z informatiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIN007	<b>Pedagogická praxe z informatiky II</b>	1		2 týdny Z
NDIN008	<b>Pedagogická praxe z informatiky III</b>	1	2 týdny Z	

<sup>1</sup> Předmět není vyučován v každém akademickém roce (je vyučován zpravidla jednou za dva roky).

<sup>2</sup> Místo předmětu NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti je možné absolvovat předmět NTIN064 Vyčíslitelnost I 2/0 Zk.

**Doporučené volitelné předměty (blok C)**

**Matematika - seznam je stejný jako u oboru 3.9**

**Informatika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUIN017	<i>Speciální oborový seminář</i>	3	—	0/2 Z
NUOS008	<i>Seminář z počítačových aplikací</i>	3	—	0/2 Z
NPRG003	<i>Metodika programování a filozofie programovacích jazyků</i>	3	—	2/0 Zk
NDBI007	<i>Organizace a zpracování dat I</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NPGR004	<i>Počítačová grafika II</i>	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR012	<i>Virtuální realita</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI042	<i>Numerická matematika</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NAIL028	<i>Úvod do mobilní robotiky</i>	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL012	<i>Úvod do počítačové lingvistiky</i>	3	2/0 Zk	—
NSWI072	<i>Algoritmy komprese dat</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NAIL069	<i>Umělá inteligence I</i>	3	2/0 Zk	—



# Studijní plány studijního programu FYZIKA

## A. Bakalářské studium

*Garant studia: Doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.*

### Základní informace

Bakalářský studijní program Fyzika má standardní dobu studia 3 roky a maximální dobu studia 6 let. Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou a její úspěšné složení vede k získání titulu bakalář.

V rámci bakalářského studijního programu Fyzika lze studovat tři studijní obory:

1. Obecná fyzika
2. Aplikovaná fyzika
3. Fyzika zaměřená na vzdělávání

Obor Fyzika zaměřená na vzdělávání má dva studijní plány:

- fyzika - matematika,
- fyzika - matematika pro základní vzdělávání.

Průběh studia není studijními plány pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a získal potřebný počet kreditů požadovaných při kontrole studia na konci každého studijního roku. Je však vhodné dodržovat doporučený průběh studia, protože je sestaven s ohledem na návaznosti mezi jednotlivými předměty i na podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

První dva roky studia studijního oboru Obecná fyzika jsou společné a tvoří je především povinné předměty doplněné o doporučené volitelné předměty. Ve třetím roce má student možnost volbou povinně volitelných předmětů, dalších volitelných předmětů a tématu své bakalářské práce absolvovat jeden z bloků, na které pak navazuje odpovídající magisterské studium. Celkem je požadováno získání minimálně 180 kreditů za celé tříleté studium, z toho 162 kreditů posluchač obdrží za povinné a povinně volitelné předměty (včetně 4 kreditů za povinnou výuku tělesné výchovy, 1 kreditu za zkoušku z anglického jazyka a 6 kreditů za vypracování bakalářské práce) a 18 kreditů si doplní absolvováním volitelných předmětů, které si může vybrat libovolně (nejlépe z nabídky povinně volitelných předmětů toho navazujícího magisterského oboru, v němž posluchač hodlá pokračovat). Dále se doporučuje 3 z těchto kreditů získat za výuky anglického jazyka v prvních třech semestrech studia.

Průběh studia studijních oborů Aplikovaná fyzika a Fyzika zaměřená na vzdělávání je obdobný, liší se však množstvím předepsaných kreditů za povinné a povinně volitelné předměty.

## Studijní plány

### Obecná fyzika

**Garantující pracoviště:** Kabinet výuky obecné fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Ivana Stulíková, CSc.

Pracovištěm garantujícím výuku bakalářského studia Obecná fyzika s výjimkou některých povinně volitelných a doporučených volitelných předmětů je Kabinet výuky obecné fyziky. Za výuku povinně volitelných předmětů odpovídají stejná pracoviště, která zajišťují jednotlivé studijní obory navazujícího magisterského studijního programu Fyzika.

*Charakteristika studijního oboru:*

Obor obecná fyzika zahrnuje základní znalosti z experimentální a teoretické fyziky, matematiky a programování. Ve třetím roce studia se student volbou volitelných předmětů a tématu bakalářské práce může orientovat jak na přípravu na navazující magisterské studium tak i na získání prakticky orientovaných znalostí v následujících zaměřeních: astronomie a astrofyzika, geofyzika, meteorologie a klimatologie, teoretická fyzika, fyzika kondenzovaných soustav a materiálů, optika a optoelektronika, fyzika povrchů a ionizovaných prostředí, biofyzika a chemická fyzika, jaderná a subjaderná fyzika, matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice.

*Cíle studia:*

Cílem studia studijního oboru Obecná fyzika je poskytnout studentům ucelené základní vzdělání pokrývající všechny obory fyziky, odpovídající poměrně rozsáhlé znalosti z matematiky a základy programování. Na tento základ navazují ve třetím roce studia povinně volitelné a volitelné předměty, s jejichž pomocí může student získat základní znalosti v deseti oborech pokrývajících celou fyziku a připravit se na navazující magisterské studium nebo uzavřít své vzdělání na bakalářské úrovni.

*Profil absolventa:*

Absolvent studijního oboru Obecná fyzika má ucelené znalosti v experimentální a teoretické fyzice pokrývající všechny obory fyziky. Současně získává i velmi solidní znalosti z matematiky a osvojí si i základy programování. Volbou povinně volitelných a volitelných předmětů student může získat prohloubené znalosti v jednom z deseti oborů fyziky. Vzhledem k šíři vzdělání, přizpůsobivosti a všeobecně oceňované schopnosti abstraktního a tvořivého myšlení je student výborně připraven jak na navazující magisterské studium, tak na zaměstnání v řadě prakticky orientovaných oborů, kde jsou tyto schopnosti vyžadovány.

### Doporučený průběh studia

Předměty **povinné** ke státní závěrečné zkoušce jsou vytištěny **tučně**, povinně volitelné předměty normálním písmem, doporučené *volitelné* předměty *kurzívou*.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY021	<b>Fyzika I (mechanika a molekulová fyzika)</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NOFY055	Úvod do praktické fyziky	2	0/1 Z	—
NMAF051	Matematická analýza I	10	4/3 Z+Zk	—
NMAF027	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NOFY056	Programování pro fyziky	5	2/2 Z+Zk	—
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NOFY018	<b>Fyzika II (elektřina a magnetismus)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NOFY066	<b>Fyzikální praktikum I pro obor Obecná fyzika</b>	5	—	0/3 KZ
NMAF052	Matematická analýza II	10	—	4/3 Z+Zk
NMAF028	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
	<b>Kurz bezpečnosti práce I</b> <sup>1</sup>	0		
NJAZ070	Anglický jazyk <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NOFY002	Proseminář z matematické fyziky	2	0/2 Z	—
NOFY067	Fyzika v experimentech I	2	1/0 Z	—
NJAZ072	Anglický jazyk <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
NOFY011	Proseminář z elektrodynamiky	2	—	0/2 Z
NOFY068	Fyzika v experimentech II	2	—	1/0 Z
NJSF036	Použití počítačů ve fyzice	2	—	0/2 KZ

<sup>1</sup>Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>2</sup>Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY022	<b>Fyzika III (optika)</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NOFY024	<b>Fyzikální praktikum II pro obor Obecná fyzika</b>	4	0/3 KZ	—
NMAF061	Matematika pro fyziky I	7	4/2 Z+Zk	—
NOFY003	Teoretická mechanika	7	3/2 Z+Zk	—
NOFY023	Speciální teorie relativity	3	2/0 Zk	—
NTVY016	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NOFY025	<b>Fyzika IV (atomová fyzika a elektronová struktura látek)</b>	6	—	3/1 Z+Zk
NOFY028	<b>Fyzikální praktikum III pro obor Obecná fyzika</b>	5	—	0/4 KZ
NMAF062	Matematika pro fyziky II	6	—	3/2 Z+Zk
NOFY026	Klasická elektrodynamika	6	—	2/2 Z+Zk
NOFY027	Úvod do kvantové mechaniky	6	—	2/2 Z+Zk

NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Zk
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NOFY010	<i>Proseminář z optiky</i>	3	0/2 Z	—
NTMF069	<i>Proseminář teoretické fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NOFY047	<i>Problémy současné fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NOFY059	<i>Experimentální metody fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NTMF029	<i>Proseminář teoretické fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NOFY057	<i>Proseminář z kvantové fyziky atomárních soustav</i>	3	—	0/2 Z
NOFY054	<i>Proseminář z kvantové mechaniky</i>	3	—	0/2 Z
NOFY048	<i>Problémy současné fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NOFY060	<i>Experimentální metody fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NOFY062	<i>Pravděpodobnostní metody fyziky</i>	5	—	2/1 Z+Zk

Mechanika kontinua, navazující na NOFY003, je obsahem předmětu NGEO078.

<sup>1</sup> Alternativou k NTVY017 je letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY029	<b>Fyzika V (jaderná a subjaderná fyzika)</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NOFY030	<b>Fyzikální praktikum IV pro obor Obecná fyzika</b>	4	0/3 KZ	—
NMAF063	<b>Matematika pro fyziky III</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NOFY031	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b> <sup>1</sup>	7	3/2 Z+Zk	—
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	Povinně volitelné předměty <sup>2</sup>	10		
	<i>Kurz bezpečnosti práce II</i> <sup>3</sup>	0		
NOFY012	<i>Proseminář z jaderné a subjaderné fyziky</i>	3	0/2 Z	—
NOFY064	<i>Výpočetní technika ve fyzikálním experimentu</i>	4	0/3 KZ	—
NMAF006	<i>Vybrané partie z matematiky pro fyziky</i>	3	—	2/0 Zk
NGEO090	<i>Proseminář věd o Zemi</i>	3	—	0/2 Z
NOFY065	<i>Výběrové praktikum z elektroniky a počítačové techniky</i>	4	—	0/3 KZ

<sup>1</sup> Pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je nutné absolvovat buď tento předmět, nebo předmět NTMF043 (Termodynamika a statistická fyzika I), nebo předmět NOFY036 (Termodynamika a statistická fyzika).

<sup>2</sup> Seznam povinně volitelných předmětů je uveden níže. Viz též podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

<sup>3</sup> Kurz je nezbytný pro studenty, kteří mají zadanou experimentální bakalářskou práci, konají práci v laboratoři nebo navštěvují praktika (předměty NOFY028, NOFY030, NOFY065, NFPL151, NJSF006 atd.)

### Kurz bezpečnosti práce

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální bakalářské práce) je absolvování kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky, a to jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### Povinně volitelné předměty

Povinně volitelné předměty jsou uspořádány do bloků, jež odpovídají oborům navazujícího magisterského studijního programu Fyzika, a proto se zájemcům o navazující magisterské studium doporučuje příslušný blok absolvovat. Výuku těchto předmětů zajišťují pracoviště, která garantují jednotlivé studijní obory magisterského studia.

Studenti, kteří nemají zájem o navazující magisterské studium, si mohou zapsat předměty dle vlastního uvážení. S ohledem na získání ucelených znalostí je však i v tomto případě vhodné dát přednost předmětům z jednoho bloku uvedeného níže, případně se poradit s příslušným odpovědným učitelem o zapsání dalších vybraných přednášek z navazujícího magisterského studia.

Povinně volitelné předměty jsou vytištěny normálním písmem, *doporučené volitelné předměty kurzívou*.

#### 1. Astronomie a astrofyzika

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY042	Základy kvantové teorie	9	4/2 Z+Zk	—
NAST006	Základy astronomie a astrofyziky I	6	—	4/0 Zk
NAST007	Základy astronomie a astrofyziky II	6	—	4/0 Zk
NAST028	Cvičení a praktikum z astronomie	6	—	0/4 Z
NOFY034	Metody zpracování fyzikálních měření	3	—	2/0 Zk
NSZZ002	<i>Odborná praxe</i>	1	0/0 Z	0/0 Z
NAST023	<i>Astrofyzika pro fyziky</i>	3	2/0 Zk	—
NAST020	<i>Fyzika malých těles sluneční soustavy</i>	3	2/0 Zk	—
NAST010	<i>Seminář Astronomického ústavu UK</i> <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NAST026	<i>Dějiny astronomie</i> <sup>1</sup>	3	1/1 Z	1/1 Z
NAST021	<i>Vybrané kapitoly z astrofyziky</i> <sup>1</sup>	3	2/0 Zk	—

<sup>1</sup> Tyto předměty se zaměřují každý rok na jiná témata a studenti je mohou zapisovat opakovaně.

#### 2. Geofyzika

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEO078	Mechanika kontinua I	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO005	Fourierova spektrální analýza	5	2/1 Z+Zk	—



NGEO076	Obrácené úlohy a modelování ve fyzice	3	—	2/0 Zk
NGEO082	Seismologie I	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO017	Tíhové pole a tvar Země	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO080	Geomagnetismus a geoelektrina I	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO021	<i>Newtonův potenciál ve fyzikálních vědách</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO029	<i>Přehled geofyziky</i>	3	2/0 Zk	—
NPRF018	<i>Počítače v geofyzikální praxi</i>	3	2/0 Zk	—
NGEO006	<i>Fyzika ionosféry a magnetosféry</i>	3	—	2/0 Zk
NGEO077	<i>Geofyzikální metody studia přírodního prostředí</i>	3	—	2/0 Zk
NMAF001	<i>Vybrané kapitoly z parciálních diferenciálních rovnic</i>	3	—	2/0 Zk
NMET050	<i>Metody zpracování fyzikálních měření</i>	3	—	2/0 Zk

### 3. Meteorologie a klimatologie

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMET034	Hydrodynamika	6	3/1 Z+Zk	—
NMET012	Všeobecná klimatologie	6	4/0 Zk	—
NMET050	Metody zpracování fyzikálních měření	3	—	2/0 Zk
NMET049	Seminář zpracování fyzikálních měření	3	—	0/2 Z
NMET023	Dynamická meteorologie <sup>1</sup>	7	—	4/1 Z+Zk
NMET074	Dynamika atmosféry <sup>1</sup>	6	—	3/1 Z+Zk
NMET035	Synoptická meteorologie I	4	—	3/0 Zk
NGEO078	<i>Mechanika kontinua I</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NMET069	<i>Meteorologický bakalářský seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NMET070	<i>Meteorologický bakalářský seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NPRF031	<i>Programování v meteorologii</i>	6	—	2/2 KZ
NMAF026	<i>Deterministický chaos</i>	3	—	2/0 Zk

<sup>1</sup> Student zapisuje pouze jeden z těchto dvou předmětů.

### 4. Teoretická fyzika

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTMF043	Termodynamika a statistická fyzika I <sup>1</sup>	7	3/2 Z+Zk	—
NTMF044	Termodynamika a statistická fyzika II	7	—	3/2 Z+Zk
NTMF066	Kvantová mechanika I	9	4/2 Z+Zk	—
NTMF067	Kvantová mechanika II	9	—	4/2 Z+Zk
NTMF111	Obecná teorie relativity	4	—	3/0 Zk

NTMF059	<i>Geometrické metody teoretické fyziky I</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NTMF057	<i>Počítačové metody v teoretické fyzice I</i>	5	—	2/1 Z+Zk
NTMF005	<i>Seminář teoretické fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NTMF012	<i>Seminář teoretické fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NTMF100	<i>Odborné soustředění UTF</i>	2	—	0/1 Z

<sup>1</sup> Pokud je náhradou za NOFY031 (Termodynamika a statistická fyzika), považuje se za předmět povinný, a to včetně kreditů.

### 5. Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL010	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NFPL150	Úvod do fyziky kondenzovaných soustav	9	—	4/2 Z+Zk
NFPL192	Proseminář fyziky kondenzovaných soustav	3	—	0/2 Z
NFPL141	<i>Kvantová teorie II</i>	5	—	2/1 Z+Zk
NOFY034	<i>Metody zpracování fyzikálních měření</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL151	<i>Experimentální cvičení FPL</i>	3	—	0/2 Z
NFPL035	Úvod do krystalografie a strukturní analýzy	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL155	<i>Studium reálné struktury pevných látek</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL163	<i>Fyzika magnetických materiálů</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL043	Úvod do fyziky organických polovodičů	3	2/0 Zk	—
NFPL115	<i>Elektronová mikroskopie</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL074	<i>Praktické užití elektronové mikroskopie</i>	3	1/1 Z	—
NFPL059	<i>Fyzikální akustika</i>	3	—	1/1 KZ
NFPL161	<i>Perspektivní materiály a jejich příprava</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL092	<i>Radiofrekvenční spektroskopie pevných látek</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL095	<i>Základy kryotechniky</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL169	<i>Hyperjemné interakce a jaderný magnetismus</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF105	<i>Vakuová technika</i>	3	—	2/0 Zk
NBCM090	<i>Fyzika povrchů a tenkých vrstev polymerů</i>	3	2/0 Zk	—

**6. Optika a optoelektronika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL010	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NOOE021	Vlnová optika	9	—	4/2 Z+Zk
NOOE001	Základy optické spektroskopie	3	—	2/0 Zk
NMAF035	Numerické metody zpracování experimentálních dat	3	—	2/0 Zk
NOOE114	<i>Nové materiály a technologie</i>	3	—	2/0 Zk
NOOE115	<i>Konstrukce a výroba optických prvků</i>	2	—	0/1 Z
NOOE116	<i>Základy fotoniky</i>	3	—	2/0 Zk

**7. Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY042	Základy kvantové teorie	9	4/2 Z+Zk	—
NEVF158	Základy fyziky pevných látek	5	—	2/1 Zk
NEVF105	Vakuová technika	3	—	2/0 Zk
NEVF140	Povrchové vlastnosti pevných látek	3	—	2/0 Zk
NEVF100	Metody fyziky plazmatu	3	—	2/0 Zk
NEVF104	Seminář fyziky povrchů a plazmatu	2	—	0/1 Z
NEVF101	<i>Základy elektroniky</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF102	<i>Úvod do počítačové fyziky</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NEVF119	<i>Elektronika povrchů</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF103	<i>Technika tenkých vrstev</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF112	<i>Metody zpracování fyzikálních měření — FPP</i>	3	2/0 Zk	—
NEVF001	<i>Seminář z kvantové teorie</i>	3	—	0/2 Z
NEVF135	<i>Programování v IDL — zpracování a vizualizace dat</i>	3	1/1 KZ	—

**8. Biofyzika a chemická fyzika**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NBCM110	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NBCM111	Kvantová teorie II <sup>1</sup>	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM039	Kvantová teorie molekul	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM035	Obecná chemie	5	—	2/1 Z+Zk
NBCM112	Metody magnetické rezonance v biofyzice <sup>2</sup>	4	—	3/0 Zk
NBCM094	Úvod do problémů současné biofyziky <sup>2</sup>	3	—	0/2 Z
NMAF035	Numerické metody zpracování experimentálních dat	3	—	2/0 Zk
NOFY052	<i>Měřicí technika ve fyzice</i>	4	0/3 Z	—
NBCM010	<i>Bioorganická chemie</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM014	<i>Struktura, dynamika a funkce biologických membrán</i>	3	2/0 Zk	—

NBCM102	<i>Základy klasické radiometrie a fotometrie</i>	3	2/0 Zk	—
NOOE036	<i>Úvod do fyzikální a molekulární akustiky</i>	3	—	2/0 Zk
NOOE051	<i>Synchrotronové záření a rtg optika</i>	3	—	2/0 Zk
NBCM026	<i>Experimentální technika v molekulární spektroskopii</i>	3	—	2/0 Zk
NOOE004	<i>Emisní spektroskopie v biofyzice</i>	3	—	2/0 Zk
NBCM027	<i>Symetrie molekul</i>	4	—	2/1 Z+Zk

<sup>1,2</sup> Předmět označený 1 si volí zájemci o chemickou fyziku a teorii molekulárních systémů. Předměty označené 2 si volí zájemci o biofyziku.

### 9. Jaderná a subjaderná fyzika

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY045	Kvantová mechanika I <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NOFY046	Kvantová mechanika II <sup>1</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF094	Kvantová mechanika I <sup>2</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF095	Kvantová mechanika II <sup>2</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF060	Kvantová teorie I <sup>3</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF061	Kvantová teorie II <sup>3</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF064	Fyzika jádra	7	—	3/2 Z+Zk
NJSF103	Experimentální metody jaderné a subjaderné fyziky	6	—	3/1 Z+Zk
NJSF006	Praktikum jaderné fyziky	6	—	0/4 KZ
NOFY034	<i>Metody zpracování fyzikálních měření</i>	3	—	2/0 Zk

<sup>1,2,3</sup> Student zapisuje jednu z dvojic předmětů označených 1, 2 nebo 3.

### 10. Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMOD012	Mechanika kontinua	7	3/2 Z+Zk	—
NNUM105	Základy numerické matematiky	9	4/2 Z+Zk	—
NDIR044	Parciální diferenciální rovnice I	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA106	Úvod do funkcionální analýzy (OF) <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NOFY036	Termodynamika a statistická fyzika <sup>2</sup>	7	—	3/2 Z+Zk
NMOD104	<i>Matematické modelování ve fyzice 1</i>	3	2/0 Zk	—
NMOD204	<i>Matematické modelování ve fyzice 2</i>	3	—	2/0 Zk
NDIR020	<i>Obyčejné diferenciální rovnice I</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA050	<i>Funkcionální analýza I</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR045	<i>Parciální diferenciální rovnice II</i>	6	—	2/2 Z+Zk

<sup>1</sup> Přednáší se v obou semestrech.

<sup>2</sup> Pokud je náhradou za NOFY031 (Termodynamika a statistická fyzika), považuje se za předmět povinný, a to včetně kreditů.

### Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze dvou částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní části zkoušky

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů v rozsahu alespoň 10 kreditů
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu

### **Bakalářská práce**

Bakalářská práce se zpravidla zadává v zimním semestru třetího roku studia. Téma bakalářské práce si student volí z nabídky fyzikálních pracovišť.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

Zkouška má přehledový charakter. Jsou kladeny jen širší otázky a žádá se, aby posluchač prokázal pochopení základních problémů, byl schopen je ilustrovat na konkrétních situacích a osvědčil určitou míru syntézy a hlubšího pochopení. Kromě znalosti teorie jevu se tedy předpokládá i znalost základní metodiky měření příslušných veličin. Předmětem zkoušky jsou následující partie fyziky:

#### *1. Mechanika hmotného bodu a soustav hmotných bodů*

Základní kinematické veličiny. Newtonovy pohybové zákony. Inerciální soustavy. První a druhá impulzová věta. Keplerovy zákony. Harmonický oscilátor (tlumený i netlumený), vynucené kmity. D'Alembertův princip. Lagrangeovy rovnice 2. druhu. Hamiltonovy kanonické rovnice.

#### *2. Kinematika a dynamika tuhého tělesa*

Eulerovy úhly a kinematické rovnice. Tensor setrvačnosti. Eulerovy dynamické rovnice. Pohyb setrvačnicků.

#### *3. Mechanika kontinua*

Tenzor napětí a deformace, Hookův zákon. Rovnice struny a její řešení. Pohybová rovnice ideální tekutiny, rovnice kontinuity, Bernoulliova rovnice. Viskozní tekutiny, Navierovy-Stokesovy rovnice. Laminární a turbulentní proudění.

#### *4. Struktura látek*

Atomová struktura látek. Typy vazeb. Skupenství látek. Brownův pohyb.

#### *5. Základy termodynamiky a statistické fyziky*

Teplota, teplota, tepelná kapacita. Termodynamické potenciály. Hlavní věty termodynamiky. Ideální plyn. Stavová rovnice, Carnotův cyklus. Fázový prostor, rozdělovací funkce. Liouvilleova rovnice. Základní statistická rozdělení. Entropie ve statistické fyzice.

#### *6. Základy kinetické teorie*

Maxwellovo-Boltzmannovo rozdělení, tlak, teplota, vnitřní energie. Transportní jevy v plynech. Molekulární jevy v kapalinách, Avogadrovo číslo.

#### *7. Základní elektromagnetické veličiny a jejich měření*

Intenzity elektrického a magnetického pole, elektrická a magnetická indukce. Materiálové vztahy. Metody měření elektrických a magnetických veličin.

### 8. Maxwellovy rovnice a jejich základní důsledky

Elektromagnetické potenciály a jejich vlastnosti. Zákony zachování v teorii elektromagnetického pole. Vlastnosti stacionárních, kvazistacionárních a nestacionárních polí.

### 9. Základní principy speciální teorie relativity

Otázka éteru a Michelsonův-Morleyův experiment. Výchozí principy speciální teorie relativity, Lorentzova transformace. Minkowského prostoročas, světelný kužel. Relativistická pohybová rovnice, ekvivalence hmotnosti a energie. Maxwellovy rovnice ve čtyřrozměrném tvaru.

### 10. Elektrické obvody stacionární, kvazistacionární a střídavé

Ustálený a neustálený stav. Metody řešení elektrických obvodů. Kirchhoffova pravidla. Jouleův zákon.

### 11. Elektromagnetické vlny

Pojem rovinné a kulové vlny, šíření v neomezeném prostředí. Polarizační vlastnosti rovinné vlny. Dipólové záření. Elektromagnetické vlny v látkách. Rovinná vlna na rozhraní, Fresnelovy vzorce. Elektromagnetická teorie světla. Index lomu, disperze.

### 12. Optika

Interferenční a ohybové jevy. Koherence světla. Optické interferometry. Fresnelův a Fraunhoferův ohyb, optická mřížka. Braggova rovnice. Základy holografie. Šíření světla v anizotropním prostředí, dvojlom. Laser. Základy vláknové a nelineární optiky. Geometrická optika. Zrcadla, čočky, zobrazovací rovnice. Optické zobrazovací přístroje. Optická spektroskopie. Spektrum záření černého tělesa.

### 13. Variační formulace fyzikálních zákonů

Hamiltonův variační princip, vztah mezi mechanikou a geometrickou optikou. Hamiltonův princip pro soustavy s nekonečně mnoha stupni volnosti (struna, elektromagnetické pole).

### 14. Stavba atomů, molekul a kondenzovaných látek

Stacionární stavy atomů a molekul, elektrické a magnetické momenty. Elektronové stavy v kondenzovaných látkách. Pásová struktura a elektrická vodivost pevných látek. Vodivost kapalin a plynů. Dielektrické a magnetické vlastnosti látek.

### 15. Experimentální základy kvantové hypotézy

Částicové vlastnosti světla a vlnové vlastnosti částic. Planckova kvantová hypotéza, foton, fotoelektrický jev. De Broglieova hypotéza.

### 16. Formalismus kvantové teorie

Postuláty kvantové mechaniky. Vlnová funkce. Lineární a hermitovské operátory. Reprezentace měřitelných veličin. Kvantování fyzikálních veličin. Časová a nečasová Schrödingerova rovnice. Relace neurčitosti. Integrály pohybu.

### 17. Aplikace kvantové mechaniky

Volná částice. Částice v potenciálové jámě. Tunelový jev. Lineární harmonický oscilátor. Atom vodíku.

### 18. Jaderné záření

Interakce jaderného záření s prostředím a metody jeho detekce. Spektrometrie jaderného záření. Umělé zdroje jaderného záření.

### 19. Atomové jádro

Základní vlastnosti a charakteristiky atomového jádra. Vazbové síly, vazbová energie jader. Radioaktivita. Jaderné reakce.

### 20. Subjaderná fyzika

Základní skupiny částic a interakcí mezi nimi. Antičástice. Zákony zachování v mikrosvětě.

## Aplikovaná fyzika

**Garantující pracoviště:** Katedra fyziky kondenzovaných látek

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Radomír Kužel, CSc.

### *Charakteristika studijního oboru:*

Obor Aplikovaná fyzika připravuje studenty k nástupu do praxe po absolvování bakalářského studia. Studenti získají potřebné znalosti ze základních oborů fyziky a široké znalosti matematických a numerických metod se zaměřením na jejich používání. Důraz je kladen na výuku experimentální fyziky a provázání přednášek s praktickými cvičeními v laboratořích. Od třetího semestru se studenti profilují dle zvoleného tématického okruhu tak, aby byli schopni nastoupit do praxe s příslušným zaměřením, vybraným blokem přednášek, ke kterému jsou vedeni systémem neslučitelností a prerekvizit mezi předměty.

### *Cíle studia:*

Cílem studia studijního oboru Aplikovaná fyzika je poskytnout studentům ucelené znalosti z experimentální fyziky a základů teoretické fyziky, matematiky a numerických metod v míře nezbytné pro praktické řešení problémů aplikované fyziky. Na tento společný základ navazují od druhého roku studia povinně volitelné a volitelné předměty, s jejichž pomocí může student získat základní znalosti ve čtyřech konkrétních fyzikálních oborech.

### *Profil absolventa:*

Absolvent studijního oboru Aplikovaná fyzika má ucelené znalosti v experimentální fyzice včetně teoretických základů. Získává dále znalosti matematiky a numerických metod nezbytné pro praktické řešení problémů v aplikační praxi. Studenti naleznou uplatnění všude tam, kde se předpokládá dobrá znalost různých experimentálních technik fyziky s důrazem na praktické aplikace, zpravidla bez ambicí na provádění pokročilého vědeckého výzkumu. Vzhledem k tomu se studenti významně profilují dle jednotlivých tématických okruhů.

Tématický okruh *Fyzika materiálů* je zaměřen především na získání znalostí moderních fyzikálních diagnostických metod zejména v oblasti fyziky kondenzovaných látek, jejich principů, možností a souvislostí, základních znalostí z chemie a elektroniky. Pro okruh *Optika a optoelektronika* je výuka zaměřena na získání teoretických a praktických znalostí z optiky a fyziky pevných látek, které jsou důležité pro aplikace ve fotonice a optoelektronice. Ve *Fyzice pro biomedicínu* je důraz věnován na získání znalostí v oborech fyziky, chemie a biologie potřebných pro hlubší pochopení zejména fyzikálních principů a funkcí přístrojové lékařské techniky, ale i jejich konstrukci a zásadám manipulace. V tématickém okruhu *Užitá meteorologie* se studenti zaměřují na aplikovanou meteorologii a klimatologii, problematiku kvality ovzduší.

Vhodným uplatněním absolventů tématického okruhu *Fyzika materiálů* jsou zejména laboratoře aplikovaného materiálového výzkumu a vývoje, zkušební labora-

toře strojírenského, elektrotechnického, metalurgického a chemického průmyslu, ústavy zaměřené na ochranu a modifikaci materiálů a pracoviště v hygienické a ekologické službě. Absolvent tématického okruhu *Optika a optoelektronika* má základní teoretické a praktické znalosti z optiky a fyziky pevných látek. Rozumí fyzikálním principům použitým při konstrukci laserů, polovodičových diod, optických vláken a vlnovodů, metodám zpracování obrazu, optické spektroskopii, konstrukci detektorů světla a solárních článků. To mu umožňuje se uplatnit ve firmách, které se věnují návrhu, výrobě a montáži prvků pro optické komunikace, laserové aplikace, fotovoltaiku, nebo v polovodičovém průmyslu. Tématický okruh *Fyzika pro biomedicínu* připravuje absolventy k uplatnění ve vývojových pracovištích a firmách zabývajících se biomedicínskou technikou a na pracovištích biologicky a medicínsky zaměřeného výzkumu a vývoje. Absolventi budou schopni spolupracovat ve vývojových týmech laboratoří experimentálního výzkumu, konstrukčních i zkušebních laboratořích především tam, kde je třeba hlubší pochopení fyzikálních principů využitých v diagnostických a monitorovacích přístrojích a přístrojích pro terapii. Student tématického okruhu *Užitá meteorologie a klimatologie* získá během studia základní znalosti nutné k tomu, aby se bez problémů mohl orientovat v provozní problematice související např. se synoptickou a leteckou meteorologií, problematikou kvality ovzduší nebo užitou klimatologií a do činnosti v těchto oborech se mohl okamžitě zapojit. Předpokládá se uplatnění zejména v Českém hydrometeorologickém ústavu případně v dalších institucích, ve kterých se může zabývat problematikou užití meteorologie a klimatologie, kvality ovzduší nebo tzv. technickou meteorologií.

## Doporučený průběh studia

Předměty **povinné** ke státní závěrečné zkoušce jsou vytištěny **tučně**, povinné volitelné předměty normálním písmem, doporučené *volitelné* předměty *kurzivou*.

### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY001	<b>Mechanika a kontinuum</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NAFY003	<b>Úvod do praktické fyziky</b>	2	0/1 Z	—
NAFY004	<b>Praktická fyzika I - mechanika a kontinuum</b>	4	0/3 KZ	—
NMAF071	<b>Aplikovaná matematika I</b>	7	3/3 Z+Zk	—
NAFY008	<b>Práce s počítačem a programování</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NAFY002	<b>Elektřina a magnetismus</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NAFY005	<b>Praktická fyzika II — elektřina a magnetismus</b>	4	—	0/3 KZ
NMAF072	<b>Aplikovaná matematika II</b>	7	—	3/3 Z+Zk
NAFY009	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b>	6	—	3/2 Z+Zk
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
	<b>Kurz bezpečnosti práce I</b> <sup>1</sup>	0		
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NOFY002	<i>Proseminář z matematické fyziky</i>	2	0/2 Z	—



NOFY067	<i>Fyzika v experimentech I</i>	2	1/0 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
NOFY068	<i>Fyzika v experimentech II</i>	2	—	1/0 Z

<sup>1</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY010	<b>Optika</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NAFY012	<b>Praktická fyzika III — optika</b>	4	0/3 KZ	—
NMAF073	<b>Aplikovaná matematika III</b>	6	3/2 Z+Zk	—
NAFY016	<b>Úvod do teoretické fyziky I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NAFY011	<b>Atomová a jaderná fyzika</b>	6	—	3/1 Z+Zk
NAFY013	<b>Praktická fyzika IV — atomová a jaderná fyzika</b>	4	—	0/3 KZ
NMAF074	<b>Aplikovaná matematika IV</b>	6	—	3/2 Z+Zk
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Zk
NAFY018	Chemie pro fyziky <sup>3,4</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY017	Úvod do kvantové teorie <sup>3,4,5</sup>	6	—	2/2 Z+Zk
NAFY019	Úvod do fyziky materiálů I <sup>3</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NAFY026	Optické vlastnosti látek <sup>4</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NAFY032	Fyzika živých organismů <sup>5</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NBCM035	Obecná chemie <sup>5</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NAFY041	Statistické metody v meteorologii <sup>6</sup>	6	—	2/2 Z+Zk
NAFY042	Numerické metody v meteorologii <sup>6</sup>	6	—	2/2 Z+Zk
NAFY043	Základy aplikované meteorologie <sup>6</sup>	6	—	3/1 Z+Zk
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NOFY047	<i>Problémy současné fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NOFY059	<i>Experimentální metody fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NOFY010	<i>Proseminář z optiky</i>	3	0/2 Z	—
NAFY055	<i>Úvod do teoretické fyziky II</i>	6	—	2/2 Z+Zk
NOFY062	<i>Pravděpodobnostní metody fyziky</i>	5	—	2/1 Z+Zk
NOFY048	<i>Problémy současné fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NOFY060	<i>Experimentální metody fyziky II</i>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Alternativou k NTVY017 je letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>3</sup> Doporučeno pro Fyziku materiálů.

<sup>4</sup> Doporučeno pro Optiku a optoelektroniku.

<sup>5</sup> Doporučeno pro Fyziku pro biomedicínu.

<sup>6</sup> Doporučeno pro Užitou meteorologii a klimatologii.

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z

### Kurz bezpečnosti práce

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální bakalářské práce) je absolvování kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky, a to jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### Povinně volitelné předměty

Povinně volitelné předměty jsou vytištěny normálním písmem, *doporučené volitelné předměty kurzívou*. Předměty jsou uspořádány do bloků, jež odpovídají příslušným tematickým okruhům.

#### 1. Fyzika materiálů

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY020	Numerické metody řešení fyzikálních problémů	7	3/2 Z+Zk	—
NAFY021	Experimentální metody fyziky materiálů I	9	3/3 Z+Zk	—
NAFY024	Úvod do fyziky materiálů II	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY025	Základy elektroniky	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY022	Experimentální metody fyziky materiálů II	9	—	3/3 Z+Zk
NAFY023	Úvod do technologie materiálů	5	—	3/0 Zk
NFPL035	<i>Úvod do krystalografie a strukturní analýzy</i>	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL174	<i>Základy mechaniky tekutin a turbulence</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL095	<i>Základy kryotechniky</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL103	<i>Anihilace pozitronů v pevných látkách</i>	3	2/0 Zk	—
NBCM214	<i>Procesy plazmové polymerace</i>	3	2/0 Zk	—
NBCM072	<i>Základy molekulární elektroniky</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL030	<i>Difrakční metody</i>	4	—	3/0 Zk
NFPL073	<i>Využití rozptylu neutronů v materiálovém výzkumu</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL159	<i>Moderní materiály s aplikačním potenciálem</i>	3	—	2/0 Zk
NFPL092	<i>Radiofrekvenční spektroskopie pevných látek</i>	3	—	2/0 Zk
NAFY070	<i>Metody fyziky povrchů pro moderní technologie</i>	3	—	2/0 Zk

NBCM208	<i>Základy makromolekulární fyziky</i>	4	—	3/0 Zk
---------	--	---	---	--------

## 2. Optika a optoelektronika

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY020	Numerické metody řešení fyzikálních problémů	7	3/2 Z+Zk	—
NAFY021	Experimentální metody fyziky materiálů I	9	3/3 Z+Zk	—
NAFY025	Základy elektroniky	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY027	Základy moderní optiky a fotoniky	6	2/2 Z+Zk	—
NAFY028	Fyzika polovodičů	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY029	Experimentální metody pro optoelektroniku	7	—	3/2 Z+Zk
NAFY030	Základy optické spektroskopie	3	—	2/0 Zk
NAFY031	Nové materiály a technologie	3	—	2/0 Zk
NOOE048	<i>Základy konstrukce a výroby optických prvků</i>	2	0/1 Z	—
NOOE047	<i>Integrovaná optika</i>	3	2/0 Zk	—
NOOE117	<i>Luminiscenční spektroskopie polovodičů</i>	3	—	2/0 Zk
NOOE059	<i>Nelineární optika polovodičů</i>	3	—	2/0 Zk
NOOE107	<i>Detekce a detektory záření</i>	3	—	2/0 Zk
NAFY078	<i>Fotovoltaika</i>	3	—	2/0 Zk
NAFY079	<i>Principy a vlastnosti polovodičových součástek</i>	3	—	2/0 Zk

## 3. Fyzika pro biomedicínu

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY020	Numerické metody řešení fyzikálních problémů	7	3/2 Z+Zk	—
NAFY034	Fyzikální metody a technika v biomedicině I	9	4/2 Z+Zk	—
NBCM010	Bioorganická chemie	5	2/1 Z+Zk	—
NAFY037	Radiobiologie	3	2/0 Zk	—
NAFY035	Fyzikální metody a technika v biomedicině II	9	—	4/2 Z+Zk
NAFY038	Experimentální cvičení z přístrojové techniky	3	—	0/2 Z
NBCM012	Biochemie	3	—	1/1 Zk
NAFY040	Základy fyziologie člověka	3	—	2/0 Zk
NAFY080	<i>Příprava biologických vzorků</i>	3	—	2/0 Zk

## 4. Užité meteorologie

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAFY044	Aplikovaná fyzika mezní vrstvy	9	4/2 Z+Zk	—

NAFY045	Aplikovaná klimatologie	4	3/0 Zk	—
NAFY048	Základy aplikované fyziky atmosféry	4	3/0 Zk	—
NAFY047	Seminář zpracování a vizualizace dat v meteorologii I	3	0/2 KZ	—
NAFY082	Seminář zpracování dat a vizualizace dat v meteorologii II	3	—	0/2 Z
NAFY046	Seminář analýzy a interpretace meteorologických dat	6	—	0/4 Z
NAFY049	Předpovědní a pozorovací metody	4	—	0/3 KZ
NAFY081	<i>Fyzikální pohled na proudění kapalin a plynů</i>	3	—	2/0 Zk
NAFY083	<i>Seminář analýzy modelových výstupů</i>	3	—	0/2 Z

## Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze dvou částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní části zkoušky

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů v rozsahu alespoň 48 kreditů
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu

### **Bakalářská práce**

Bakalářská práce se zpravidla zadává v zimním semestru třetího roku studia. Téma bakalářské práce si student volí z nabídky fyzikálních pracovišť.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

Zkouška má přehledový charakter. Jsou kladeny jen širší otázky a žádá se, aby posluchač prokázal pochopení základních problémů, byl schopen je ilustrovat na konkrétních situacích a osvědčil určitou míru syntézy a hlubšího pochopení. Kromě znalosti teorie jevu se tedy předpokládá i znalost základní metodiky měření příslušných veličin. Předmětem zkoušky jsou následující partie fyziky:

#### **A. Společné požadavky**

##### *1. Mechanika hmotného bodu a soustav hmotných bodů*

Základní kinematické veličiny. Newtonovy pohybové zákony. Inerciální soustavy. I. a II. impulzová věta. Harmonický oscilátor (tlumený i netlumený), vázané oscilátory, skládání kmitů. Keplerovy zákony. Statika tuhého tělesa. Kinematika a dynamika tuhého tělesa. Řešení vlnové rovnice. Lagrangeův a Hamiltonův formalismus. Základy relativistické mechaniky.

##### *2. Mechanika kontinua*

Tenzor napětí a deformace, Hookův zákon. Vlny v kontinuu. Deformace pevných látek. Pohybová rovnice ideální tekutiny, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice. Viskózní tekutiny, Poiseuilleův zákon. Laminární a turbulentní proudění.

### 3. *Struktura látek*

Atomová struktura látek. Typy vazeb. Skupenství látek. Pozorování atomů, molekul a kondenzovaných látek v přímém a reciprokém prostoru. Kmity atomů (fonony). Elektronová struktura atomů, spektra atomů a molekul. Metody experimentálního studia atomů, molekul a pevných látek.

### 4. *Základy termodynamiky a statistické fyziky*

Teplota, teplota, tepelná kapacita. Stavové veličiny a stavové rovnice. Ideální plyn. Termodynamické potenciály. Hlavní věty termodynamiky. Chemická rovnováha. Fázové přechody. Základní statistická rozdělení.

### 5. *Základní elektromagnetické veličiny a jejich měření*

Intenzity elektrického a magnetického pole, elektrická a magnetická indukce. Materiálové vztahy. Metody měření elektrických a magnetických veličin. Maxwellovy rovnice a jejich základní důsledky. Dielektrické a magnetické vlastnosti látek.

### 6. *Elektrické obvody stacionární, kvazistacionární a střídavé*

Ustálený a neustálený stav. Metody řešení elektrických obvodů. Kirchhoffova pravidla. Jouleův zákon.

### 7. *Elektrické transportní jevy.*

Vedení proudu v látkovém prostředí. Termoelektrické jevy, emise elektronů, fotoelektrický jev. Faradayovy zákony. Hallův jev, supravodivost.

### 8. *Elektromagnetické vlny*

Pojem rovinné a kulové vlny, šíření v neomezeném prostředí. Rovinná vlna na rozhraní, Fresnelovy vzorce. Interference a ohybové jevy. Koherence světla. Optické interferometry. Fresnelův a Fraunhoferův ohyb, optická mřížka, Braggova rovnice. Elektromagnetické vlny v látkách. Šíření světla v anizotropním prostředí, dvojlom. Polarizace. Optická aktivita. Interakce elektromagnetického záření s hmotou. Lasery. Vláknová optika. Detekce světla. Difrakce.

### 9. *Optika*

Geometrická a přístrojová optika. Zrcadla, čočky, zobrazovací rovnice. Optické zobrazovací přístroje. Fotometrie. Optická spektroskopie. Spektrometr. Spektra atomů a molekul. Tvar a šířka spektrální čáry.

### 10. *Jaderná a částicová fyzika*

Interakce jaderného záření s prostředím a metody jeho detekce. Spektrometrie jaderného záření. Jaderné reakce. Elementární částice. Základní charakteristiky atomového jádra. Radioaktivita.

## **B. Užší zaměření**

Student si volí okruh otázek odpovídající jeho zaměření.

### **1. Fyzika materiálů**

Postuláty kvantové mechaniky. Vlnová funkce. Reprezentace měřitelných veličin. Kvantování fyzikálních veličin. Časová a nečasová Schrödingerova rovnice. Relace neurčitosti. Volná částice. Částice v potenciálové jámě. Tunelový jev. Atom vodíku. Experimentální základy kvantové hypotézy.

Krystalová mřížka a její poruchy. Krystalová struktura a její popis. Plastická deformace. Difúze a tepelně aktivované procesy. Materiály ve vnějších polích. Magnetismus

materiálů. Transportní vlastnosti. Nanomateriály, kompozity, keramické materiály, polymery. Technologie materiálů. Růst krystalů.

Metody studia struktury, mikrostruktury a složení materiálů – difrakční, mikroskopické, spektroskopické, jaderné. Studium mechanických, elektrických, tepelných a optických vlastností. Metody získávání a měření nízkých teplot. Supravodivost.

Základy obecné a anorganické chemie – obecné vztahy mezi prvky. Metody analytické chemie. Metody studia chemické kinetiky.

## **2. Optika a optoelektronika**

Postuláty kvantové mechaniky. Vlnová funkce. Reprezentace měřitelných veličin. Kvantování fyzikálních veličin. Časová a nečasová Schrödingerova rovnice. Relace neurčitosti. Volná částice. Částice v potenciálové jámě. Tunelový jev. Atom vodíku. Experimentální základy kvantové hypotézy.

Lasery, stimulovaná emise, optické rezonátory. Typy laserů, aplikace laserů. Statistické a koherenční vlastnosti optických polí. Nelineární optika, nelineární jevy druhého a třetího řádu a jejich využití. Fourierovská optika, prostorová filtrace obrazu, holografie. Optické komunikace, typy optických vláken a optických vlnodů, elektrooptické a akustooptické modulátory.

Pásová struktura polovodičů, elektrony, díry. Interakce světla s látkou, optické konstanty, dispersní relace. Experimentální metody pro měření optických konstant, spektroskopické metody absorpční, emisní, rozptylové. Absorpce a emise světla v polovodičích, luminescence, mechanismy zářivé a nezářivé rekombinace. Principy optoelektronických prvků, přechod P-N, Schottkyho kontakt, struktura MIS. Polovodičové zdroje a detektory světla. Fotovoltaický jev, princip činnosti solárních článků, konstrukce článků.

## **3. Fyzika pro biomedicínu**

Experimentální základy kvantové hypotézy. Postuláty a formalismus kvantové mechaniky. Jednoduché aplikace (volná částice, částice v potenciálové jámě, atom vodíku).

Typy vazeb v molekulách a kondenzovaných systémech. Chemické reakce, kinetika. Biologicky významné molekuly – struktura a vlastnosti.

Druhy a zdroje jaderného záření. Účinky ionizujícího a neionizujícího záření na živý organismus. Ochrana zdraví při práci se zářením.

Proces vidění, optometrie. Akustika slyšení, audiometrie, hlas. Biologické signály a jejich snímání. Spektroskopické a rozptylové metody v biomedicině (optická absorpční a emisní spektroskopie, elastický rozptyl světla, magnetické rezonance). Zobrazovací plánární a tomografické techniky využívající elektromagnetické záření gamma, rtg, optické, mikrovlnné a radiofrekvenční, pozitronovou anihilaci, ultrazvuk. Angiografické metody. Radioterapie. Lasery – princip a využití, laseroterapie, fotodynamická terapie. Elektro- a magnetoterapie, hypertermie. Využití ultrazvuku v terapii. Základy kryotechniky, kryosondy.

## **4. Užitá meteorologie**

Termodynamika suchého, vlhkého a nasyceného vzduchu. Základní zákony a pojmy statiky a dynamiky atmosféry, pohybové rovnice, základy energetiky atmosféry.

Horizontální a vertikální rozdělení meteorologických prvků. Vzduchové hmoty, atmosférické fronty a tlakové útvary. Konstrukce a analýza přízemních a výškových map, metody předpovědi polí meteorologických prvků.

Klimatický systém, radiační a tepelná bilance, denní a roční chody jednotlivých prvků, klima města. Cirkulace atmosféry. Přirozené a antropogenní změny klimatu, klimatické modely.

Pojem mezní vrstvy atmosféry a její struktura, procesy v mezní vrstvě, pojem dynamické podobnosti a její charakteristiky. Základní pojmy problematiky kvality ovzduší, transport a rozptyl znečišťujících látek. Antropogenní a biogenní emise znečišťujících látek.

Vývoj oblaků a srážek, teorie základních jevů atmosférické optiky, akustiky a elektřiny.

Pořizování meteorologických dat, meteorologické přístroje. Radarové a družicové metody meteorologických pozorování. Metody statistické analýzy klimatických prvků a polí.

Souřadné systémy používané v meteorologických modelech. Způsoby prostorové aproximace rovnic. Synoptická interpretace výstupů modelů.

## Fyzika zaměřená na vzdělávání

**Garantující pracoviště:** Katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

V tomto studijním oboru jsou k dispozici dva studijní plány:

- Fyzika-matematika
- Fyzika-matematika pro základní vzdělávání

Toto studium je orientováno zejména na přípravu na navazující magisterské studium ve studijních oborech Učitelství fyziky-matematiky pro střední školy a Učitelství fyziky-matematiky pro 2. stupeň základních škol. Absolventi bakalářského studia se také uplatní ve státních i nestátních institucích působících v oblasti vzdělávání.

*Charakteristika studijního oboru:*

Studijní obor Fyzika zaměřená na vzdělávání poskytuje absolventům základní odborné znalosti potřebné pro práci učitele matematiky a fyziky na střední, resp. základní škole. Na studium učitelství pro střední školy je orientován studijní plán Fyzika-matematika, na studium učitelství pro základní školy studijní plán Fyzika-matematika pro základní vzdělávání. Studium je zaměřeno na důkladnější pochopení základních partií matematiky a fyziky, které jsou důležité pro vzdělávání v těchto disciplínách na školách i mimo ně. Získané znalosti a dovednosti mohou absolventi uplatnit i mimo oblast školství.

*Cíle studia:*

Cílem je vychovat absolventy bakalářského studia s kvalitní přípravou v základních partiích matematiky a klasické i moderní fyziky, kteří budou nejen schopni aplikovat znalosti z těchto oborů, ale budou též motivováni předávat znalosti a dovednosti jiným. Vedle získání konkrétních znalostí patří k cílům rozvoj exaktního myšlení, schopnost empirického přístupu k problémům a návyk ověřovat hypotézy a tvrzení pomocí důkazů včetně experimentů a to tak, aby tyto přístupy byli schopni aplikovat i mimo oblast matematiky a fyziky. K cílům patří též rozvoj dalších složek osobnosti studenta, které jsou důležité pro jejich perspektivní zaměření na práci s lidmi. Cílem je dát přitom studentům co nejkvalitnější základ pro navazující magisterské studium učitelství pro střední, resp. základní, školy v kombinaci matematika-fyzika, případně s možností uplatnit se i v jiných oborech navazujícího magisterského studia

*Profil absolventa:*

Absolvent získá všeobecné znalosti základů matematiky (matematické analýzy, algebry, geometrie, teorie množin, základů pravděpodobnosti a matematické statistiky) a obecné fyziky (mechaniky, molekulové fyziky, elektřiny a magnetismu, optiky a atomové fyziky). Absolvent studijního plánu Fyzika-matematika má i základní znalosti teoretické fyziky (termodynamiky a statistické fyziky, základů kvantové mechaniky, speciální teorie relativity), absolvent studijního plánu Fyzika-matematika pro základní vzdělávání má podrobnější znalosti v těch partiích obecné fyziky, které jsou důležité pro výuku fyziky na základní škole. Absolvent disponuje také dovednostmi potřebnými pro aplikace získaných znalostí (řešení problémů, provádění a vyhodnocování experimentů) a má základní průpravu, jak bez nepřipustného zkreslení zjednodušovat a zpřístupňovat fyzikální poznatky nespecialistům. Kromě tréninku v oblasti přírodních věd je orientován i na komunikaci a práci s lidmi. Samozřejmostí je počítačová gramotnost absolventů. Absolvent se uplatní ve státních i nestátních institucích v oblasti vzdělávání a všude tam, kde se matematika a fyzika uplatňuje v praxi. Je též připraven na navazující magisterské studium učitelství matematiky a fyziky pro střední školy (pokud absolvoval studijní plán Fyzika-matematika), resp. pro základní školy (absolvent studijního plánu Fyzika-matematika pro základní vzdělávání).

**Doporučený průběh studia**

Předměty **povinné** ke státní závěrečné zkoušce jsou vytištěny **tučně**, povinně volitelné předměty normálním písmem, doporučené *volitelné* předměty *kurzívou*.

**Studijní plán Fyzika-matematika****1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY080	<b>Fyzika I (mechanika a molekulová fyzika) <sup>1</sup></b>	8	5/2 Z+Zk	—
NUFY091	<b>Úvod do fyzikálních měření</b>	1	0/1 Z	—
NUMP001	<b>Matematická analýza Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP003	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NPRF026	<b>Úvod do programování a práce s počítačem</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NUFY101	<b>Fyzika II (elektřina a magnetismus)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFY093	<b>Fyzikální praktikum I pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	3	—	0/3 KZ
NUFY092	<b>Matematické metody ve fyzice</b>	4	—	2/2 Z+Zk
NUMP002	<b>Matematická analýza Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP004	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
	<b>Kurz bezpečnosti práce I <sup>2</sup></b>	0		
NJAZ070	<i>Anglický jazyk <sup>3</sup></i>	1	0/2 Z	—
NOFY067	<i>Fyzika v experimentech I</i>	2	1/0 Z	—



NUFY081	<i>Úvod do matematických metod fyziky</i>	3	0/3 Z	—
NUFY114	<i>Seminář z mechaniky</i>	2	0/2 Z	—
NUFY070	<i>Fyzika I prakticky</i>	1	0/1 Z	—
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Z
NOFY068	<i>Fyzika v experimentech II</i>	2	—	1/0 Z
NUFY075	<i>Elektrina a magnetismus krok za krokem</i>	2	—	0/2 Z
NUFY054	<i>Elektrina kolem nás</i>	2	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Tato přednáška je k dispozici i ve standardním rozsahu 4/2 pod názvem NOFY021 (Fyzika I (mechanika a molekulová fyzika)). Alternativně je nabízena v rozšířeném rozsahu 5/2.

<sup>2</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY102	<b>Fyzika III (optika)</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NUFY028	<b>Teoretická mechanika</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY082	<b>Praktický úvod do elektroniky</b>	2	0/2 Z	—
NUMP005	<b>Matematická analýza IIa</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP019	<b>Algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP008	<b>Kombinatorika</b>	3	2/0 KZ	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NUFY103	<b>Fyzika IV (atomová fyzika)</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NUFY098	<b>Fyzikální praktikum II pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	4	—	0/3 KZ
NUFY100	<b>Kvantová mechanika</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP006	<b>Matematická analýza IIb</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
	<b>Výběrová výuka matematiky</b> <sup>1</sup>	5		
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>3</sup>	1	0/2 Z	—
NUFY029	<i>Teoretická mechanika</i>	3	0/2 Z	—
NUFY113	<i>Optika krok za krokem</i>	3	0/2 Z	—
NUFY085	<i>Matematické metody ve fyzice II</i>	3	0/2 Z	—
NUFY083	<i>Molekulová fyzika</i>	3	—	0/2 Z
NUFY084	<i>Praktický úvod do elektroniky II</i>	3	—	0/2 Z
NJSF036	<i>Použití počítačů ve fyzice</i>	2	—	0/2 KZ

<sup>1</sup> Posluchači zapíší 2 kredity po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

<sup>2</sup> Alternativou k NTVY017 je letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY099	<b>Fyzikální praktikum III pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	4	0/3 KZ	—
NUFY094	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFY096	<b>Klasická elektrodynamika</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP013	<b>Pravděpodobnost a statistika I</b>	4	2/1 Z	—
NUMP009	<b>Základy zobrazovacích metod</b>	2	0/2 Z	—
NUFY097	<b>Teorie relativity</b>	3	—	2/0 Zk
NUMP014	<b>Diferenciální geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP023	<b>Pravděpodobnost a statistika II</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Kurz bezpečnosti práce II</i> <sup>1</sup>	0		
	<i>Výběrová výuka z matematiky</i> <sup>2</sup>			
NOFY029	<i>Fyzika V (jaderná a subjaderná fyzika)</i>	6	3/1 Z+Zk	—
NUFY088	<i>Fyzikální panorama I</i>	3	0/2 Z	—
NUFY115	<i>Proseminář výuky fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NUFY095	<i>Fyzikální panorama II</i>	3	—	0/2 Z
NUFY116	<i>Proseminář výuky fyziky II</i>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>2</sup> Posluchači zapíší výuku po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

### Kurz bezpečnosti práce

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální bakalářské práce) je absolvování kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### Povinně volitelné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY105	Sociální dovednosti a práce s lidmi I	2	0/2 Z	—
NUFY106	Sociální dovednosti a práce s lidmi II	2	—	0/2 Z
NPED022	Rétorika a komunikace s lidmi I	3	0/2 Z	—
NPED042	Rétorika a komunikace s lidmi II	3	—	0/2 Z

## **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze tří částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní zkoušky z fyziky
- z ústní zkoušky z matematiky

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač píše bakalářskou práci***

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů v rozsahu alespoň 4 kreditů
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač nepíše bakalářskou práci***

- získání alespoň 140 kreditů

## **Bakalářská práce**

Bakalářská práce se zpravidla zadává v zimním semestru třetího roku studia. Téma bakalářské práce z fyziky nebo matematiky si student volí po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku fyziky pro učitelské obory.

### ***Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z fyziky***

Student musí prokázat znalost základních veličin, jejich souvislostí, metod měření, fyzikálních zákonů a jejich důsledků a vztahu experimentálních a teoretických výsledků. Musí též prokázat schopnost aplikovat tyto znalosti na řešení příkladů na úrovni soutěží pro nadané studenty (např. fyzikální olympiády) a na vysvětlení jevů z běžného života i technické praxe.

#### ***1. Mechanika***

Kinematika hmotného bodu, soustav hmotných bodů a tuhého tělesa. Základní dynamické veličiny, impulzové věty, zákony zachování. Inerciální a neinerciální soustavy, setrvačné síly. Rovnováha soustav hmotných bodů a těles, princip virtuální práce. Pohybové rovnice: 2. Newtonův zákon, Lagrangeovy rovnice 2. druhu, Hamiltonovy rovnice. Variační formulace pohybových rovnic klasické mechaniky. Pohyby částic a těles: pohyb pod vlivem odporující síly, pohyb v poli centrální síly, částice v elektrickém a magnetickém poli, srážky (rozptyl); setrvačníky. Kmity: skládání kmitů, tlumené, vynucené a vázané kmity, rezonance; malé kmity soustav hmotných bodů. Příklady systémů, v nichž může vzniknout deterministický chaos. Postupné a stojaté vlnění, rovnice struny. Dopplerův jev. Základy mechaniky kontinua: deformace, napětí, reologické vlastnosti látek. Rovnováha a pohyb ideálních a vazkých tekutin.

#### ***2. Elektřina, magnetismus a klasická elektrodynamika***

Elektrostatika: Coulombův zákon, intenzita a potenciál, kapacita, kondenzátor, polarizace dielektrika, okrajové podmínky. Elektrický proud: rovnice kontinuity, Ohmův zákon, Kirchhoffovy zákony, práce a výkon elektrického proudu; výboj v plynech. Magnetické pole vodiče, Ampérův zákon, síla působící na vodič v magnetickém poli, magnetický moment smyčky, Faradayův indukční zákon, vlastní a vzájemná indukčnost.

Magnetické pole v látce, magnetická polarizace. Střídavý proud, transformátor, obvody RLC. Oscilační obvod, rezonance. Maxwellovy rovnice, jejich vlastnosti a základní důsledky. Kvazistacionární děje. Elektromagnetické potenciály, kalibrační transformace. Vlnová rovnice, elektromagnetické vlny; generování elektromagnetických vln, retardace. Energie a hybnost elektromagnetického pole. Meze klasické elektrodynamiky.

### 3. Optika

Rovinná elektromagnetická vlna. Vlastnosti optického záření: spektrální složení, mohutnost, polarizace, koherence, šíření ve vakuu. Interference. Průchod izotropním, dvojlomým, gyrotropním a absorbujícím prostředím. Odraz a lom, rozptyl. Zobrazení zrcadlem a čočkou. Jednoduché optické přístroje. Lidské oko. Zdroje optického záření. Monochromátor, interferometr. Polarizační soustavy. Detektory optického záření.

### 4. Termodynamika a statistická fyzika

Základní termodynamické veličiny (termodynamický i statistický přístup). Termodynamické věty a jejich důsledky (pro uzavřený i otevřený systém). Děje vratné, nevratné a kruhové. Termodynamické potenciály a jejich fyzikální význam. Entropie. Fázové přechody 1. a 2. druhu. Základní hypotézy statistické fyziky. Statistické soubory. Statistická rozdělení a jejich vzájemné vztahy. Ekvipartiční teorém. Zákony záření černého tělesa.

### 5. Atomová a kvantová fyzika

Vývoj názorů na mikročástice a na podstatu světla, experimentální důvody vzniku kvantové teorie. Atomová hypotéza. Optické spektrum atomu vodíku. Modely atomu (Rutherfordův, Bohrův, kvantově mechanický). Základní pojmy a postuláty kvantové mechaniky (vlnová funkce, operátory fyzikálních veličin a fyzikální význam jejich vlastních čísel a funkcí, princip neurčitosti). Schrödingerova rovnice (časová i bezčasová, jejich vzájemný vztah, ilustrace na jednoduchých jednorozměrných případech). Orbitální a spinový moment hybnosti, magnetický moment atomu, spin-orbitální vazba. Systémy mnoha částic (principy jejich popisu, bosony a fermiony, jednočásticové přiblížení, Pauliho princip). Kvantový pohled na atomy a molekuly (atom vodíku, výstavbový princip a Medělejevův periodický systém, chemická vazba, optické a rtg. přechody v atomech, vynucená emise, průchod záření látkou). Souvislost mezi klasickou a kvantovou mechanikou.

### 7. Teorie relativity

Pokusy vedoucí ke speciální teorii relativity (STR). Základní postuláty STR. Lorentzova transformace a její kinematické důsledky (kontrakce délek, dilatace času, relativita současnosti, skládání rychlostí a jeho aplikace). Kauzalita a STR. Hybnost a energie v STR, relativistická pohybová rovnice. Vztah klasické mechaniky a speciální teorie relativity.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky**

Požadavky jsou shodné s požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky studijního oboru Matematika zaměřená na vzdělávání bakalářského studijního programu Matematika. Jde o požadavky uvedené v požadavcích k ústní části státní závěrečné zkoušky na daném studijním oboru (viz odst. 3.4.1) záhlavím Základy matematiky.

## **Studijní plán Fyzika-matematika pro základní vzdělávání**

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	Matematická analýza Ia	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP003	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NUFZ001	Fyzika I (mechanika)	8	4/2 Z+Zk	—
NUFZ020	Základní matematické metody ve fyzice I	3	2/0 Zk	—
NUFZ018	Výpočetní technika (uživatelský kurz) I	3	0/3 Z	—
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NUMP002	Matematická analýza Ib	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP004	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NUFZ004	Fyzika IV (elektřina a magnetismus)	8	—	4/2 Z+Zk
NUFZ021	Základní matematické metody ve fyzice II	4	—	2/1 Z+Zk
NUFZ010	Úvod do fyzikálních měření	1	—	0/1 Z
NUFZ019	Výpočetní technika (uživatelský kurz) II	3	—	0/3 Z
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
	Kurz bezpečnosti práce I <sup>1</sup>	0		
NJAZ070	Anglický jazyk <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NUFZ009	Matematické metody ve fyzice I	3	0/2 Z	—
NOFY067	Fyzika v experimentech I	2	1/0 Z	—
NUFY070	Fyzika I prakticky	1	0/1 Z	—
NJAZ072	Anglický jazyk <sup>2</sup>	1	—	0/2 Z
NUFY075	Elektřina a magnetismus krok za krokem	2	—	0/2 Z
NOFY068	Fyzika v experimentech II	2	—	1/0 Z

<sup>1</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>2</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP005	Matematická analýza IIa	5	2/2 Z+Zk	—
NUMZ010	Algebra a teoretická aritmetika I	5	2/2 Z+Zk	—
NUMZ008	Kombinatorika, pravděpodobnost a statistika	5	2/2 Z+Zk	—
NUMZ012	Úvod do geometrie I	3	0/2 Z	—
NUFZ005	Fyzika V (optika)	8	4/2 Z+Zk	—
NUFY082	Praktický úvod do elektroniky	2	0/2 Z	—

NUFZ011	<b>Fyzikální praktikum I</b>	3	0/2 KZ	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NUMZ011	<b>Algebra a teoretická aritmetika II</b>	3	—	2/0 Z
NUMZ013	<b>Úvod do geometrie II</b>	3	—	0/2 KZ
NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
	<b>Výběrová výuka z matematiky <sup>1</sup></b>	2		
NUFZ003	<b>Fyzika III (molekulová fyzika a termodynamika)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFZ012	<b>Fyzikální praktikum II</b>	3	—	0/2 KZ
NTVY017	<b>Tělesná výchova <sup>2</sup></b>	1	—	0/2 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk <sup>3</sup></b>	1	—	0/2 Zk
NJAZ074	<i>Anglický jazyk <sup>3</sup></i>	1	0/2 Z	—
NUFY113	<i>Optika krok za krokem</i>	3	0/2 Z	—
NUFY085	<i>Matematické metody ve fyzice II</i>	3	0/2 Z	—
NUFY084	<i>Praktický úvod do elektroniky II</i>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Posluchači zapíší 2 kredity po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

<sup>2</sup> Alternativou k NTVY017 je letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP013	<b>Pravděpodobnost a statistika I</b>	4	2/1 Z	—
NUFZ002	<b>Fyzika II (mechanika tekutin, kmity a vlny)</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFZ013	<b>Fyzikální praktikum III</b>	3	0/2 KZ	—
NUMP023	<b>Pravděpodobnost a statistika II</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NUFZ006	<b>Fyzika VI (úvod do fyziky mikrosvěta)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
	<i>Kurz bezpečnosti práce II <sup>1</sup></i>	0		
	<i>Výběrová výuka z matematiky <sup>2</sup></i>			
NUFY088	<i>Fyzikální panorama I</i>	3	0/2 Z	—
NUFY115	<i>Proseminář výuky fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NUFY095	<i>Fyzikální panorama II</i>	3	—	0/2 Z
NUFY116	<i>Proseminář výuky fyziky II</i>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>2</sup> Posluchači zapíší výuku po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

**Kurz bezpečnosti práce**

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální bakalářské práce) je absolvování kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

**Povinně volitelné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY105	Sociální dovednosti a práce s lidmi I	2	0/2 Z	—
NUFY106	Sociální dovednosti a práce s lidmi II	2	—	0/2 Z
NPED022	Rétorika a komunikace s lidmi I	3	0/2 Z	—
NPED042	Rétorika a komunikace s lidmi II	3	—	0/2 Z

**Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze tří částí:

- z obhajoby bakalářské práce
- z ústní zkoušky z fyziky
- z ústní zkoušky z matematiky

***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač píše bakalářskou práci***

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů v rozsahu alespoň 4 kreditů
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu

***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z předmětu, z něhož posluchač nepíše bakalářskou práci***

- získání alespoň 140 kreditů

***Bakalářská práce***

Bakalářská práce se zpravidla zadává v zimním semestru třetího ročku studia. Téma bakalářské práce z fyziky nebo matematiky si student volí po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku fyziky pro učitelské obory.

***Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z fyziky***

Student musí prokázat znalost základních veličin, jejich souvislostí, metod měření, fyzikálních zákonů a jejich důsledků a vztahu experimentálních a teoretických výsledků. Musí též prokázat schopnost aplikovat tyto znalosti na řešení úloh na úrovni fyzikální olympiády a na vysvětlení jevů z běžného života i technické praxe.

***1. Kinematika hmotného bodu***

Popis pohybu (poloha, rychlost, zrychlení, dráha, trajektorie), tabulka, graf, analytické vyjádření průběhu veličin ve skalárním resp. vektorovém tvaru.

## 2. Newtonovy zákony dynamiky

Hybnost a síla, impulz síly. Aristotelovské a newtonovské pojetí pohybu. Newtonovy zákony. Měření hmotnosti. Polybová rovnice a příklady jejího využití.

## 3. Interakce a síly

Základní fyzikální interakce. Síly v technické praxi (tření, pružnost apod.).

## 4. Práce, výkon a energie

Fyzikální obsah a hovorový význam uvedených slov. Energie mechanická, kinetická a potenciální. Zákon zachování energie. Konzervativní a nekonzervativní silová pole. Charakteristiky silového pole (intenzita, potenciál).

## 5. Klasický popis fyzikálních dějů z hlediska různých vztažných soustav

Inerciální a neinerciální soustavy. Rovnoměrně zrychlená translace, rovnoměrná rotace. Setrvačné síly.

## 6. Soustava hmotných bodů, tuhé těleso

I. a II. věta impulzová. Zákon zachování hybnosti a příklady jeho užití. Hmotný střed, těžiště, stabilita proti převržení. Translace tuhého tělesa, rotace tuhého tělesa kolem pevné osy. Moment hybnosti, moment setrvačnosti, zákon zachování momentu hybnosti a příklady jeho užití, rotační kinetická energie. Analogie a odlišnosti v popisu translačního a rotačního pohybu. Setrvačníky, gyroskopický efekt a jeho aplikace.

## 7. Gravitační pole

Newtonův gravitační zákon. Cavendishův experiment. Pohyb planet a umělých družic. Keplerovy zákony. 1. a 2. kosmická rychlost. Beztížný stav.

## 8. Speciální teorie relativity

Galileiova a Lorentzova transformace a jejich důsledky. Experimenty ověřující speciální teorii relativity. Einsteinův vztah ekvivalence hmotnosti a energie. Vztah klasické mechaniky a speciální teorie relativity.

## 9. Molekulová stavba látek

Vývoj představ o částicové stavbě látek. Atom, molekula, chemická vazba. Avogadrův zákon. Látkové množství a veličiny s ním související.

## 10. Plyny

Ideální a reálný plyn. Molekulárně-kinetická teorie plynů v modelu ideálního plynu: interpretace tlaku a teploty, Maxwellovo rozdělení velikosti rychlostí molekul, střední charakteristiky pohybu molekul, transportní jevy v plynech (difúze, tepelná vodivost, vnitřní tření). Stavová rovnice ideálního a reálného plynu, zkapalňování plynů.

## 11. Základy rovnovážné termodynamiky

Teplota, teplo, tepelná kapacita a metody jejich měření. První a druhá hlavní věta termodynamická. Vnitřní energie a entropie a jejich statistická interpretace. Ekvipartiční teorém. Tepelné stroje, Carnotův cyklus, termodynamická teplota, účinnost tepelných strojů, spalovací motor, chladnička. Rovnovážný fázový diagram jednosložkové soustavy, Gibbsovo pravidlo fází.

## 12. Kapaliny

Brownův pohyb. Struktura kapalin. Transportní jevy v kapalinách. Molekulární jevy v kapalinách.

## 13. Pevné látky

Vazby v pevných látkách. Struktura krystalů a metody jejího určování (difrakce rtg záření, difrakce neutronů, elektronový a tunelový mikroskop). Polymorfismus. Mřížky



Bravais, operace symetrie. Bodové a čárové poruchy krystalové mřížky, mechanické vlastnosti pevných látek.

#### 14. *Pružnost a pevnost pevných těles*

Druhy deformací a jejich popis. Hookův zákon. Deformace elastická a plastická. Deformační energie. Experimentální metody zkoumání mechanických vlastností materiálů.

#### 15. *Mechanika tekutin*

Hydrostatika. Archimédův zákon. Hydrodynamika ideální kapaliny, rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice. Hydrostatické a hydrodynamické paradoxon. Hydrodynamika reálných kapalin, viskozita a její měření.

#### 16. *Mechanika plynů*

Atmosférický tlak. Plynný obal Země. Principy letectví.

#### 17. *Harmonický oscilátor*

Pohybová rovnice harmonického oscilátoru a její řešení. Tlumené a vynucené kmity, rezonance. Skládání kmitů, princip superpozice. Harmonická analýza periodického kmitu. Vázané oscilátory.

#### 18. *Mechanické vlnění*

Podstata vlnění, příčné a podélné vlnění, vlnění postupné a stojaté. Dopplerův jev. Vlny v pevných látkách. Povrchové vlny. Lom, odraz a interference vln.

#### 19. *Zvuk*

Šíření zvuku v plynech, kapalinách a pevných látkách. Měření rychlosti zvuku. Vnímání zvuku. Hudební nástroje. Hluk a jeho působení na člověka. Přenos, záznam a reprodukce zvuku.

#### 20. *Elektrostatika*

Elektrostatické pole a jeho charakteristiky. Coulombův zákon, Gaussův zákon. Energie elektrostatického pole. Kondenzátory. Elektřina v atmosféře. Vodiče a dielektrika v elektrostatickém poli.

#### 21. *Magnetostatika*

Magnetické pole a jeho charakteristiky. Magnetická síla působící na částice s nábojem a vodiče s proudem, Hallův jev. Magnetické pole stacionárního proudu. Ampérův a Biotův-Savartův zákon a jejich užití.

#### 22. *Elektrický proud*

Elektrický proud v kovových vodičích, kapalinách, plynech a polovodičích (p-n přechod, tranzistorový efekt). Ohmův zákon a Kirchhoffovy zákony a jejich užití. Supravodivost. Lineární pasivní prvky ve stejnosměrných a střídavých obvodech.

#### 23. *Elektromagnetická indukce*

Faradayův zákon elektromagnetické indukce, vlastní a vzájemná indukčnost. Síly působící na vodiče s indukovanými proudy. Transformátory. Generátory elektrického proudu a elektromotory.

#### 24. *Měření elektrických veličin*

Metody měření, principy a konstrukce přístrojů (náboj, elektrický proud, elektrické napětí, kapacita, odpor, indukčnost, výkon, energie).

#### 25. *Elektrické kmity a vlny*

Generování elektromagnetických kmitů a vln, principy radiového a televizního přenosu. Principy záznamu obrazu.

**26. Geometrická optika**

Měření rychlosti světla. Odraz a lom na rovinném a kulovém rozhraní. Zobrazování rovinným a kulovým zrcadlem a tenkou čočkou. Optické přístroje. Rozlišovací schopnost, optické vady zobrazovacích soustav a jejich korekce. Optické vlákno.

**27. Vlnová optika**

Spektrum elektromagnetických vln, světelné spektrum. Polarizace odrazem a lomem. Interference a difrakce světla, mřížka a její užití. Princip holografie. Princip laseru.

**28. Vidění**

Stavba oka a jeho funkce. Prostorové a barevné vidění. Poruchy zraku a zrakové klamy.

**29. Základy kvantové mechaniky**

Experimenty potvrzující vlnové vlastnosti částic a korpuskulární vlastnosti elektromagnetických vln (fotoefekt, Comptonův jev, difrakce svazků částic). De Broglieova hypotéza. Vlnová funkce. Schrödingerova rovnice. Relace neurčitosti. Nekonečná jáma. Lineární harmonický oscilátor. Atom vodíku. Stavba atomů a molekul z hlediska kvantové mechaniky.

**30. Elektronový obal atomu**

Franckův-Hertzův pokus. Stavba elektronového obalu a chemické vlastnosti prvků. Rtg záření. Optická a rentgenová atomová spektra.

**31. Atomové jádro**

Základní vlastnosti a charakteristiky jader. Vazbová energie jader. Elektromagnetická, silná a slabá interakce. Modely atomového jádra. Zákonů jaderných přeměn. Jaderné reakce. Štěpení a jeho využití. Jaderný reaktor. Zdroje jaderného záření a jeho užití. Metody detekce a registrace jaderného záření.

**32. Subnukleární fyzika**

Urychlovače a detektory. Základní skupiny částic a jejich vlastnosti, antičástice. Veličiny charakterizující částice.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky****1. Relace, zobrazení a jejich základní vlastnosti.**

Relace a jejich vlastnosti. Ekvivalence, uspořádání, příklady. Rozklad množiny podle ekvivalence. Zobrazení (injektivní, surjektivní a bijektivní, skládání zobrazení).

**2. Vybudování a vlastnosti číselných oborů.**

Přirozená čísla, matematická indukce. Přirozená čísla jako algebraická struktura, konstrukce oboru celých čísel, konstrukce tělesa racionálních čísel, reálná čísla.

**3. Grupy a jejich homomorfismy.**

Binární operace na množině. Definice a příklady grup, grupa permutací. Podgrupy a jejich vlastnosti. Homomorfismy grup a jejich příklady. Jádro a obraz homomorfismu a jejich vlastnosti, příklady.

**4. Okruhy, obory integrity, tělesa a jejich základní vlastnosti, příklady.****5. Vektorový prostor, báze, dimenze, lineární zobrazení. Vektorový prostor se skalárním součinem, orientace, vektorový součin.**

Konečně generované vektorové prostory, příklady. Lineární závislost a nezávislost vektorů, báze a dimenze. Vlastnosti homomorfismů (lineárních zobrazení). Skalární součin, ortonormální báze, ortogonální doplněk podprostoru. Gramův-Schmidtův ortogonalizační proces; orientace, základní vlastnosti vektorového součinu.

6. *Matice a jejich vlastnosti, užití k řešení soustav lineárních rovnic.*

Hodnost matice, regulární (resp. singulární) matice. Frobeniova věta o řešitelnosti soustavy lineárních rovnic. Věta o dimenzi vektorového prostoru všech řešení homogenní soustavy lineárních rovnic. Užití matic k řešení soustav lineárních rovnic. Gaussova eliminační metoda.

7. *Determinanty a jejich vlastnosti, Cramerovo pravidlo.*

Definice determinantu, Sarrusovo pravidlo, věta o rozvoji determinantu, charakterizace regulárních matic pomocí determinantů. Věta o násobení determinantů. Řešení soustav lineárních rovnic pomocí Cramerova pravidla.

8. *Základní pojmy dělitelnosti v komutativním oboru integrity.*

Relace dělitelnosti a asociovanosti v oboru integrity, Eukleidův algoritmus. Příklady eukleidovských oborů integrity a příklady na užití Eukleidova algoritmu. Aplikace na celá a přirozená čísla.

9. *Diferenciální počet funkcí jedné reálné proměnné. Vlastnosti spojitých funkcí na uzavřeném intervalu. Průběh funkcí, užití vyšších derivací.*

Limita funkce, nevlastní limity, limita v nevlastních bodech, aritmetika limit, limita složené funkce, limitní přechody v nerovnosti, limita monotonní funkce. Spojitost funkce v bodě, na intervalu, Heineho definice spojitosti, extrémy spojitých funkcí na uzavřeném intervalu, spojitý obraz intervalu. Derivace funkce, derivace elementárních funkcí, početní pravidla pro derivování a jejich odvození. Souvislost derivace a spojitosti. Věta o inverzní funkci, derivace inverzní funkce. Rolleova, Lagrangeova a Cauchyova věta. Vztah derivace a monotonie funkce v bodě, na intervalu, nutné a postačující podmínky pro extrém. Taylorův polynom, Taylorova věta. Konvexnost a konkávnost a jejich souvislost s druhou derivací funkce.

10. *Elementární funkce a jejich zavedení.*

Přirozená mocnina a odmocnina. Goniometrické funkce. Cyklometrické funkce. Exponenciální funkce, přirozený logaritmus, obecný logaritmus a obecná mocnina. Vlastnosti těchto funkcí a jejich vzájemné vztahy.

11. *Primitivní funkce. Metoda per partes a metoda substituční.*

Základní primitivní funkce. Integrace per partes. Dvě věty o substituci. Metody výpočtu primitivních funkcí, integrace racionálních funkcí. Goniometrické substituce, integrace iracionálních funkcí.

12. *Riemannův integrál, nevlastní integrály.*

Dělení intervalu, horní a dolní součty, horní a dolní integrál, Riemannův integrál, geometrická interpretace. Riemannův integrál jako funkce horní meze. Existenční věty pro Riemannův integrál. Nevlastní integrál. Newtonova-Leibnizova formule. Délka křivky a objem rotačního tělesa, těžiště rovinného útvaru.

13. *Posloupnosti reálných čísel, limity.*

Limity posloupností (vlastní a nevlastní), Bolzano-Cauchyova podmínka. Omezené posloupnosti, limita monotonní posloupnosti. Vybrané posloupnosti.

14. *Nekonečné řady a jejich součty. Základní věty o absolutní a neabsolutní konvergenci.*

Částečný součet a součet řady, konvergentní a divergentní řady, nutná podmínka konvergence, příklady. Geometrická řada. Řady s nezápornými členy; srovnávací, zobecněné srovnávací, odmocninové, podílové a integrální kritérium, limitní tvary kri-

térií. Řady se střídavými znaménky, Leibnizovo kritérium. Absolutně a neabsolutně konvergentní řady.

15. *Diferenciální rovnice, elementární metody jejich řešení.*

Věty o existenci a jednoznačnosti řešení počáteční úlohy pro rovnici  $dy/dx = f(x, y)$ . Metody řešení diferenciálních rovnic: rovnice se separovanými proměnnými, rovnice s homogenní pravou stranou, rovnice ve tvaru totálního diferenciálu, lineární rovnice 1. řádu, variace konstant, rovnice s konstantními koeficienty, speciální tvary pravé strany.

16. *Afinní a eukleidovský prostor.*

Lineární soustava souřadnic. Podprostor, jeho parametrický popis, podprostor jako průnik nadrovin (obecná rovnice nadroviny). Vzájemná poloha podprostorů. Kartézská soustava souřadnic. Kolmost podprostorů, vzdálenost bodu od podprostoru, vzdálenost podprostorů. Odchylka přímky od podprostoru. Příklady v  $E^2$  a  $E^3$ .

17. *Grupy geometrických zobrazení.*

Afinity, shodnosti, podobnosti v rovině včetně analytického vyjádření, vlastnosti. Příklady v  $E^2$ , zejména osová afinita, shodnosti a stejnolehlosti. Samodružné prvky.

18. *Planimetrie a stereometrie.*

Geometrické útvary v rovině a jejich vlastnosti. Množiny bodů dané vlastnosti v rovině a prostoru. Vzájemné polohy přímek a rovin v prostoru, řešení prostorových úloh.

19. *Rovnoběžné promítání. Osová afinita.*

Vlastnosti rovnoběžného promítání. Volné rovnoběžné promítání. Osová afinita, obraz kružnice v osové afinitě.

## B. Navazující magisterské studium fyziky

*Garant studia: Doc. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.*

### Základní informace

V rámci navazujícího magisterského studijního programu Fyzika lze studovat tyto studijní obory:

1. Astronomie a astrofyzika
2. Geofyzika
3. Meteorologie a klimatologie
4. Teoretická fyzika
5. Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů
6. Optika a optoelektronika
7. Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí
8. Biofyzika a chemická fyzika
9. Jaderná a subjaderná fyzika
10. Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice
11. Učitelství fyziky pro SŠ v kombinaci s odbornou fyzikou
12. Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ
13. Učitelství fyziky pro SŠ (dvouoborové)

Průběh studia není studijními plány pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a získal potřebný počet kreditů požadovaných při kontrole studia na konci každého studijního roku. Je však vhodné dodržovat doporučený průběh studia, protože je sestaven s ohledem na návaznosti mezi jednotlivými předměty i na podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce.

Celkem je požadováno získání minimálně 120 kreditů za celé dvouleté studium, z toho podstatnou část kreditů posluchač obdrží za povinné a povinně volitelné předměty (včetně 30 kreditů za vypracování diplomové práce), zbylý počet kreditů (alespoň 12) si doplní absolvováním volitelných předmětů. Ty si může vybrat zcela libovolně, doporučuje se však zvolit si je z široké nabídky povinně volitelných předmětů daného oboru.

Do seznamu doporučené výuky jsou zařazeny také některé důležité předměty bakalářského studijního programu Fyzika, které posluchači zpravidla absolvují již během svého dřívějšího bakalářského studia jako předměty povinně volitelné. Pro každý obor jsou tyto předměty uvedeny na začátku odstavce Doporučený průběh studia.

Absolvování těchto předmětů z předchozího bakalářského studia na MFF bude všem posluchačům v navazujícím magisterském studiu uznáno na základě kontroly údajů v evidenci studijního oddělení. Posluchač přicházející na MFF po získání bakalářského vzdělání na jiné univerzitě může požádat o uznání povinných nebo povinně volitelných předmětů z bakalářského studia na základě předchozího absolvování jejich vhodných ekvivalentů. Žádost individuálně posoudí a doporučí odpovědný učitel příslušného oboru. Zbývající předměty si musí každý posluchač doplnit během svého navazujícího magisterského studia.

Předměty absolvované v předchozím studiu se zpravidla uznávají bez přidělení kreditů. Posluchač může požádat o uznání dříve splněného předmětu včetně jeho kreditů, jestliže splňuje stanovené podmínky (jedná o povinný nebo povinně volitelný předmět studovaného magisterského oboru, přitom to není povinný bakalářský předmět a kredity za něj získané v bakalářském studiu měl posluchač navíc nad počet stanovený pro úspěšné absolvování bakalářského studia).

### **Kurz bezpečnosti práce**

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální diplomové práce) je absolvování kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky, a to jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

## **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze dvou částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky

Na některých studijních oborech se ústní zkouška skládá z bloku Společné požadavky a z bloku Užší zaměření. Oba bloky však tvoří nedílnou součást, která je hodnocena jedinou známkou.

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v určeném počtu kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

Na učitelských oborech má ústní zkouška několik oddělených částí. Specifické podmínky pro přihlášení k nim jsou uvedeny u jednotlivých oborů.

**Diplomová práce**

Diplomová práce se zpravidla zadává v zimním semestru prvního roku studia. Téma diplomové práce si student volí z nabídky pracovišť zajišťujících výuku v příslušném oboru fyziky.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

Jsou specifické pro příslušný obor.

**Studijní plány jednotlivých oborů**

V následujících vzorových studijních plánech jsou předměty **povinné** ke státní závěrečné zkoušce vtištěny **tučně**, povinně volitelné předměty normálním písmem, doporučené *volitelné* předměty *kurzívou*.

**1. Astronomie a astrofyzika**

**Garantující pracoviště:** Astronomický ústav UK

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Martin Šolc, CSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Obor astronomie a astrofyzika navazuje na základní znalosti z fyziky, matematiky a programování. Studenti získávají znalosti z oborů klasické astronomie, jako je astrometrie a nebeská mechanika, a klasické astrofyziky, t.j. o fyzikálních vlastnostech astrofyzikálního plazmatu, stavbě a vývoji hvězd a hvězdných soustav a o teorii hvězdných atmosfér, o fyzice těles sluneční soustavy a o stavbě a dynamice galaxií. Seznamují se rovněž se sluneční fyzikou, relativistickou astrofyzikou, extragalaktickou astronomií a kosmologií. Prostřednictvím pravidelných seminářů, praxí na observatořích a tematicky zaměřených přednášek externích odborníků získávají představu o vědecké práci a současných problémech řešených v jednotlivých oborech astronomie a astrofyziky.

*Cíle studia:*

Obor připravuje studenty především k profesionální vědecké kariéře, cílem je získat přehled o klasických i moderních oblastech výzkumu vesmíru a osvojit si návyky potřebné k vlastní vědecké práci. Studijní plán navazuje na základní přednášky z fyziky, zejména teoretickou mechaniku, termodynamiku, statistickou fyziku, kvantovou fyziku a relativitu, rozvíjí jejich aplikace na objekty ve vesmíru a využívá přitom i předchozí přípravu v matematice a ve výpočetních metodách.

*Profil absolventa:*

Absolventi tohoto oboru mají přehled o současném stavu výzkumu v základních oblastech poznávání vesmíru. Při práci na diplomovém úkolu získají představu o postu-

pech a metodách vědecké práce, výsledkem jsou zpravidla odborné publikace. Nejčastěji absolventi nastupují do doktorandského studia na některém domácím či zahraničním astronomickém pracovišti. Všeobecný přehled o oboru a poměrně rozsáhlé dovednosti v programování dovolují absolventům zvolit též profesionální dráhu v popularizaci oboru (ve vzdělávacích institucích, v planetáriích a na lidových hvězdárnách) anebo při rozvoji či aplikacích výpočetní techniky. Schopnost abstraktního myšlení a orientace v nové problematice pomohou absolventům uplatnit se i v dalších oblastech přírodních věd a případně i mimo ně.

### **Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY042	Základy kvantové teorie	9	4/2 Z+Zk	—
NAST006	Základy astronomie a astrofyziky I	6	—	4/0 Zk
NAST007	Základy astronomie a astrofyziky II	6	—	4/0 Zk
NAST028	Cvičení a praktikum z astronomie	6	—	0/4 Z
NOFY034	Metody zpracování fyzikálních měření	3	—	2/0 Zk
NSZZ002	Odborná praxe	1	0/0 Z	0/0 Z

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

Pokud se posluchač rozhodne studovat jeden semestr (výjimečně dva semestry) na některé zahraniční vysoké škole, může využít možnosti dané mu studijním řádem a prodloužit si navazující magisterské studium o jeden rok. V tom případě se doporučuje absolvovat výše uvedené povinně volitelné předměty NOFY042, NAST006, NAST007, NAST028 a NOFY034 resp. NMET050 v 1. roce magisterského studia. Ve 2. a 3. roce studia pak posluchač absolvuje studium v zahraničí a splní podmínky stanovené pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce na MFF. Některé předměty absolvované na zahraniční vysoké škole mu přitom mohou být uznány jako příslušný ekvivalent na MFF po porovnání obsahu předmětů na základě žádosti podané studijnímu proděkanovi.

### **1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAST013	<b>Astrofyzika I</b>	6	4/0 Zk	—
NAST014	<b>Astrofyzika II</b>	6	—	4/0 Zk
NAST003	<b>Galaktická a extragalaktická astronomie I</b>	4	—	3/0 Zk
NTMF111	<b>Obecná teorie relativity</b>	4	—	3/0 Zk
NAST010	<b>Seminář Astronomického ústavu UK</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NAST017	<b>Speciální praktikum I (pro AA)</b>	3	0/2 Z	—

NAST018	<b>Speciální praktikum II (pro AA)</b>	3	—	0/2 Z
NAST008	<b>Kosmická elektrodynamika</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NAST024	<b>Elementární procesy v kosmické fyzice</b>	5	—	2/1 Zk
NAST005	<b>Nebeská mechanika I</b>	6	4/0 Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NAST031	Diplomový seminář <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NAST011	Nebeská mechanika II	6	—	4/0 Zk
NAST021	Vybrané kapitoly z astrofyziky <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NAST026	Dějiny astronomie <sup>2</sup>	3	1/1 Z	1/1 Z
NAST019	Dvojhvězdy <sup>3</sup>	3	—	2/0 Zk
NAST020	Fyzika malých těles sluneční soustavy <sup>3</sup>	3	2/0 Zk	—
NAST002	Hvězdné atmosféry <sup>3</sup>	3	—	2/0 Zk
NAST001	Sluneční fyzika <sup>4</sup>	3	2/0 Zk	2/0 Zk

<sup>1</sup> Diplomový seminář se zapisuje opakovaně tak, aby během studia posluchač absolvoval ve vazbě na předměty NSZZ023, NSZZ024 a NSZZ025 celkem 3 semestry.

<sup>2</sup> Tyto předměty se zaměřují každý rok na jiná témata a studenti je mohou zapisovat opakovaně.

<sup>3</sup> Tyto předměty se přednášejí ve dvouletém intervalu. Zapisuje se ten předmět, který se v daném školním roce koná.

<sup>4</sup> Tento předmět se přednáší ve dvouletém intervalu. Posluchač si zapíše během studia 2 semestry.

## 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NAST004	<b>Galaktická a extragalaktická astronomie II</b>	3	2/0 Zk	—
NAST010	<b>Seminář Astronomického ústavu UK</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NAST031	Diplomový seminář <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NAST015	Cvičení z galaktické a extragalaktické astronomie	3	0/2 Z	—
NAST012	Vznik a vývoj galaxií	3	2/0 Zk	—
NAST009	Kosmologie	4	3/0 Zk	—
NTMF037	Relativistická fyzika I	9	4/2 Z+Zk	—
NTMF038	Relativistická fyzika II	9	—	4/2 Z+Zk
NAST021	Vybrané kapitoly z astrofyziky <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NAST026	Dějiny astronomie <sup>2</sup>	3	1/1 Z	1/1 Z
NAST019	Dvojhvězdy <sup>3</sup>	3	—	2/0 Zk
NAST020	Fyzika malých těles sluneční soustavy <sup>3</sup>	3	2/0 Zk	—
NAST002	Hvězdné atmosféry <sup>3</sup>	3	—	2/0 Zk
NAST001	Sluneční fyzika <sup>4</sup>	3	2/0 Zk	2/0 Zk



<sup>1</sup> Diplomový seminář se zapisuje opakovaně tak, aby během studia posluchač absolvoval ve vazbě na předměty NSZZ023, NSZZ024 a NSZZ025 celkem 3 semestry.

<sup>2</sup> Tyto předměty se zaměřují každý rok na jiná témata a studenti je mohou zapisovat opakovaně.

<sup>3</sup> Tyto předměty se přednáší ve dvouletém intervalu. Zapisuje se ten předmět, který se v daném školním roce koná.

<sup>4</sup> Tento předmět se přednáší ve dvouletém intervalu. Posluchač si zapíše během studia 2 semestry.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 20 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **A. Společné požadavky**

##### *1. Klasická a kvantová mechanika*

Porovnání popisu systému v klasické a kvantové mechanice, popis stavu. Kauzalita a měření. Formalismus teoretické mechaniky a kvantové mechaniky - pohybové rovnice, Hamiltonův-Jacobiho formalismus, operátory fyzikálních veličin, zákony zachování. Variační principy. Fyzikální efekty, které nelze vysvětlit klasicky.

Rotace těles, setrvačníky; příklady z vesmírného prostředí.

Základy mechaniky kontinua, Navierova-Stokesova rovnice.

##### *2. Kvantování fyzikálních veličin*

Operátory fyzikálních veličin, diskrétní a spojité spektrum. Hladiny energie v atomech, molekulách a pevných látkách. Moment hybnosti a jeho kvantování, orbitální a spinový moment hybnosti, skládání momentů hybnosti. Jemná a hyperjemná struktura hladin. Magnetický moment a jeho interakce s vnějším polem. Klasický a kvantově mechanický lineární harmonický oscilátor. Kvantování spinu. Pauliho princip. Interakce spinu s vnějším polem.

##### *3. Elektromagnetické pole*

Maxwellovy rovnice. Lorentzova transformace. Semiklasický a kvantový popis elektromagnetického pole, fotony. Interakce atomu se zářením. Absorpce a emise, Einsteiny koeficienty. Přirozená šířka spektrální čáry.

##### *4. Jaderná a subjaderná fyzika*

Stavba atomového jádra. Klasifikace mikročástic. Slabá a silná interakce. Jaderné reakce.

##### *5. Termodynamika a statistická fyzika*

Stavové veličiny, zákony termodynamiky, entropie. Statistická interpretace termodynamiky. Kanonické rozdělení. Fermiony a bozony. Matice hustoty. Stavové rovnice. Termodynamika záření, záření absolutně černého tělesa.

##### *6. Astronomie*

Astrometrie a poziční astronomie: Souřadnicové systémy a jejich transformace. Pohyb pozorovatele a zdroje záření, aberace, Dopplerův jev. Vliv atmosféry na pozorování, refrakce, extinkce. Paralaxa. Precese, nutace. Vlastní pohyby hvězd. Metody určování souřadnic. Čas a jeho měření.

Efemeridová astronomie: Problém dvou těles, elementy dráhy, výpočet efemeridy. Určování drah těles sluneční soustavy a dvojhvězd. Zatmění a zákryty. Omezený problém tří těles.

Sluneční soustava: Popis pohybu Měsíce. Planetky, satelity planet, komety. Meziplanetární plyn a magnetické pole, prach a drobná pevná tělíška, vliv záření na jejich pohyb. Meteority. Metody datování. Charakteristické procesy ve vývoji terrestrických planet a planet velkých. Exoplanety. Představy o tvorbě planetárních soustav.

Přístroje a metody pozorování: Optické systémy, jejich vady, metody navrhování. Dalekohledy. Zpracování snímků fotografických, CCD. Fotometrie. Interferometry. Instrumenty družicových observatoří. Spektrografie, spektroskopie.

### 7. Astrofyzika

Fyzika plazmatu: Pohyb nabitě nerelativistické a relativistické částice v plazmatu. Základní rovnice magnetohydrodynamiky. Tepelné a netepelné záření. Synchrotronové záření, inverzní Comptonův jev.

Hvězdné atmosféry: spojitě a čárové spektrum. Stavba atomu vodíku, hélia a těžších prvků. Vlivy určující profily spektrálních čar. Einsteinovy koeficienty. Zeemanův jev. Boltzmannova a Sahova rovnice. Rovnice přenosu záření. Modelování hvězdných atmosfér. Redistribuce.

Vnitřní stavba hvězd: Jaderné reakce ve hvězdách, přenos energie, stavové rovnice hvězdné látky. Rovnice modelů vnitřní stavby hvězd. Vývoj hvězd, vývojové stopy v HRD, závěrečné fáze hvězdného vývoje. Pulsace hvězd. Příčiny proměnnosti hvězd.

Sluneční fyzika: Globální charakteristiky Slunce, sluneční aktivita, magnetická pole na povrchu Slunce, procesy v erupcích. Pozorování Slunce v různých oborech spektra. Helioseismologie.

Dvojhvězdy: Fotometrie a spektroskopie dvojhvězd, určování elementů. Zvláštnosti vývoje těsných dvojhvězd. Kataklyzmické proměnné.

Mezihvězdná látka: Rozložení prachu a plynu v Galaxii, typy útvarů mezihvězdné látky, metody pozorování. Atomy a molekuly v mezihvězdném prostoru - spektra, chemické reakce. Oblasti ionizovaného vodíku (HII) a jejich fyzika. Prachová zrna, fyzikální vlastnosti a optické projevy. Dynamika mezihvězdné látky. Vícesložkový model mezihvězdného plynu, role supernov, fyzika rázových vln. Stabilita oblaků mezihvězdné látky, Jeansovo kritérium, fragmentace, tvoření hvězd.

### 8. Hvězdy, galaxie a stavba vesmíru

Přehled observačních výsledků: Fotometrické systémy, magnitudy. Určování hmotností kosmických objektů, dynamická paralaxa, funkce hmotnosti. Určování rozměrů hvězd, efektivní teplota, úhlové průměry. Teploty hvězd, spektrální klasifikace. Hertzsprungův-Russellův diagram (HRD). Vztah hmotnost - zářivý výkon.

Stavba Galaxie, hvězdné populace. Rotační křivky galaxií, Oortovy konstanty. Dráhy hvězd a jejich stabilita. Gravitační potenciál Galaxie. Pohybové integrály, ergodické chování drah, třetí integrál, distribuční funkce, Boltzmannova rovnice, Jeansova věta.

Čára 1420 MHz, rozložení a rychlosti vodíku HI. Hmotnost galaxií a skrytá hmota. Molekulární vodík, molekuly CO, molekulární oblaka, anomálie v rozdělení HI. Relaxační časy hvězdných soustav. Morfologická klasifikace galaxií.

Metody určování vzdáleností kosmických objektů a jejich návaznost. Rozložení galaxií ve vesmíru. Hubbleův zákon, funkce expanze, decelerační parametr. Robertson-Walkerova metrika. Einsteinovy rovnice. Friedmannovy modely vesmíru. Kosmologická

konstanta. Inflační modely. Rané fáze vývoje vesmíru. Reliktní záření. Skrytá hmota a vývoj vesmíru.

### **B. Užší zaměření**

Posluchači si volí dva z okruhů otázek 1.-3.

#### *1. Kosmické plazma*

Vlny v plazmatu: Popis vln, fázová a grupová rychlost, plazmová frekvence, zvukové vlny, elektrostatické elektronové a iontové vlny, elektromagnetické elektronové a iontové vlny, přehled elementárních vln, srovnání s Jeansovou teorií.

Difúze a odpor v plazmatu: Střední volná dráha, Fickův zákon, ambipolární difúze, difúze mezi rovnoběžnými stěnami a napříč magnetickým polem, plně ionizované plazma, specifický odpor plazmatu.

Stabilita plazmatu: Hydromagnetická rovnováha, parametr beta, difúze magnetického pole do plazmatu, klasifikace nestabilit, dvousvazková a gravitační nestabilita.

Základy kinetické teorie: Fyzikální smysl rychlostního rozdělení. Boltzmannova a Vlasovova rovnice, srovnání s magnetohydrodynamikou. Landauův útlum.

#### *2. Nebeská mechanika*

Problém dvou těles, rozvoje do řad. Restringovaný problém tří těles. Jacobiho integrál, Tisserandovo kritérium, přehled teorie poruch. Von Zeipelova metoda. Gravitační pole kosmických těles, Stokesovy konstanty, Hansenovy koeficienty. Přehled Hillovy teorie pohybu Měsíce. Lagrangeova-Laplaceova planetární teorie.

#### *3. Relativistická astrofyzika*

Matematický aparát diferenciální geometrie, metriky, Einsteinovy rovnice. Relativistická teorie vnitřní stavby hvězd, degenerace, bílí trpaslíci, neutronové hvězdy, supernovy, pulsary, gravitační kolaps. Tolmanova-Oppenheimerova-Volkovova rovnice. Kruskalův diagram. Fyzikální procesy v okolí černých děr. Relativistické akreční disky. Procesy v jádrech galaxií.

## **2. Geofyzika**

**Garantující pracoviště:** Katedra geofyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Ondřej Čadek, CSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Obor geofyzika zahrnuje studium Země a jejího blízkého okolí fyzikálními metodami. Soustřeďuje se na studium fyziky zemětřesení a šíření seismických vln, dynamiky Země, tíhového a elektromagnetického pole Země. K interpretaci geofyzikálních dat používá metod matematického modelování. Studium navazuje zejména na přednášky z mechaniky kontinua, teorie elektromagnetického pole a matematické fyziky. Metody experimentální geofyziky a práce na observatořích jsou vyučovány ve spolupráci s PřF UK a ústavy AV ČR.

*Cíle studia:*

Cílem je získat široké znalosti v matematice a fyzice a schopnosti řešit problémy základního geofyzikálního výzkumu (studium fyzikálních procesů v Zemi). Znalosti je možno využít rovněž při posuzování přírodních rizik, řešení některých ekologických problémů a vyhledávání nerostných surovin.

*Profil absolventa studijního oboru:*

Absolvent má všeobecné znalosti fyziky a hlubší znalosti hlavních geofyzikálních disciplín. Absolventi se uplatňují ve výzkumných i komerčních pracovištích geofyzikálního a geodetického zaměření u nás a v zahraničí. Dobrá příprava v matematickém modelování, počítačové fyzice a pokročilých partiích programování vede k bezproblémovému uplatnění i v jiných oborech.

**Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEO078	Mechanika kontinua I	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO005	Fourierova spektrální analýza	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO076	Obrácené úlohy a modelování ve fyzice	3	—	2/0 Zk
NGEO082	Seismologie I	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO017	Tíhové pole a tvar Země	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO080	Geomagnetismus a geoelektrina I	5	—	2/1 Z+Zk

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

**1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEO022	<b>Numerické metody ve Fortranu</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NGEO002	<b>Šíření seismických vln</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO069	<b>Mechanika kontinua II</b>	3	—	2/0 Zk
NGEO074	<b>Seismologie II</b>	3	2/0 Zk	—
NGEO079	<b>Geomagnetismus a geoelektrina II</b>	3	2/0 Zk	—
NGEO015	<b>Geotermika a radioaktivita Země</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO057	<b>Metody zpracování geofyzikálních dat</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO081	<b>Obrácené úlohy a modelování v geofyzice</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NGEO083	Seismický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO084	Geodynamický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO035	Dynamika pláště a litosféry I	6	2/2 Z+Zk	—
NGEO011	Praktikum ze seismologie	3	0/2 Z	—
NGEO018	Maticové metody v seismologii	3	2/0 Zk	—
NGEO043	Matematické metody studia gravitačního pole a tvaru Země	3	2/0 Zk	—

NGEO030	Rotace Země I	3	2/0 Zk	—
NGEO089	Rotace Země II	3	—	2/0 Zk
NGEO072	Dynamika pláště a litosféry II	3	—	2/0 Zk
NGEO032	Paprskové metody v seismice	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO034	Povrchové elastické vlny	3	—	2/0 Zk
NGEO061	Elektromagnetická indukce v zemském plášti	3	—	2/0 Zk
NGEO042	Elektromagnetické induktivní sondování Země	3	—	2/0 Zk
NGEO007	Užitá geofyzika	3	—	2/0 Zk
NGEO031	Užitá geofyzika — terénní měření	3	—	0/2 Z

## 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEO016	<b>Stavba Země</b>	4	3/0 Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NGEO083	Seismický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO084	Geodynamický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO086	Okrajové úlohy pro určení tíhového pole a tvaru Země I	3	2/0 Zk	—
NGEO052	Modelování seismických vln	3	2/0 Zk	—
NGEO087	Okrajové úlohy pro určení tíhového pole a tvaru Země II	3	—	2/0 Zk
NGEO063	Seismické prostorové vlny v nehomogenních anizotropních prostředích	3	—	2/0 Zk
NGEO049	Vysokofrekvenční modelování účinků seismického zdroje	3	—	2/0 Zk
NGEO051	Inverze seismických vlnových polí a časů šíření	3	—	2/0 Zk

### Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 30 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky

#### 1. Pohyby Země

Rotace Země. Průběh mechanických dějů na rotující Zemi. Země jako volný setrvačnick. Časové změny délky dne, pohyb pólů, precese a nutace. Liouvillova rovnice. Příliv a odliv, slapový potenciál, Loveova čísla.

## 2. Tíhové pole a tvar Země

Tíhový potenciál. Legendrovy polynomy a sférické funkce. Multipólový rozvoj pro gravitační potenciál. Geoid a sféroid. Vzorec pro normální tíži. Clairautův teorém. Vzdálenost geoidu a sféroidu. Tíhová měření, jejich redukce, tíhové anomálie. Teorie izostáze. Studium gravitačního pole Země pomocí umělých družic. Určování skutečného tvaru Země.

## 3. Reologie Země

Popis kontinua v křivočarách ortogonálních souřadnicích. Tenzor deformace a napětí. Předpjaté prostředí. Reologické vztahy.

## 4. Seismické vlny

Pohybová rovnice elastického anizotropního i izotropního prostředí. Separace pohybových rovnic, vlnové rovnice, podélné a příčné vlny. Odraz a lom rovinných vln na rovinném rozhraní. Povrchové vlny Rayleighovy a Loveovy. Disperze. Vlny ve vertikálně nehomogenním prostředí. Fermatův princip a rovnice paprsku, rovnice hodochrony. Greenova funkce.

## 5. Seismologie

Základní údaje o zemětřeseních, makroseismická stupnice, magnitudo a energie zemětřesení. Seismometrie a seismická pozorování. Seismické vlny ve sféricky symetrickém modelu Země, paprsky, hodochrony. Wiechertova-Herglotzova metoda. Fyzika zemětřesení, seismicita a předpověď zemětřesení. Elastické vlastnosti Země jako celku. Vlastní kmity Země, pohybová rovnice, klasifikace kmitů.

## 6. Geomagnetismus a geoelektrina

Fenomenologický popis magnetického pole Země a jeho časových změn. Geomagnetická měření. Matematický popis geomagnetického pole. Paleomagnetismus, putování magnetických pólů, inverze magnetického pole Země. Magnetické pole Slunce a planet. Generování zemského magnetického pole. Magnetohydrodynamika, soustava rovnic magnetického dynama v nitrech nebeských těles. Vnější magnetické pole, jeho časové změny. Elektromagnetická indukce v Zemi vyvolaná změnami vnějšího magnetického pole. Výzkum elektrické vodivosti v Zemi.

## 7. Fyzika ionosféry a magnetosféry

Struktura ionosféry a magnetosféry. Sluneční vítr. Polární záře. Pohyb částice v homogenním a nehomogenním magnetickém poli, pohyb v poli magnetického dipólu.

## 8. Geotermika a radioaktivita Země

Soustava rovnic popisující přenos tepla v Zemi. Zdroje tepla v Zemi, tepelný tok. Radioaktivita hornin a stáří Země. Termální modely oceánské a kontinentální litosféry. Průběh teploty v Zemi. Adiabatický gradient teploty v Zemi. Teplota tání v jádře. Horké skvrny.

## 9. Stavba a dynamika Země

Sféricky symetrické modely Země. Clapeyronova rovnice, exotermní a endotermní fázové přechody. Fázové přechody v minerálech zemského pláště. Látkové složení zemského nitra. Laterální nehomogenity v Zemi, globální modely seismické tomografie. Viskoelastické kontinuum. Povrchové projevy vnitřní dynamiky Země. Drift kontinentů, teorie rozšiřování oceánské dna. Tektonika litosférických desek.

## 10. Metody zpracování časových řad

Fourierovy řady, Fourierův integrál, Laplaceova transformace. Spektrální analýza diskrétních signálů. Analytické signály. Hilbertova transformace. Filtrace časových řad.

Z-transformace. Korelace, autokorelace, výkonové spektrum. Klasické spektrální estimátory. Lineární filtry. Wienerova optimální filtrace.

#### 11. Řešení obrácených úloh

Apriorní, datová a teoretická informace. Definice řešení obrácené úlohy. Lineární úlohy. Gaussova hypotéza a analytické řešení ve smyslu nejmenších čtverců. Nelineární obrácené úlohy. Analýza chyby a rozlišení. Stabilizace obrácené úlohy. Globální a lokální metody.

#### 12. Aplikace metod numerické matematiky v geofyzice

Řešení soustav lineárních algebraických rovnic. Interpolace. Numerické integrování a derivování. Řešení nelineárních rovnic. Řešení soustav obyčejných diferenciálních rovnic s počátečními a okrajovými podmínkami. Diskretizace soustav parciálních diferenciálních rovnic.

### 3. Meteorologie a klimatologie

**Garantující pracoviště:** Katedra meteorologie a ochrany prostředí

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Josef Brechler, CSc.

#### *Charakteristika studijního oboru:*

Obor meteorologie a klimatologie vychází především z hydrodynamiky a termodynamiky atmosféry, přičemž široce využívá poznatků dalších fyzikálních oborů a výpočetních metod zejména numerické matematiky a statistiky. Je orientován na studium rozsáhlé škály atmosférických dějů včetně atmosférické optiky, akustiky a elektřiny, záření v atmosféře, fyziky oblaků a srážek apod. Soustřeďuje se především na aplikace dynamiky, energetiky a cirkulace atmosféry v oblasti meteorologických prognóz využívajících nejmodernějších metod numerické matematiky, dále na dnes silně aktuální problematiku znečištění ovzduší ve vztahu k ekologickým problémům, problematiku antropogenních vlivů na atmosféru, metody modelování klimatu, studium klimatických změn, problémů stratosférického i přízemního ozonu apod.

#### *Cíle studia:*

Cílem studia je vychovat absolventa se širokým spektrem znalostí a kompetencí v oblasti fyziky atmosféry, základního výzkumu i aplikované meteorologie a klimatologie s perspektivou uplatnění v ústavech Akademie věd, dalších výzkumných ústavech, na pracovištích vysokých škol, na pracovištích Českého hydrometeorologického ústavu, ve sféře ekologických aplikací poznatků o atmosféře, dále v řadě odvětví národního hospodářství ovlivňovaných atmosférickými procesy (doprava, zejména letecká, energetika, zemědělství atd.).

#### *Profil absolventa:*

Absolvent má široké znalosti ze základů fyziky, zejména s ohledem na fyziku atmosféry (hydrodynamika, termodynamika, šíření elektromagnetických vln, optika a elektřina, teorie nelineárních dynamických systémů, vlnové procesy apod.) a z potřebných matematických metod (řešení parciálních diferenciálních rovnic, numerická matematika, matematická statistika). Z hlediska vlastního oboru i příbuzných oborů je připraven pro řešení úkolů základního i aplikačního výzkumu i širokého spektra činností v praxi (povětrnostní služba, meteorologické zabezpečení v řadě odvětví národního hospodářství atd.). Obsahově je zaměřen především na problematiku dynamiky, energetiky a cirkulace atmosféry s perspektivou aplikací zejména v tematické oblasti numerických prognostických modelů, dále na oblast transportu, transformací

a modelování znečišťujících příměsí v atmosféře a na oblast klimatologie vyznačující se aktuální problematikou modelování klimatu, antropogenních vlivů na klima, klimatické změny apod. Má rovněž znalosti z optiky a elektřiny atmosféry apod. umožňující jeho uplatnění v řadě technických aplikací výzkumného i provozního charakteru.

### **Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMET034	Hydrodynamika	6	3/1 Z+Zk	—
NMET012	Všeobecná klimatologie	6	4/0 Zk	—
NMET050	Metody zpracování fyzikálních měření	3	—	2/0 Zk
NMET049	Seminář zpracování fyzikálních měření	3	—	0/2 Z
NMET023	Dynamická meteorologie <sup>1</sup>	7	—	4/1 Z+Zk
NMET074	Dynamika atmosféry <sup>1</sup>	6	—	3/1 Z+Zk
NMET035	Synoptická meteorologie I	4	—	3/0 Zk

<sup>1</sup> Student zapisuje pouze jeden z těchto dvou předmětů.

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

### **1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMET036	<b>Synoptická meteorologie II</b>	3	2/0 Zk	—
NMET002	<b>Fyzika mezní vrstvy</b>	4	3/0 Zk	—
NMET013	<b>Analýza povětrnostní mapy</b>	6	1/3 KZ	—
NMAF013	<b>Metody numerické matematiky I</b>	3	2/0 Zk	—
NMAF014	<b>Metody numerické matematiky II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NMET014	<b>Objektivní analýza meteorologických polí</b>	6	—	4/0 KZ
NMET010	<b>Speciální klimatologický seminář</b>	4	—	0/3 Z
NMET020	<b>Distanční pozorování a detekční metody v meteorologii I</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NMET003	<b>Fyzika oblaků a srážek</b>	3	—	2/0 Zk
NMET033	<b>Synoptická interpretace diagnostických a prognostických polí</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z



NMET011	Statistické metody v meteorologii a klimatologii	6	2/2 Z+Zk	—
NMET004	Šíření akustických a elektromagnetických vln v atmosféře	4	3/0 Zk	—
NMET009	Regionální klimatologie a klimatografie ČR	6	4/0 Zk	—
NMET025	Vlnové pohyby a energetika atmosféry	4	3/0 Zk	—
NMET032	Turbulence v atmosféře	4	3/0 Zk	—
NMET024	Dynamické předpovědní metody	7	3/2 Z+Zk	—
NMET060	Prognostické modely pro předpověď počasí	3	2/0 Zk	—
NMET065	Uživatelsky přátelský Linux	4	0/3 Z	—
NMET067	Stratosféra	3	2/0 Zk	—
NMET008	Numerické řešení rovnic prognostických modelů	3	—	2/0 Zk
NMET063	Metody zpracování časových řad	5	—	2/1 Z+Zk
NMET071	Užitá klimatologie I	3	—	2/0 Zk
NMET066	Meteorologický počítačový seminář	4	—	0/3 Z
NMET068	Oceány v klimatickém systému	3	—	2/0 Zk
NMET064	Aerosolové inženýrství	3	—	2/0 Zk

V 1. nebo 2. roce studia se doporučuje absolvovat 2 týdny odborné praxe a 3 týdny předdiplomní praxe.

## 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMET019	<b>Chemismus atmosféry</b>	3	2/0 Zk	—
NMET038	<b>Speciální meteorologický seminář I</b>	4	0/3 Z	—
NMET039	<b>Speciální meteorologický seminář II</b>	4	—	0/3 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NMET073	Distanční pozorování a detekční metody v meteorologii II	5	2/1 Z+Zk	—
NMAF045	Speciální seminář realizace numerických modelů I	3	0/2 Z	—
NMAF046	Speciální seminář realizace numerických modelů II	3	—	0/2 Z
NMET001	Elektrické jevy v atmosféře	3	2/0 Zk	—
NMET005	Šíření exhalací v atmosféře	3	2/0 Zk	—
NMET031	Atmosférické procesy mezosynoptického měřítká	4	3/0 Zk	—

NMET054	Matematické modelování oblačných a srážkových procesů v atmosféře	3	2/0 Zk	—
NMAF036	Numerické řešení problémů proudění	5	2/1 Z+Zk	—
NMET059	Techniky modelování pro numerickou předpověď počasí	3	0/2 Z	—
NMET072	Užitá klimatologie II	3	2/0 Zk	—
NMET061	Projektový seminář I	6	0/4 Z	—
NMET062	Projektový seminář II	6	—	0/4 Z
NMET517	Vybrané partie geofyzikální hydrodynamiky	3	—	2/0 Zk

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 18 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **A. Společné požadavky**

Horizontální a vertikální rozdělení meteorologických prvků, denní a roční chody. Termodynamika suchého, vlhkého a nasyceného vzduchu - vlhkostní charakteristiky, stavové rovnice, vratné adiabatické děje, pseudoadiabatický děj, fázové přeměny vody. Atmosféra v hydrostatické rovnováze - homogenní, adiabatická, izotermální atmosféra. Vertikální stabilita atmosféry - metoda částice, metoda vrstvy, vtahování, teplotní inverze a příčiny jejich vzniku. Kinematika a dynamika proudění vzduchu, vliv tření na proudění, základní typy proudění (geostrofický, ageostrofický vítr a jeho složky, gradientový, divergentní, nedivergentní proud apod). Změny větru s výškou, stříh větru, termální vítr. Vzduchové hmoty - vznik, rozdělení, transformace, charakteristiky a podmínky počasí. Atmosférické fronty - definice, dynamická a kinematická podmínka, tlakové pole, druhy front, počasí. Tlakové útvary - barotropní a baroklinní instabilita. Stavba a vývoj tlakových útvarů, regenerace, změny tlaku, změny teplot, podmínky počasí v tlakové výši a níže, výškové frontální zóny, deformační pole. Tryskové proudění. Vorticitata a cirkulace - cirkulační teorémy, rovnice vorticity, divergenční teorém, balanční rovnice a jejich použití. Druhy a metody výpočtu vertikálních pohybů, rovnice omega a její diskuse. Předpověď konvekce. Energetika atmosféry, transformace energie v atmosféře, dostupná potenciální energie, vlnové pohyby a kmity v atmosféře. Konstrukce přízemních a výškových map, metody předpovědi polí meteorologických prvků.

Klimatický systém, pozorovaný stav atmosféry a oceánů (teplotní struktura, srážky, salinita), definice klimatu. Radiační a tepelná bilance zemského povrchu, atmosféry, soustavy Země-atmosféra (fyzikální zákony, sluneční radiace, dlouhovlnná radiace, rovnice radiačních přenosů, tok tepla do litosféry a hydrosféry). Denní a roční chody jednotlivých složek radiační a tepelné bilance. Vliv aktivního povrchu na radiační a tepelnou

bilanci. Základní parametrizace členů radiální a tepelné bilance. Vodní bilance atmosféry, kontinentů, oceánů. Cirkulace atmosféry. Všeobecná cirkulace troposféry a stratosféry, pasátová a monzunová cirkulace, intertropická zóna konvergence, místní cirkulační systémy. Cirkulace v oceánech, interakce atmosféra - oceán. Přirozené a antropogenní změny klimatu, příčiny klimatických změn, citlivost klimatického systému na vnější a vnitřní vlivy, zpětné vazby, globální klimatické modely. Metody statistické analýzy klimatických prvků a polí.

Pojem mezní vrstvy atmosféry. Teorie vazkého proudění, Stokesovy a Navierovy rovnice, charakteristiky podobnosti. Turbulence v atmosféře, mechanické a termické příčiny turbulentní difúze, rovnice turbulentního proudění, Reynoldsova napětí, Prandtlůva teorie směšovací délky, koeficient turbulentní difúze, izotropní a neizotropní turbulence, intenzita turbulence, dynamická (frikční) rychlost. Teorie přízemní a spirální vrstvy, laminární podvrstva, vertikální profily proudění v přízemní vrstvě, Taylorova (Ekmanova) spirála a její zobecnění vzhledem k dějům v reálné atmosféře. Difúze tepla a vodní páry v mezní vrstvě, chody teploty a charakteristik vlhkosti vzduchu, konvekce v mezní vrstvě, turbulentní a konvekční toky tepla a vodní páry, podmínky výparu z hlediska dějů v mezní vrstvě, radiální děje v blízkosti zemského povrchu. Transformace kinetické energie v mezní vrstvě, kinetická energie turbulentních fluktuací rychlosti proudění, teorie podobnosti, Richardsonovo číslo, Moninova a Obuchovova délka, bezrozměrné vertikální profily složek hybnosti, teploty a vlhkosti, problém uzávěru. Proudění přes horské překážky, modely mezní vrstvy atmosféry.

Mikrostruktura a dynamika oblaků, morfologická klasifikace oblaků. Úloha kondenzačních a krystalizačních jader, koalescence, vývoj srážek ve vrstvnatých a konvektivních oblacích. Lom, odraz a rozptyl elektromagnetických vln v atmosféře, šíření zvuku v atmosféře, oblačná elektřina, elektrické výboje v atmosféře, vysvětlení základních úkazů atmosférické optiky, akustiky a elektřiny, teorie meteorologické dohlednosti, radiolokační rovnice, radarové a družicové metody meteorologických pozorování.

## **B. Užší zaměření**

Posluchač si volí dva z okruhů otázek 1-3.

### *1. okruh*

Formulace rovnic předpovědních modelů, zjednodušující aproximace, zahrnutí vlnových pohybů, předpovědní model v hydrostatickém přiblížení, rovnice mělké vody, formulace počátečních a okrajových úloh předpovědních modelů (globální model, model na omezené oblasti), horizontální i vertikální souřadnice používané v modelech, transformovaná vertikální souřadnice kopírující terén, příprava vstupních údajů, objektivní analýza a asimilace dat, inicializace, normální módy, metody časové integrace rovnic meteorologických modelů (explicitní a semiimplicitní metody časové aproximace), stabilita aproximace a konvergence schémat časové integrace, prostorová aproximace rovnic - diferenční metody, Galerkinovy aproximace - spektrální metody a metoda konečných prvků, metody faktorizace, aproximace nelineárních členů rovnic v Eulerově tvaru semi-Lagrangeovou metodou, parametrizace některých fyzikálních dějů (fázových změn vody v atmosféře, srážek, konvekce, dějů v mezní vrstvě, záření apod.). Synoptická interpretace výstupů modelů, hlavní faktory limitující úspěšnou předpověď meteorologických polí, prediktabilita atmosférických procesů, teoretické a praktické meze prediktability.

*2. okruh*

Struktura energetických a radiačně konvekčních modelů, parametrizace mezišířkových přenosů energie, radiačních procesů, zpětné vazby. Trojrozměrné cirkulační klimatické modely. Struktura modelů se směšovací vrstvou v oceánu, interpretace modelových výstupů. Struktura modelů atmosféra-oceán, parametrizace základních fyzikálních procesů, interpretace výstupů (kontrolní klima, experiment s růstem koncentrací skleníkových plynů a aerosolů v atmosféře). Statistické metody objektivní klasifikace cirkulace atmosféry.

*3. okruh*

Antropogenní příměsi a jejich zdroje, emise, exhalace, imise, difúze příměsí v atmosféře, hlavní typy modelů pro transport znečišťujících příměsí v atmosféře a jejich aplikace, vstupní parametry, prostorová měřítko transportu znečišťujících příměsí, značkovací látky, suchá a mokrá deponice, chemické reakce znečišťujících příměsí, základy atmosférické chemie, znečištění srážkové a oblačné vody, přízemní a stratosférický ozon, prekursor ozonu, typizace meteorologických podmínek pro účely ochrany čistoty ovzduší, monitorování znečištění vzduchu, ekologické problémy související se znečištěním atmosféry.

**4. Teoretická fyzika**

**Garantující pracoviště:** Ústav teoretické fyziky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Jiří Bičák, DrSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Pojem „teoretická fyzika“ znamená spíše přístup k vědeckému zkoumání, než specifickou oblast fyziky. Jako studijní obor seznamuje studenty hlouběji s matematickými metodami a základními pilíři moderní fyziky, teorií relativity a kvantovou teorií a jejich základními aplikacemi v kosmologii a astrofyzice, atomové fyzice a fyzice kondenzovaného stavu. Podle zaměření diplomové práce se pak studenti seznamují s teoretickým zázemím dalších oblastí fyziky jako je fyzika plazmatu, chemická fyzika, jaderná a subjaderná fyzika, klasická mechanika kontinua atd.

*Cíle studia:*

Cílem studia je poskytnout absolventovi dobrou znalost základních matematických metod a základních metod teoretické fyziky, které mu umožní rychlé přizpůsobení výzkumným metodám v široké oblasti fyzikálních, ale i mimofyzikálních aplikací.

*Profil absolventa:*

Absolvent má velmi dobré znalosti stěžejních teorií moderní fyziky – kvantové teorie, teorie relativity a statistické fyziky. Díky tématické šíři nabídky povinně volitelných přednášek může získat hlubší vědomosti i v řadě speciálnějších oblastí teoretické fyziky. Na druhé straně znalost obecně použitelných pokročilých matematických metod zaručuje absolventovi velkou přizpůsobivost, tedy schopnost uplatnit se nejen v různých oblastech fyziky, ale i v jiných oborech a při činnostech, které vyžadují logické myšlení a analýzu složitých problémů.

**Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTMF043	Termodynamika a statistická fyzika I	7	3/2 Z+Zk	—
NTMF044	Termodynamika a statistická fyzika II	7	—	3/2 Z+Zk
NTMF066	Kvantová mechanika I <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NTMF067	Kvantová mechanika II <sup>2</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NTMF111	Obecná teorie relativity	4	—	3/0 Zk

<sup>1</sup> Místo této přednášky lze zapsat NJSF094 (Kvantová mechanika I), NOFY045 (Kvantová mechanika I), NJSF060 (Kvantová teorie I), NFPL010 (Kvantová teorie I) nebo NBCM110 (Kvantová teorie I).

<sup>2</sup> Místo této přednášky lze zapsat NJSF095 (Kvantová mechanika II), NOFY046 (Kvantová mechanika II) NJSF061 (Kvantová teorie II) nebo NBCM111 (Kvantová teorie II).

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

### 1. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTMF037	<b>Relativistická fyzika I</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NTMF038	Relativistická fyzika II	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF068	<b>Kvantová teorie pole I</b> <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF069	Kvantová teorie pole II <sup>2</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NFPL108	<b>Teorie kondenzovaného stavu I</b>	3	2/0 Zk	—
NFPL109	Teorie kondenzovaného stavu II <sup>3</sup>	3	—	2/0 Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NTMF100	Odborné soustředění ÚTF	2	—	0/1 Z
	Další povinně volitelné a volitelné předměty			

<sup>1</sup> Místo této přednášky lze zapsat předmět NJSF062 (Kvantová teorie pole I).

<sup>2</sup> Místo této přednášky lze zapsat předmět NJSF098 (Kvantová teorie pole II).

<sup>3</sup> Především pro studenty zaměřené na fyziku kondenzovaného stavu.

### 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NTMF008	Seminář ústavu teoretické fyziky	3	0/2 Z	0/2 Z
	Další povinně volitelné a volitelné předměty			

**Další povinně volitelné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTMF059	Geometrické metody teoretické fyziky I	5	2/1 Z+Zk	—
NTMF060	Geometrické metody teoretické fyziky II	5	—	2/1 Z+Zk
NMAF006	Vybrané partie z matematiky pro fyziky	3	—	2/0 Zk
NTMF061	Teorie grup a její aplikace ve fyzice	6	2/2 Z+Zk	—
NTMF064	Symetrie rovnic matematické fyziky a zákony zachování	3	—	2/0 Zk
NMAF037	Pokročilá lineární algebra pro fyziky	3	2/0 Zk	—
NMAF038	Pokročilé partie z teorie grup pro fyziky	3	—	2/0 Zk
NTMF022	Teorie kalibračních polí	3	2/0 Zk	—
NTMF030	Teoretická atomová fyzika	3	2/0 Zk	—
NTMF020	Teorie plazmatu	3	2/0 Zk	—
NMOD012	Mechanika kontinua	7	3/2 Z+Zk	—
NTMF019	Teorie fázových přechodů	3	2/0 Zk	—
NTMF063	Vybrané partie obecné relativity	3	2/0 Zk	—
NJSF082	Vybrané partie teorie kvantovaných polí I	5	3/0 Zk	—
NJSF083	Vybrané partie teorie kvantovaných polí II	5	—	3/0 Zk
NJSF085	Základy teorie elektroslabých interakcí	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF072	Elektroslabá interakce II	5	2/1 Zk	—
NTMF036	Interpretace kvantové mechaniky	5	2/1 Zk	—
NJSF043	Matematické metody kvantové teorie I	3	2/0 Zk	—
NJSF044	Matematické metody kvantové teorie II	3	—	2/0 Zk
NTMF025	Vybrané kapitoly z matematické fyziky	3	—	2/0 Zk
NMAF026	Deterministický chaos	3	—	2/0 Zk
NTMF028	Klasická a relativistická kinetická teorie	3	—	2/0 Zk
NTMF070	Zářivé procesy v astrofyzice	3	—	2/0 Zk
NTMF035	Renormalizační teorie fázových přechodů	3	—	2/0 Zk
NTMF027	Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů I	3	—	2/0 Zk
NTMF047	Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů II	3	2/0 Zk	—
NTMF049	Moderní aplikace statistické fyziky I	3	2/0 Zk	—

NTMF050	Moderní aplikace statistické fyziky II	3	—	2/0 Zk
NTMF031	Statistická fyzika kvantových mnohočasticových systémů I	3	2/0 Zk	—
NTMF032	Statistická fyzika kvantových mnohočasticových systémů II	3	—	2/0 Zk
NTMF062	Vybrané kapitoly z nerovnovážné statistické fyziky	3	—	2/0 Zk
NTMF016	Úvod do molekulární fyziky tekuté fáze	3	—	2/0 Zk
NTMF021	Počítačové simulace ve fyzice mnoha částic	3	2/0 Zk	—
NTMF024	Pokročilé simulace ve fyzice mnoha částic	3	—	2/0 Zk
NAST005	Nebeská mechanika I	6	4/0 Zk	—
NAST011	Nebeská mechanika II	6	—	4/0 Zk
NTMF058	Počítačové metody v teoretické fyzice II	5	2/1 Z+Zk	—
NTMF008	Seminář ústavu teoretické fyziky	3	0/2 Z	0/2 Z
NTMF006	Relativistický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NTMF045	Seminář atomové fyziky	3	0/2 Z	0/2 Z

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 52 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **A. Společné požadavky**

##### *1. Relativistická fyzika*

Výchozí principy speciální teorie relativity, Lorentzovy transformace a jejich kinematické důsledky. Prostorčas, čtyřrozměrný formalismus. Relativistická mechanika: srážky, čtyřhybnost a pohybová rovnice; otázka nadsvětelných rychlostí. Elektrodynamika ve vakuu: čtyřrozměrný zápis základních rovnic, tenzor elektromagnetického pole, rovinná harmonická vlna. Vzhled objektů podle speciální relativity. Variační principy, Lagrangeovy rovnice a nalezení lagrangiánu; tenzor energie a hybnosti. Výchozí principy obecné teorie relativity. Paralelní přenos a rovnice geodetiky. Frekvenční posun v gravitačním poli. Křivost prostoročasu, Einsteinovy rovnice. Eulerovy rovnice pro dokonalou tekutinu. Schwarzschildovo řešení Einsteinových rovnic. Homogenní a izotropní kosmologické modely.

##### *2. Statistická fyzika*

Fázový prostor, rozdělovací funkce, operátor hustoty, Liouvilleův teorém a jeho důsledky. Boltzmannova rovnice a kinetická teorie. Základní statistická rozdělení: mi-

krokanonické, kanonické a grandkanonické, ideální plyn klasický a kvantový, statistika Maxwellova-Boltzmannova, Fermiho-Diracova, Boseova-Einsteinova. Záření absolutně černého tělesa. Supratekutost. Entropie ve statistické fyzice. Fluktuace termodynamických veličin. Základy teorie neideálních plynů.

### 3. Kvantová fyzika

Pojem stavu v kvantové teorii. Operátory základních fyzikálních veličin. Schrödingerova rovnice. Základy teorie reprezentací, unitární transformace, reprezentace Schrödingerova, Heisenbergova a interakční (Diracova). Moment hybnosti, zavedení a popis spinu v nerelativistické kvantové mechanice. Základy teorie skládání momentů hybnosti, Clebschovy koeficienty. Klasická limita kvantové teorie, princip korespondence. Systémy identických částic. Princip nerozlišitelnosti identických částic a jeho důsledky, fermiony a bosony. Základy teorie chemické vazby. Druhé kvantování, Boseova a Fermiho statistika. Základy teorie poruch, přiblížení WKB. Matice S a T, metoda parciálních vln, optický teorém. Relativistická kvantová mechanika. Rovnice Kleinova-Gordonova, Diracova rovnice a její důsledky, pohyb elektronu v elektromagnetickém poli. Kvantování volných polí, Fockův prostor. Interakce polí: interakční lagrangiany, typy vazeb, S-matice, Feynmanovy diagramy.

### 4. Fyzika pevných látek

Pevná látka jako kvantově mechanický problém mnoha částic, elektrony a fonony - základní typy kvazičástic v pevných látkách. Reakce elektronů v pevné látce na vnější pole. Kohezni energie, základní typy vazeb.

### 5. Počítačová fyzika

Přehled hlavních směrů počítačové fyziky. Numerické metody: aproximace, numerická integrace a derivace, řešení nelineárních rovnic, soustav lineárních rovnic, obyčejných aparcálních diferenciálních rovnic.

## B. Užší zaměření

Studenti si volí dva z okruhů otázek 1-7.

### 1. Matematické metody

Základy teorie míry, základy funkcionální analýzy a teorie distribucí. Banachovy a Hilbertovy prostory, lineární operátory a funkcionály. Rovnice matematické fyziky, speciální funkce. Definice distribuce a základní operace s distribucemi, Fourierova transformace. Základy diferenciální geometrie na varietách. Základní pojmy teorie grup.

### 2. Matematická fyzika

Grupy a jejich reprezentace, základní fyzikální aplikace. Geometrické metody ve fyzice (diferencovatelné variety, tenzory a diferenciální formy — příklady aplikací). Základní pojmy teorie dynamických systémů, ergodičnost. Základy teorie pravděpodobnosti, zákon velkých čísel, centrální limitní věta, podmíněné pravděpodobnosti. Základy matematické statistické fyziky, termodynamická limita, Gibbsovy stavy, fázové přechody, Isingův model, Onsagerovo řešení, nízko- a vysokoteplotní rozvoje, dualita. Kritické jevy, renormalizační grupa, Feynmanův integrál, euklidovská kvantová teorie pole a statistická fyzika.

### 3. Hydrodynamika a teorie plazmatu

Pohybové rovnice dokonalé a viskózní kapaliny a jejich důsledky; turbulence. Základy teorie elektromagnetického záření. Boltzmannova kinetická rovnice, rovnice fluidové a magnetohydrodynamické. Rovnováha, stabilita a nestabilita plazmatu. Šíření vln



v plazmatu, disperzní rovnice. Absorpce vln v plazmatu, Landauův útlum. Nelineární interakce vln s plazmatem.

#### 4. Relativistická fyzika a astrofyzika

Variační odvození Einsteinových rovnic. Lieova derivace, symetrie a Killingovy vektory. Schwarzschildova, Reissnerova–Nordströmova a Kerrova(–Newmanova) metrika. Analytické rozšíření, Kruskalovy diagramy a Penroseovy–Carterovy konformní diagramy. Gravitační kolaps a černé díry. Linearizovaná teorie gravitace a rovinné gravitační vlny. Relativistické modely hvězd, rovnice stelární struktury. Závěrečná stadia vývoje hvězd, degenerovaný fermionový plyn a Chandrasekharova mez. Relativistická kosmologie: kosmologický princip a FRW metrika, role látky a záření, Friedmannovy modely, kosmologický frekvenční posun.

#### 5. Kvantová teorie pole

Metoda výpočtu Greenových funkcí pomocí Feynmanovy funkcionální integrace. (Aktivní znalost alespoň pro případ kvantově mechanických systémů.) Transformace kvantových polí. Transformace C, P, T. Časoprostorová transformace, transformace vnitřních symetrií. Důsledky invariance vůči těmto transformacím. (Aktivní znalost umožňující využití těchto důsledků při konstrukci lagrangiánů, korelování pravděpodobnosti různých procesů, ap.) Poruchová teorie, Wickova věta a její aplikace. Výpočty pravděpodobnosti, resp. účinných průřezů konkrétních procesů v nejnižším řádu poruchové teorie (např. rozpad mionu, Comptonův rozptyl, rozptyl  $e^+e^-$ , mion elektron,  $e^-e^-$ ). Aktivní znalost kvantové elektrodynamiky alespoň v rozsahu umožňujícím spočítat pravděpodobnost jakéhokoliv elektromagnetického procesu na úrovni stromových diagramů. Základní znalosti v problematice ultrafialových a infračervených divergencí — renormalizace na úrovni jednosmyčkových diagramů.

#### 6. Fyzika pevných látek

Pevná látka jako kvantově mechanický problém mnoha částic. Zvláštnosti úlohy: hraniční podmínky, symetrie, celková energie a elementární excitace. Základní výsledky pásové teorie. Korelační energie. Přehled spojitých a mřížových modelů v teorii kondenzačních soustav. Metody výpočtu celkové energie PL. Elektronový plyn jako modelový systém PL. Pásová teorie: symetrie, interakce s vnějšími poli. Kvazičástice a jednočásticová GF. Nekonečné soustavy z hlediska kvantové statistiky a teorie pole. Nevratnost a relaxace. Rozpad korelací. Lineární odezva, flukтуаčně-disipační teorém.

#### 7. Počítačová fyzika

Numerické metody: aproximace a interpolace funkcí, integrace a derivace, řešení nelineárních rovnic a soustav lineárních rovnic, řešení obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic. Počítačové simulace ve fyzice mnoha částic. Základy metody Monte Carlo (MC). Základy metody molekulární dynamiky. Základy kvantových simulací. Metody a prostředky programování: strukturované programování, objektově orientované programování, vektorizace a paralelizace, jazyky pro symbolické manipulace.

## 5. Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

**Garantující pracoviště:** Katedra fyziky kondenzovaných látek

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Radomír Kužel, CSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Obor je věnován experimentálnímu i teoretickému studiu vlastností kondenzovaných soustav, jejich mikrofyzikální interpretaci a možnostem aplikací, zejména se zře-

telem na současný rozvoj materiálového výzkumu. Po absolvování výuky společné pro celý obor si studenti mohou volit jeden ze studijních bloků: Fyzika atomových a elektronových struktur, Fyzika makromolekulárních látek, Fyzika materiálů, Fyzika nízkých teplot, Fyzika reálných povrchů. Každý z uvedených tematických bloků zabezpečuje obecné vzdělání v oboru na současné úrovni poznání a profiluje absolventa ve zvolené specializaci.

#### *Cíle studia:*

Cílem je poskytnout široké vzdělání v kvantové teorii, termodynamice a statistické fyzice ve vazbě na současné přístupy teorie kondenzovaných soustav a to soustav jak anorganických, tak organických a makromolekulárních. Současně poskytnout přehled o principech moderních experimentálních metod a technologických postupů. Ve vybraném studijním bloku poskytnout hlubší vzdělání a praktické dovednosti.

#### *Profil absolventa:*

Široké vzdělání v matematice, v teoretických fyzikálních disciplínách vázaných na fyziku kondenzovaných soustav a v experimentálních a počítačových metodách. Vzdělání zabezpečuje širokou flexibilitu absolventů. Vhodným uplatněním jsou zejména pracoviště základního fyzikálního, chemického a biomedicínského výzkumu, vysoké školy uvedeného zaměření, laboratoře aplikovaného materiálového výzkumu a vývoje, zkušební laboratoře strojírenského, elektrotechnického, metalurgického a chemického průmyslu (především v oblasti makromolekulárních látek a organické chemie), ústavy zaměřené na ochranu a modifikaci materiálů a pracoviště v hygienické a ekologické službě.

#### **Doporučený průběh studia**

Studenti si volí jeden ze studijních plánů Fyzika atomových a elektronových struktur, Fyzika makromolekulárních látek, Fyzika materiálů, Fyzika nízkých teplot a Fyzika reálných povrchů.

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL010	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NFPL150	Úvod do fyziky kondenzovaných soustav	9	—	4/2 Z+Zk
NFPL192	Proseminář fyziky kondenzovaných soustav	3	—	0/2 Z
NFPL141	Kvantová teorie II <sup>1</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NOFY034	Metody zpracování fyzikálních měření	3	—	2/0 Zk

<sup>1</sup> Pro navazující magisterské studium studijní plány: Fyzika atomových a elektronových struktur a Fyzika nízkých teplot. Lze zapisovat v ZS i LS.

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

**1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NFPL145	<b>Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav I</b>	9	3/3 Z+Zk	—
NFPL146	<b>Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav II</b>	9	—	3/3 Z+Zk
NBCM204	<b>Statistická termodynamika kondenzovaných soustav<sup>1</sup></b>	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL134	<b>Termodynamika materiálů<sup>1</sup></b>	3	2/0 Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
Oborový seminář <sup>2</sup>				
NFPL037	<b>Seminář strukturní analýzy</b>	3	—	0/2 Z
NFPL062	<b>Seminář teorie kondenzovaného stavu</b>	3	—	0/2 Z
NFPL098	<b>Seminář z fyziky nízkých teplot</b>	3	—	0/2 Z
NFPL113	<b>Seminář fyziky kovů</b>	3	—	0/2 Z
NFPL118	<b>Seminář z magnetismu</b>	3	—	0/2 Z
NBCM091	<b>Seminář z fyziky polymerů</b>	3	—	0/2 Z
NBCM200	<b>Studijní seminář plazmových polymerů</b>	3	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Studenti si zapisují jednu z těchto dvou přednášek.

<sup>2</sup> Studenti si zapisují právě jeden z následujících seminářů.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b>Fyzika atomových a elektronových struktur</b>				
NFPL143	<b>Fyzika pevných látek I</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NFPL144	<b>Struktura látek a strukturní analýza</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NFPL147	<b>Fyzika pevných látek II</b>	9	—	4/2 Z+Zk
NFPL115	Elektronová mikroskopie	3	2/0 Zk	—
NFPL122	Magnetické vlastnosti pevných látek	3	2/0 Zk	—
NFPL014	Dielektrické vlastnosti pevných látek	3	2/0 Zk	—
NFPL177	Supravodivost	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL040	Aplikovaná strukturní analýza	3	—	1/1 Zk
NFPL073	Využití rozptylu neutronů v materiálovém výzkumu	3	—	2/0 Zk
NFPL154	Neutronové a synchrotronové záření v magnetických látkách	6	—	2/2 Z+Zk
NFPL030	Difrakční metody	4	—	3/0 Zk
NBCM096	Elektronový transport v kvantových systémech	5	—	2/1 Z+Zk

**Fyzika makromolekulárních látek**

NBCM058	<b>Relaxační chování polymerů</b>	3	—	2/0 Zk
NBCM208	<b>Základy makromolekulární fyziky</b>	4	—	3/0 Zk
NBCM066	<b>Základy makromolekulární chemie</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM038	<b>Elektrické a optické vlastnosti polymerů</b>	3	—	2/0 Zk
NBCM209	Pravděpodobnostní metody fyziky makromolekul	3	—	2/0 Zk
NBCM098	Rentgenová strukturní analýza biomolekul a makromolekul	3	2/0 Zk	—
NBCM211	Měřicí metody elektrických vlastností polovodivých a nevodivých materiálů	3	1/1 Zk	—
NFPL018	Transportní a povrchové vlastnosti pevných látek	3	2/0 Zk	—
NBCM230	NMR spektroskopie polymerů	3	—	2/0 Zk
NBCM060	Základy vytváření polymerních struktur	3	—	2/0 Zk
NBCM090	<i>Fyzika povrchů a tenkých vrstev polymerů</i>	3	2/0 Zk	—
NFPL017	<i>Automatizace experimentu</i>	4	—	1/2 Z

**Fyzika materiálů**

NFPL132	<b>Teorie kondenzovaných látek</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NFPL133	<b>Struktura materiálů</b>	4	3/0 Zk	—
NFPL135	<b>Fyzika materiálů I</b>	3	2/0 Zk	—
NFPL136	<b>Semestrální práce</b>	3	0/2 Z	—
NFPL137	<b>Technologie materiálů</b>	3	—	2/0 Zk
NFPL139	<b>Fyzika materiálů II</b>	3	—	2/0 Zk
NFPL107	Základy krystalografie	3	1/1 Z+Zk	—
NFPL115	Elektronová mikroskopie	3	2/0 Zk	—
NFPL074	Praktické užití elektronové mikroskopie	3	1/1 Z	—
NFPL055	Kinetika fázových transformací	3	—	2/0 Zk
NFPL051	Mechanické vlastnosti nekovových materiálů	3	—	2/0 Zk

**Fyzika nízkých teplot**

NFPL143	<b>Fyzika pevných látek I</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NFPL168	<b>Fyzika a technika nízkých teplot</b>	3	2/0 Zk	—
NFPL169	<b>Hyperjemné interakce a jaderný magnetismus</b>	3	—	2/0 Zk

NFPL092	<b>Radiofrekvenční spektroskopie pevných látek</b>	3	—	2/0 Zk
NFPL171	Makroskopické kvantové jevy I	3	2/0 Zk	—
NFPL172	Makroskopické kvantové jevy II	3	—	2/0 Zk
NFPL097	Jaderně spektroskopické metody studia hyperjemných interakcí	3	—	1/1 Z+Zk
NFPL093	Vybrané kapitoly z teorie a metodiky magnetické rezonance	3	2/0 Zk	—
NFPL173	Elektronový transport v kvantových systémech	4	—	3/0 Zk
<b><i>Fyzika reálných povrchů</i></b>				
NEVF129	<b>Fyzika povrchů</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM213	<b>Fyzika přípravy tenkých vrstev</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM066	<b>Základy makromolekulární chemie</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL035	Úvod do krystalografie a strukturní analýzy	5	2/1 Z+Zk	—
NFPL149	Rentgenografické studium reálné struktury tenkých vrstev	3	—	2/0 Zk
NBCM214	Procesy plazmové polymerace	3	2/0 Zk	—
NOOE011	Optika tenkých vrstev a vrstevnatých struktur	3	—	2/0 Zk
NBCM215	Modifikace povrchů a její aplikace	3	—	2/0 Zk
NEVF106	Řádkovací mikroskopie — STM, AFM	3	2/0 Zk	—
NEVF105	Vakuová technika	3	—	2/0 Zk

**2. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
Oborový seminář <sup>1</sup>				
NFPL037	<b>Seminář strukturní analýzy</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NFPL062	<b>Seminář teorie kondenzovaného stavu</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NFPL098	<b>Seminář z fyziky nízkých teplot</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NFPL113	<b>Seminář fyziky kovů</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NFPL118	<b>Seminář z magnetismu</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM091	<b>Seminář z fyziky polymerů</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM200	<b>Studijní seminář plazmových polymerů</b>	3	0/2 Z	0/2 Z

<sup>1</sup> Studenti si zapisují v každém semestru právě jeden z následujících seminářů.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b><i>Fyzika atomových a elektronových struktur</i></b>				
NFPL082	Magnetismus a elektronová struktura kovových systémů	3	2/0 Zk	—
NFPL153	Interakce v magnetických látkách	6	2/2 Z+Zk	—
NFPL072	Systémy s korelovanými f-elektrony	3	2/0 Zk	—
NOOE002	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I	3	2/0 Zk	—
NFPL004	Nerovnovážná statistická fyzika a termodynamika	3	2/0 Zk	—
NFPL013	Rozptyl rtg záření na tenkých vrstvách	3	2/0 Zk	—
NFPL155	Studium reálné struktury pevných látek	3	2/0 Zk	—
NFPL038	Difrakce rentgenového záření dokonalými krystaly	3	2/0 Zk	—
NFPL039	Metody řešení a upřesňování krystalových struktur monokrystalů	3	—	1/1 Zk
NFPL156	Fyzika ve vysokých tlacích	3	2/0 Zk	—
NFPL157	Fyzika ve vysokých magnetických polích	3	2/0 Zk	—
NFPL158	Magnetické struktury	3	2/0 Zk	—
NFPL159	Moderní materiály s aplikačním potenciálem	3	—	2/0 Zk
<b><i>Fyzika makromolekulárních látek</i></b>				
NBCM217	<b>Moderní směry ve fyzice makromolekul</b>	4	3/0 Zk	—
NBCM076	Teorie polymerních struktur	3	2/0 Zk	—
NBCM072	Základy molekulární elektroniky	3	2/0 Zk	—
NBCM062	Strukturní teorie relaxačního chování polymerů	3	2/0 Zk	—
NBCM091	Seminář z fyziky polymerů	3	0/2 Z	0/2 Z
<b><i>Fyzika materiálů</i></b>				
NFPL140	<b>Fyzika materiálů III</b>	3	2/0 Zk	—
NFPL155	Studium reálné struktury pevných látek	3	2/0 Zk	—
NBCM219	Vybrané problémy fyziky reálných povrchů	3	2/0 Zk	—
NBCM217	Moderní směry ve fyzice makromolekul	4	3/0 Zk	—
NFPL174	Základy mechaniky tekutin a turbulence	3	2/0 Zk	—

**Fyzika nízkých teplot**

NFPL174	Základy mechaniky tekutin a turbulence	3	2/0 Zk	—
NFPL096	Mössbauerova spektroskopie	3	2/0 Zk	—
NFPL175	NMR v magneticky uspořádaných látkách	3	1/1 Z+Zk	—
NFPL091	NMR vysokého rozlišení <sup>1</sup>	4	3/0 Zk	3/0 Zk
NFPL129	Jaderné metody studia magnetických systémů	3	2/0 Zk	—
NFPL095	Základy kryotechniky	3	2/0 Zk	—
NFPL103	Anihilace pozitronů v pevných látkách	3	2/0 Zk	—
NFPL128	Vybrané partie z pozitronové anihilační spektroskopie <sup>1</sup>	3	1/1 Z+Zk	1/1 Z+Zk
NFPL101	Úvod do fyziky vysokoteplotních supravodičů	3	2/0 Zk	—
NFPL102	Elektronová struktura ultratenkých magnetických vrstev	3	2/0 Zk	—
NFPL184	Seminář radiofrekvenční spektroskopie kondenzovaných látek	3	0/2 Z	0/2 Z

<sup>1</sup> Možno zapsat buď v zimním nebo v letním semestru

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
-----	-------	---------	----	----

**Fyzika reálných povrchů**

NBCM219	<b>Vybrané problémy fyziky reálných povrchů</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM220	Tvrde a supertvrde vrstvy a jejich aplikace	3	2/0 Zk	—
NBCM222	Optické vlastnosti tenkých vrstev	3	2/0 Zk	—

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 15 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky****A. Společné požadavky**

1. *Principy kvantového mechanického popisu atomu, molekul a kondenzovaných soustav*

Problém mnoha částic v kvantové mechanice, symetrie vlnové funkce, skládání momentu hybnosti. Hundova pravidla. Aproximativní metody, variační princip, poruchový počet, adiabatická aproximace, jednoelektronové přiblížení. Elektronové stavy

v atomech, molekulách a kondenzovaných systémech, vliv symetrie, Blochův teorém. Typy vazeb v molekulách a kondenzovaných soustavách. Druhé kvantování. Kvazičástice v kondenzovaných soustavách. Interakce elektromagnetického záření s látkou. Absorpce a emise fotonu, stimulovaná a spontánní emise, výběrová pravidla. Doba života kvantových stavů, přirozená šířka spektrální čáry.

### 2. *Termodynamika a statistická fyzika kondenzovaných soustav*

Termodynamická rovnováha, stavové veličiny a stavové rovnice. Hlavní termodynamické věty a jejich důsledky, entropie a absolutní teplota. Termodynamické potenciály, podmínky rovnováhy a stability. Kritické jevy, fázové přechody, Landauova teorie. Popis nerovnovážných procesů, lineární nerovnovážná termodynamika. Statistický popis stavu, distribuční funkce a matice hustoty. Liouvilleova rovnice. Gibbsovy stacionární soubory, souborové středování, odvození stavových rovnic. Klasické a kvantové systémy neinteragujících částic. Langevinova rovnice. Brownův pohyb, difuze ve vnějším poli. Termodynamika polymerních roztoků a tavenin.

### 3. *Základy fyziky kondenzovaných látek*

Struktura kondenzovaných soustav. Meziatomové a mezimolekulární interakce. Krystalová struktura, bodová a translační symetrie, základy krystalografie. Reciproký prostor, Brillouinova zóna. Reálná struktura látek a způsoby jejího popisu, defekty krystalické struktury. Uspořádání na dlouhou a krátkou vzdálenost. Struktura amorfních látek a její popis. Popis topologie, prostorové a elektronové struktury makromolekul. Základní modely izolovaného polymerního řetězce. Konformační změny polymerního řetězce. Amorfní, kapalně-krystalický a krystalický stav polymerních materiálů. Skelný přechod, princip časově-teplotní superpozice.

Pohyb atomů a molekul v kondenzovaných látkách: Difuze. Kmity mřížky, fonony, měrné teplo.

Elektrické vlastnosti: Polarizační mechanismy, dielektrická susceptibilita. Interakce mřížky iontového krystalu s elektromagnetickou vlnou. Feroelektrika. Vedení elektrického proudu: Sommerfeldův model, elektrony v periodickém poli, pásová struktura kovů a polovodičů. Základní poznatky o supravodivosti.

Magnetické vlastnosti: Diamagnetismus a paramagnetismus, magnetizace, magnetická susceptibilita. Spontánní uspořádání magnetických momentů. Magnetizační procesy ve feromagnetikách.

Mechanické silové pole: elastická a plastická deformace, viskozita. Viskoelasticita polymerů. Kaučuková elasticita.

### 4. *Experimentální metody*

Základní difrakční a zobrazovací metody, difrakce a rozptyl rtg záření, elektronů, neutronů, atomů a iontů. Metody určování struktury, elektronová mikroskopie. Makroskopické a mikroskopické metody studia mechanických, tepelných, dielektrických, optických transportních a magnetických vlastností látek. Základní spektroskopické metody (radiofrekvenční, mikrovlnné, optické, rentgenové, gama, fotoemisní) a jejich použití. Časové a energetické škály fyzikálních jevů a měřících metod.

## **B. Užší zaměření**

Student si volí okruh otázek odpovídající jeho zaměření.



## **1. Fyzika atomových a elektronových struktur**

### *Atomová struktura látek*

Bodové a prostorové grupy. Symetrie fyzikálních vlastností. Struktura krystalů, kvazikrystalů, modulovaných struktur a amorfních látek. Používání strukturních databází. Kinematická teorie difrakce: rozptyl na elektronu, atomu a molekule; rozptyl na periodických a nízkodimenzionálních strukturách. Základy dynamické teorie difrakce. Využití neutronů a synchrotronového záření. Počítačové simulace, ab initio výpočty.

### *Elektronová struktura a fyzikální vlastnosti látek*

Vodivostní elektrony v materiálech (klasický a kvantový popis), elektrony v periodickém potenciálu. Elektronová struktura kovů, polovodičů a izolátorů, optické vlastnosti. Chemická vazba, koheze, hybridizace elektronových stavů. Elektron-fononová interakce, elektrický a tepelný transport. Coulombovská a výměnná interakce, elektronové korelace, vznik magnetického momentu. Magnetické uspořádání, symetrie. Mikroskopické modely magnetismu. Nízkodimenzionální systémy. Měrné teplo, teplotní roztažnost. Magnetotransportní a magnetoelastické jevy. Dielektrika, elektrická permitivita, feroelektrika a antiferoelektrika. Elektrooptické a magnetooptické jevy. Využití mikroskopických a makroskopických metod. Vliv vnějšího tlaku, fyzika ve vysokých magnetických polích. Ab initio výpočty elektronové struktury a fyzikálních vlastností. Aplicační využití elektronových vlastností materiálů. Nanomateriály.

### *Kolektivní jevy*

Spontánní narušení symetrie a parametr uspořádání. Mikroskopický popis fázových přechodů, teorie středního pole, fluktuace. Strukturní a magnetické fázové přechody. Spontánní uspořádání jaderných momentů. Kondo mřížka a systémy s těžkými fermiony. Bose-Einsteinova kondenzace atomu. Supravodivost a supratekutost. Kooperativní jevy mimo rovnováhu, lasery.

## **2. Fyzika makromolekulárních látek**

### *Struktura makromolekulárních systémů*

Prostorová a elektronová struktura organických molekul a makromolekul. Základní druhy makromolekulárních systémů: lineární polymery, polymerní roztoky, polymerní sítě a gely, biopolymery, membrány, kopolymery, polymerní směsi a kompozity, kapalněkrystalické polymery. Metody studia struktury a vlastností makromolekulárních systémů.

Způsoby přípravy makromolekulárních systémů.

### *Termodynamika makromolekulárních systémů*

Flory-Hugginsova teorie polymerních roztoků, mísitelnost polymerních směsí, teorie mikrofázové separace a krystalizace, skelný přechod, přechody v kapalněkrystalických polymerech, kaučuková elasticita. Experimentální metody termodynamiky. Dynamika makromolekulárních systémů.

Korelační funkce, teorie lineární odezvy, strukturní metody relaxačního chování. Dynamika makromolekuly ve zředěných a koncentrovaných roztocích, v polymerních sítích a gelech. Experimentální metody studia dynamiky makromolekul.

### *Elektrické a optické vlastnosti polymerů*

Generace a transport náboje v organických strukturách. Senzibilizace fotovodivosti. Polymerní polovodiče, vodivé polymery. Vícevrstvé polymerní systémy a kompozity

polymer - kov a jejich aplikační využití. Základy molekulární elektroniky. Fotofyzikální procesy v polymerních strukturách, absorpce, emise, přenos excitační energie. Excitony, excitované dimery. Studium molekulárních pohybů pomocí časově rozlišené luminiscence.

### **3. Fyzika materiálů**

#### *Poruchy krystalové mřížky*

Krystalová mřížka, vakance, intersticiály, vrstevné chyby, subhranice, hranice zrn, dvojčata, inkluze, dispersoidy, precipitáty. Interakce poruch krystalové mřížky. Experimentální metody studia poruch krystalové mřížky: mechanické zkoušky, difrakční a zobrazovací metody, termická analýza, akustická emise.

#### *Mechanické vlastnosti*

Plastická deformace, teorie zpevnění, creep a lom. Statické a dynamické odpevnění, zotavení poruch mřížky, superplasticita, nestabilita plastické deformace, tvarová paměť.

#### *Termodynamika vícesložkových systémů*

Binární a ternární fázové diagramy, model párových vazeb, pákové pravidlo, intermediální fáze. Fázové transformace, tuhnutí slitin, segregací procesy. Difuzní a bezdifuzní transformace v pevných látkách, TTT-diagramy, Avramiho rovnice. Difuze v pevných látkách.

#### *Moderní materiály a technologie*

Intermetalické sloučeniny, keramické a kompozitní materiály, submikrokrystalické a nanokrystalické materiály, kvazikrystal, materiály s tvarovou pamětí, technologie přípravy moderních materiálů.

### **4. Fyzika nízkých teplot**

#### *Elektronová struktura pevných látek*

Metody výpočtu elektronové struktury. Elektronová struktura a magnetické vlastnosti pevných látek. Magnetické momenty volného atomu/iontu, interakce s krystalovým polem, korelační jevy, výměnné interakce, lokalizované a itinerantní magnetické momenty.

#### *Fyzika a technika nízkých teplot*

Metody získávání nízkých a velmi nízkých teplot, základní vlastnosti kryokapalin. Nízkoteplotní termometrie.

#### *Makroskopické kvantové jevy*

Supravodivost, Cooperovy páry, Meissnerův jev, slabá supravodivost. Supravodiče I. a II. druhu, vysokoteplotní supravodivost. Supratekutost  $4\text{He}$ ,  $3\text{He}$ , makroskopická vlnová funkce, Boseova-Einsteinova kondenzace.

#### *Hyperjemné interakce a jaderný magnetismus*

Elektrické a magnetické momenty atomových jader, elektrická a magnetická hyperjemná interakce. Spinový hamiltonián, hyperjemné štěpení energetických hladin, role symetrie okolí jádra.

Experimentální metody studia hyperjemných interakcí (jaderná magnetická rezonance, elektronová paramagnetická rezonance, mionová spinová rotace, Moessbauerův jev, jaderná orientace, metoda porušených úhlových korelací) a jejich využití pro studium atomové, elektronové a magnetické struktury.

## 5. Fyzika reálných povrchů

### *Fyzika povrchů*

Vazba molekuly na povrchu, absorpce, ideální a reálný povrch, elektronová struktura povrchů, povrchové stavy, výstupní práce, emise nabitých částic, emise elektronu, princip elektronové spektroskopie, interakce částic a záření s povrchem, fotoemise, princip fotoelektronové spektroskopie, sekundární elektronové emise, difrakce. Energie povrchů a rozhraní.

### *Experimentální metody studia povrchu*

Metody elektronové spektroskopie (AES, REED), metody iontové spektroskopie (SIMS, SNMS), metody fotoelektronové spektroskopie (UPS, XPS) a jejich praktické použití. Metody elektronové mikroskopie. Měření povrchové energie: statické a dynamické metody měření kontaktního úhlu. Infračervená spektroskopie ATR FTIR, metody rtg. difrakce - maloúhlový rozptyl.

### *Příprava tenkých vrstev*

Definice tenké vrstvy, pojem tloušťky tenké vrstvy, počáteční stadium a mechanismy růstu vrstvy. Základní metody jejich přípravy: vyparování ve vakuu, stejnoměrné a vysokofrekvenční rozprašování, CVD, PE CVD anorganických a organických vrstev (plazmová polymerace). Metody diagnostiky růstu tenké vrstvy, měření rychlosti nanášení a tloušťky, určování struktury a morfologie, mechanických, elektrických a optických vlastností. Modifikace povrchu, změny povrchové energie a chemické aktivity. Použití tenkých vrstev - tvrdá, oderuvzdorná povrchová, ochranné a pasivační vrstvy, optické tenké vrstvy, vrstvy pro mikroelektroniku.

## 6. Optika a optoelektronika

**Garantující pracoviště:** Katedra chemické fyziky a optiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.

### *Charakteristika studijního oboru:*

Studijní obor Optika a optoelektronika je nabízen studentům, kteří po absolvování bakalářského studia chtějí pokračovat v tomto navazujícím magisterském studiu a rozšířit si tak základní fyzikální vzdělání o vlnovou a kvantovou optiku, koherenční a statistické vlastnosti světla, metody a prvky pro optické komunikace (lasery, vlákna, kvantové detektory) a optické zpracování informace.

### *Cíl studia:*

Cílem studia je vychovat odborníky se znalostmi jak o elektronových a fotonových procesech probíhajících v materiálech významných pro optoelektroniku, tak z oblasti kvantové optiky a fotoniky.

### *Profil studenta:*

Absolvent oboru má teoretické i experimentální znalosti z kvantové optiky, optoelektroniky a fotoniky, zvládá matematické modelování fyzikálních procesů. Podrobné pochopení fyzikální podstaty funkce prvků a technologických procesů pro optoelektroniku a fotoniku podstatně zvyšuje možnosti uplatnění absolventů jak v základním, tak aplikovaném výzkumu na vysokých školách, výzkumných ústavech i v průmyslu.

### **Doporučený průběh studia**

Studenti si volí jeden ze studijních plánů Kvantová a nelineární optika, Optoelektronika a fotonika a Teorie a modelování pro kvantovou optiku a elektroniku.

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL010	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NOOE021	Vlnová optika	9	—	4/2 Z+Zk
NOOE001	Základy optické spektroskopie	3	—	2/0 Zk
NMAF035	Numerické metody zpracování experimentálních dat	3	—	2/0 Zk

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

### 1. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NFPL182	<b>Teorie pevných látek</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NOOE027	<b>Základy kvantové a nelineární optiky I</b>	6	3/1 Z+Zk	—
NOOE028	<b>Základy kvantové a nelineární optiky II</b>	6	—	3/1 Z+Zk
NOOE003	<b>Optoelektronické materiály a technologie</b>	3	2/0 Zk	—
NOOE046	<b>Speciální praktikum pro OOE I</b>	6	0/4 KZ	—
NOOE016	<b>Speciální praktikum pro OOE II</b>	6	—	0/4 KZ
NOOE014	<b>Exkurze</b> <sup>1</sup>	2	—	0/1 Z
NOOE015	<b>Seminář</b> <sup>1</sup>	2	—	0/1 Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z

<sup>1</sup> Zapisuje se pouze jeden z předmětů, podle toho, která akce se v daném roce koná.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b><i>Kvantová a nelineární optika</i></b>				
NBCM067	<b>Kvantová optika I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM093	<b>Kvantová optika II</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE031	<b>Atomární a molekulární systémy pro fotoniku</b>	3	2/0 Zk	—
NOOE002	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I	3	2/0 Zk	—
NOOE008	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II	3	—	2/0 Zk

NBCM096	Elektronový transport v kvantových systémech	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE048	Základy konstrukce a výroby optických prvků	2	0/1 Z	—
NOOE025	Spektroskopie s vysokým časovým rozlišením	3	2/0 Zk	—
NOOE059	Nelineární optika polovodičů	3	—	2/0 Zk
NOOE049	Holografie	3	2/0 Zk	—
NOOE120	Optická spektroskopie ve spintronice	3	—	2/0 Zk
NOOE124	Fotonické struktury a elektromagnetické metamateriály	3	2/0 Zk	—
NOOE125	Spektroskopie v terahertzové spektrální oblasti	3	—	2/0 Zk
NOOE127	Nanooptika	3	2/0 Zk	—
<b><i>Optoelektronika a fotonika</i></b>				
NOOE002	<b>Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I</b>	3	2/0 Zk	—
NOOE008	<b>Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II</b>	3	—	2/0 Zk
NBCM096	<b>Elektronový transport v kvantových systémech</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE031	Atomární a molekulární systémy pro fotoniku	3	2/0 Zk	—
NBCM067	Kvantová optika I	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM093	Kvantová optika II	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE048	Základy konstrukce a výroby optických prvků	2	0/1 Z	—
NOOE025	Spektroskopie s vysokým časovým rozlišením	3	2/0 Zk	—
NOOE059	Nelineární optika polovodičů	3	—	2/0 Zk
NOOE011	Optika tenkých vrstev a vrstevnatých struktur	3	—	2/0 Zk
NOOE120	Optická spektroskopie ve spintronice	3	—	2/0 Zk
NOOE124	Fotonické struktury a elektromagnetické metamateriály	3	2/0 Zk	—
NOOE125	Spektroskopie v terahertzové spektrální oblasti	3	—	2/0 Zk
NOOE127	Nanooptika	3	2/0 Zk	—
<b><i>Teorie a modelování pro kvantovou optiku a elektroniku</i></b>				
NBCM067	<b>Kvantová optika I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM093	<b>Kvantová optika II</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NFPL004	<b>Nerovnovážná statistická fyzika a termodynamika</b>	3	2/0 Zk	—

NOOE025	Spektroskopie s vysokým časovým rozlišením	3	2/0 Zk	—
NBCM039	Kvantová teorie molekul	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM096	Elektronový transport v kvantových systémech	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE049	Holografie	3	2/0 Zk	—
NOOE059	Nelineární optika polovodičů	3	—	2/0 Zk
NOOE002	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I	3	2/0 Zk	—
NOOE008	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II	3	—	2/0 Zk
NBCM111	Kvantová teorie II	7	—	3/2 Z+Zk
NOOE124	Fotonické struktury a elektromagnetické metamateriály	3	2/0 Zk	—
NOOE125	Spektroskopie v terahertzové spektrální oblasti	3	—	2/0 Zk
NOOE127	Nanooptika	3	2/0 Zk	—

**2. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
Kód	Název	Kredity	ZS	LS

***Kvantová a nelineární optika***

NOOE007	<b>Integrovaná a vláknová optika</b>	3	2/0 Zk	—
NOOE061	<b>Nelineární optika polovodičových nanostruktur</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NOOE033	<b>Speciální seminář z kvantové a nelineární optiky</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NOOE005	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku III	3	2/0 Zk	—
NOOE035	Luminiscenční spektroskopie polovodičů	3	2/0 Zk	—
NOOE047	Integrovaná optika	3	2/0 Zk	—
NOOE034	Teorie laseru	3	2/0 Zk	—

***Optoelektronika a fotonika***

NOOE005	<b>Fyzika polovodičů pro optoelektroniku III</b>	3	2/0 Zk	—
NOOE061	<b>Nelineární optika polovodičových nanostruktur</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NOOE010	<b>Speciální seminář z optoelektroniky</b>	3	0/2 Z	0/2 Z

NOOE007	Integrovaná a vláknová optika	3	2/0 Zk	—
NOOE035	Luminiscenční spektroskopie polovodičů	3	2/0 Zk	—
<b><i>Teorie a modelování pro kvantovou optiku a elektroniku</i></b>				
NOOE033	Speciální seminář z kvantové a nelineární optiky	3	0/2 Z	0/2 Z
NTMF031	Statistická fyzika kvantových mnohočásticových systémů I	3	2/0 Zk	—
NTMF032	Statistická fyzika kvantových mnohočásticových systémů II	3	—	2/0 Zk
NPRF036	Moderní metody počítačové fyziky	3	1/1 Z	—
NOOE034	Teorie laseru	3	2/0 Zk	—
NOOE008	Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II	3	—	2/0 Zk

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce***

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 6 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### ***Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky***

#### ***A. Společné požadavky***

##### *1. Pokročilá kvantová mechanika*

Variační princip a poruchový počet.

Symetrie vlnové funkce, bosony a fermiony. Pauliho princip. Symetrie a zákony zachování. Štěpení hladin při snížení symetrie.

Oddělení pohybu elektronů a jader. Jednočásticová aproximace. Hladiny atomů, molekul a pevných látek. Typy vazeb v molekulách a kondenzovaných systémech. Molekula vodíku.

Pauliho a Diracova rovnice. Orbitální a spinový moment hybnosti, jejich operátory a kvantování. Skládání momentů hybnosti. Orbitální a spinový magnetický moment a jejich interakce s vnějším polem.

Druhé kvantování. Kvantování elektromagnetického pole. Koherentní stavy. Interakce elektromagnetického záření s látkou. Zlaté pravidlo. Absorpce, stimulovaná a spontánní emise. Výběrová pravidla. Doby života kvantových stavů. Absorpce a emise. Šířka a tvar spektrální čáry.

##### *2. Kvantová teorie molekul a pevných látek*

Typy vazeb. Bornova-Oppenheimerova a adiabatická aproximace. Vibrační a rotační spektra molekul. Atomové a molekulové orbitály. Metoda LCAO a metoda valenčních vazeb. Dvouatomové molekuly. Klasifikace elektronových vibračních a rotačních hladin.  $\pi$ -elektronová aproximace.

Základy kvantové teorie pevných látek se zaměřením na elektronovou strukturu a dynamiku elementárních excitací. Geometrie, atomová struktura a kvantová chemie kondenzovaných soustav. Kvantový problém mnoha částic. Fotony a elektrony v periodických strukturách. Rozměrové vlivy, dimenze soustavy a vliv okrajových podmínek. Započtení interakcí metodou středního pole. Metody *ab initio*. Model žele, elektrony a plasmony.

### 3. *Termodynamika a statistická fyzika molekulárních soustav*

Zákon působících hmot. Gibbsovo fázové pravidlo. Rovnice Clausiova-Clapeyronova. Ehrenfestovy rovnice. Landauova teorie. Kritické jevy. Povrchové jevy, povrchové napětí a Laplaceův tlak.

Termodynamika nevratných dějů. Produkce entropie. Onsagerovy relace. Termodynamická teorie fluktuací. Stavová suma. Entropie ve statistické fyzice. Neideální plyn. Boltzmannova rovnice. Kinetika rychlých dějů. Pauliho řídicí rovnice.

### 4. *Vlnová optika*

Elmg. optické vlnění v prostředí: vakuum, dielektrikum, bezztrátové, ztrátové, vodivé prostředí, prostředí homogenní-nehomogenní, izotropní-anizotropní, lineární-nelineární. Jevy na rozhraní mezi prostředími. Fresnelovy vzorce. Optické konstanty, Kramersovy-Kronigovy relace. Přiblížení paprskové optiky (vlnové a paprskové aberace). Komplexní reprezentace polychromatických polí. Vlnová teorie koherence, částečná koherence, stupeň koherence, koherenční matice, částečně polarizované vlnění, stupeň polarizace, Stokesovy parametry. Teorie difrakce, skalární teorie. Přenosová funkce zobrazovací soustavy. Optické transformace a optické zpracování informace. Holografie. Gaussovské svazky, nedifrakční svazky, jejich šíření a transformace. Optické rezonátory. Optické vlnovody. Integrovaná optika, aktivní prvky, optické paměti, optické komunikace. Vlákňové senzory.

### 5. *Experimentální metody*

Měření optických konstantních látek. Spektroskopické metody zkoumání látek (podle druhu interakce - absorpční, emisní, reflexní, rozptylů atd.). Spektroskopické přístroje. Detektory optického záření (principy, parametry). Šumy, jejich typy a zdroje. Zdroje optického záření. Základy fotometrie. Měření výkonu, energie, časového průběhu, polarizačních a koherenčních vlastností světla. Základní experimenty kvantové optiky.

## **B. Užší zaměření**

Student si volí okruh otázek odpovídající jeho zaměření.

### 1. *Kvantová a nelineární optika*

Laser: popis v aproximaci kinetických rovnic, semiklasická teorie, základy kvantové teorie laseru. Laserové rezonátory. Dynamické vlastnosti laseru (relaxační oscilace, Q-spínání, modová synchronizace, ultrakrátké pulsy, chaos v laseru). Typy laserů. Metody měření parametrů v laseru. Aplikace laseru. Základy laserové spektroskopie. Lineární a nelineární optika. Tensor nelineární susceptibility. Semiklasický popis, základy kvantového popisu. Nelineární jevy druhého a třetího řádu. Spontánní a stimulované rozptyly, hyperrozptyly. Optická fázová konjugace. Optická bistabilita. Nestacionární koherentní jevy. Nelineárně optické materiály.

### 2. *Optoelektronika a fotonika.*

Krystalová struktura. Pásové schéma polovodičů, kvantové jámy a supermřížky, kvantové body a dráty. Volné elektrony. Stacionární transportní jevy v polovodičích,



vodivost a Hallův jev. Fotovodivost, základní mechanismy excitace a rekombinace nosičů. Optické vlastnosti polovodičů. Absorpční hrana. Příměsi a excitony, kmity mříže. Optické vlastnosti polovodičů ve vnějších polích. Zdroje optického záření, luminiscence, luminiscenční diody a polovodičové lasery. Polovodičové detektory záření. Polovodičové struktury kov-polovodič, přechod P-N, MIS, FET (JFET, MOSFET, HEMT). Metody přípravy monokrystalů, tenkých vrstev a superstruktur, optoelektronických prvků a systémů, technologie polovodičových systémů. Základy laserové a nelineární optiky. Nelineární optické vlastnosti polovodičů. Optická bistabilita, optické spínání.

### *3. Teorie a modelování pro kvantovou optiku a elektroniku*

Kvantování elektromagnetického pole, kvantové teorie koherence. Koherentní stavy, stlačené stavy, atomové koherentní stavy. Kvantová teorie fotoelektrické detekce. Kvantové korelace a fotonová statistika. Kvantový popis interakce světla s dvouhladinovým systémem. Interakce světla s kmity látky. Kvantová teorie polovodičů. Interakce světla s polovodiči.

## **7. Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí**

**Garantující pracoviště:** Katedra fyziky povrchů a plazmatu

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Jan Wild, CSc.

### *Charakteristika studijního oboru:*

Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí je oborem interdisciplinárního charakteru, který zahrnuje základní poznatky o pohybu neutrálních a nabitých částic ve vakuu, plynu i kondenzované fázi a o jejich interakcích s těmito prostředími, s jejich rozhraními i mezi sebou navzájem. Spojením vakuové fyziky, fyziky povrchů, fyziky laboratorního a kosmického plazmatu a fyziky tenkých vrstev poskytuje obor základ pro řady aplikací jako jsou moderní diagnostické metody v materiálovém výzkumu, vakuové a plazmové technologie, výroba elektronických prvků, řízená termonukleární fúze nebo kosmický výzkum. Jednotlivé disciplíny mohou být studovány jak experimentálně, tak teoreticky nebo metodami počítačové fyziky. Témata diplomových prací si studenti vybírají ve shodě se zvoleným studijním plánem z těchto oblastí: vakuová fyzika, fyzika plazmatu, kosmická fyzika, fyzika povrchů, fyzika tenkých vrstev, počítačová fyzika, automatizace a kybernetizace experimentu.

### *Cíle studia:*

Cílem studia je vychovat odborníka orientujícího se v moderních experimentálních metodách, metodách matematického a počítačového modelování a ve využití počítačů k řízení a automatizaci. Absolvent s dobrým teoretickým základem širokého spektra moderních disciplín úzce navázaných na materiálový výzkum a nové technologie má perspektivu dobrého uplatnění na vysokých školách, v ústavech Akademie věd i dalších pracovištích zabývajících se fyzikou povrchů, kosmickým i materiálovým výzkumem nebo aplikujícími vakuové a plazmové technologie.

### *Profil absolventa:*

Absolvent má široké teoretické i experimentální znalosti ze základů fyziky i matematiky, je odborníkem v užití moderních měřících metod jak hardwarových, tak i softwarových včetně dobré znalosti příslušného matematického aparátu. Z pohledu vlastního oboru Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí ovládá odpovídající teoretické i experimentální metody, které dokáže využít také v jiných oborech zaměřených

jak na základní, tak i aplikovaný výzkum na vysokých školách, ústavech akademie, ale i v průmyslu a managementu různých společností.

### **Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY042	Základy kvantové teorie	9	4/2 Z+Zk	—
NEVF158	Základy fyziky pevných látek	5	—	2/1 Zk
NEVF105	Vakuová technika	3	—	2/0 Zk
NEVF140	Povrchové vlastnosti pevných látek	3	—	2/0 Zk
NEVF100	Metody fyziky plazmatu	3	—	2/0 Zk
NEVF104	Seminář fyziky povrchů a plazmatu	2	—	0/1 Z

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

### **1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NEVF129	<b>Fyzika povrchů</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NEVF126	<b>Vakuová fyzika</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NEVF122	<b>Fyzika plazmatu I</b>	3	2/0 Zk	—
NEVF141	<b>Základy počítačové fyziky I</b>	6	2/2 KZ	—
NEVF127	<b>Kybernetizace experimentu I</b>	3	—	2/0 Zk
NEVF151	<b>Diplomový seminář FPP I</b>	3	0/2 Z	—
NEVF154	<b>Diplomový seminář FPP II</b>	3	—	0/2 Z
NEVF131	<b>Experimentální metody FPP I</b>	7	0/5 KZ	—
NEVF132	<b>Experimentální metody FPP II</b>	7	—	0/5 KZ
NSZZ020	<b>Odborné soustředění</b> <sup>1</sup>	2	0/2 Z	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b> Blok A <sup>2</sup>	6	—	0/4 Z
NEVF114	Fyzika tenkých vrstev I	3	2/0 Zk	—
NEVF134	Adsorpce na pevných látkách	5	—	3/0 Zk
NEVF113	Elektronové spektroskopie	3	—	2/0 Zk
NEVF136	Elektronová difrakce Blok B <sup>2</sup>	3	—	2/0 Zk
NEVF115	Elektronika pro fyziky	3	2/0 Zk	—
NEVF120	Fyzika plazmatu II	3	—	2/0 Zk
NEVF145	Plazma v kosmickém prostoru	3	—	2/0 Zk
NEVF137	Modelování ve fyzice plazmatu	3	—	1/1 KZ

<sup>1</sup> Lze zapisovat opakovaně.

<sup>2</sup> Posluchači zapisují zpravidla jeden z bloků A nebo B.

**2. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NEVF152	Diplomový seminář FPP III	3	0/2 Z	—
NEVF153	Diplomový seminář FPP IV	3	—	0/2 Z
NSZZ020	Odborné soustředění <sup>1</sup>	2	0/2 Z	—
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—
NSZZ025	Diplomová práce III Blok A <sup>2</sup>	15	—	0/10 Z
NEVF106	Řádkovací mikroskopie — STM, AFM	3	2/0 Zk	—
NEVF148	Molekulová a iontová spektroskopie Blok B <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NEVF123	Kvantová elektronika a optoelektronika <sup>3</sup>	3	2/0 Zk	—
NEVF144	Vysokofrekvenční elektrotechnika <sup>3</sup>	3	2/0 Zk	—
NEVF128	Kybernetizace experimentu II	3	2/0 Zk	—

<sup>1</sup> Lze zapisovat opakovaně.

<sup>2</sup> Posluchači zapisují zpravidla jeden z bloků A nebo B.

<sup>3</sup> Posluchači volí jednu ze dvou přednášek podle zaměření diplomové práce.

**Doporučené volitelné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEVF108	Moderní trendy ve fyzice povrchů	3	2/0 Zk	—
NEVF117	Vlny v plazmatu	3	2/0 Zk	—
NEVF118	Proseminář k přednášce Modelování ve fyzice plazmatu	3	1/1 KZ	—
NEVF121	Fyzika plazmatu III	3	2/0 Zk	—
NEVF125	Hmotnostní spektrometrie	3	2/0 Zk	—
NEVF135	Programování v IDL — zpracování a vizualizace dat	3	1/1 KZ	—
NEVF143	Statistika a teorie informace	3	2/0 Zk	—
NEVF146	Technologie vakuových materiálů	3	2/0 Zk	—
NEVF155	Technologie počítačových sítí	3	2/0 Zk	—
NEVF160	Moderní počítačová fyzika I	5	2/1 KZ	—
NEVF107	C++ pro fyziky	3	—	1/1 KZ
NEVF109	Fyzika tenkých vrstev II	3	—	2/0 Zk
NEVF110	Vakuové měřicí metody	3	—	2/0 Zk
NEVF111	Fortran 90/95 pro fyziky	3	—	1/1 KZ
NEVF116	Aplikovaná elektronika	5	—	2/1 Z+Zk
NEVF124	Elektronová a iontová optika	3	—	2/0 Zk
NEVF130	Vybrané partie z fyzikální chemie	3	—	2/0 Zk
NEVF138	Základy počítačové fyziky II	3	—	2/0 Zk
NEVF147	Vakuové systémy	5	—	2/1 Z+Zk

NEVF149	<i>Elementární procesy a reakce v plazmatu</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF150	<i>Fluktuace ve fyzikálních systémech</i>	3	—	2/0 Zk
NEVF161	<i>Moderní počítačová fyzika II</i>	5	—	2/1 KZ

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 18 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **A. Společné požadavky**

##### *1. Kvantová mechanika a elektronika*

Časová a bezčasová Schrödingerova rovnice. Systémy více částic, jednočásticové přiblížení, periodický systém prvků. Přibližné metody kvantové teorie, poruchový počet (stacionární a nestacionární), variační metody. Potenciálová jáma, potenciálový val. Moment hybnosti a spin. Podstata chemické vazby (Born-Oppenheimerova aproximace). Stimulovaná emise, lasery a masery.

##### *2. Termodynamika a statistická fyzika*

Hlavní věty termodynamické. Termodynamické potenciály. Vztah termodynamických a statistických veličin. Statistická rozdělení (mikrokanonický, kanonický a grandkanonický soubor pro klasické a kvantové systémy). Entropie ve statistické termodynamice. Ideální a neideální plyn. Tepelné kapacity v termodynamice a statistické fyzice.

##### *3. Teorie pevných látek*

Krystalografie a struktura pevných látek (PL). Typy vazeb, struktura prvků a jednoduchých sloučenin, rtg difrakce. Kmity krystalové mřížky, optické a akustické fonony, interakce elmg. záření s krystalovou mřížkou. Sommerfeldův model kovu, elektronový plyn, hustota stavů, Fermiho energie. Elektronová struktura PL, pásová teorie. Vlastní a příměsové polovodiče, P-N přechod. Fotoelektrické vlastnosti polovodičů. Pohyb nosičů náboje v PL. Vliv poruch na vodivost PL. Vliv rozhraní.

##### *4. Vakuová fyzika*

Kinetická teorie zředěného plynu. Transportní jevy při nízkých tlacích. Reálné plyny, tenze par, vypařování a kondenzace. Interakce plynu s pevnou látkou na jejím povrchu a v objemu. Vakuový systém a jeho parametry, teorie čerpacího procesu. Proudění plynu, režimy proudění, vakuová vodivost. Fyzikální principy metod získávání nízkých tlaků. Fyzikální principy měření nízkých tlaků, totální a parciální tlak.

##### *5. Experimentální a počítačové metody*

Metody sběru dat a řízení fyzikálních experimentů: převodníky fyzikálních veličin, základy číslicového a analogového zpracování signálů. Potlačování šumu, lock-in detekce. Základy regulace, regulátory PID. Základy numerické matematiky. Počítačové modelování: částicové, spojitě a hybridní. Metoda Monte Carlo, metoda molekulární dynamiky. Principy zpracování obrazu. Integrální transformace.

### 6. Fyzika plazmatu

Definice, základní parametry a druhy plazmatu (vysokoteplotní a nízkoteplotní, izotermické a neizotermické). Debyeova stínící vzdálenost. Kinetický a hydrodynamický popis plazmatu (základy kinetické teorie: Boltzmannova rovnice, rozdělovací funkce, magnetohydrodynamické přiblížení, zobecněný Ohmův zákon). Elementární procesy (typy srážek, srážkové průřezy, srážková frekvence). Ionizace, excitace, de-excitace, rekombinace, reakce iontů. Chemické reakce v plazmatu. Záření v plazmatu. Generace plazmatu, výboje v plynech. Principy termonukleární fúze, fúzní reaktor, magnetické a inerciální udržení plazmatu. Plazmové technologie.

### 7. Fyzika tenkých vrstev a povrchů

Povrch pevné látky: atomární čistota, krystalická struktura, jevy rekonstrukce a relaxace. Vytváření definovaných povrchů a tenkých vrstev (TV): základní metody, mechanismy růstu, relaxační jevy. Elektronová struktura povrchu (rozdíly mezi kovy a polovodiči, povrchové stavy, ohyb pásů), výstupní práce. Interakce částic a záření s pevnou látkou, pružný a nepružný rozptyl. Emise nabitých částic: termoemise, termiontová emise, povrchová ionizace, tunelová emise, fotoemise, sekundární emise. Ionizace v silném poli. Přehled diagnostických metod povrchů a TV.

## B. Užší zaměření

Student si volí okruh otázek z části 1 nebo 2 odpovídající jeho zaměření.

### 1. Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

Pohyb nabitých částic v silových polích. Kinetický popis plazmatu. Reakce v plazmatu. Zákony zachování, rovnovážné stavy, drift a difúze ve vnějších elektrických a magnetických polích. Interakce plazmatu s vysokofrekvenčním polem, šíření a generace mikrovln. Vlny v plazmatu. Kosmické plazma a plazma ve sluneční soustavě. Interakce slunečního větru s překážkami. Horké plazma, základy magneto-hydrodynamiky. Problematika fúze, magnetické nádoby, inerciální systémy, ohřev plazmatu, Lawsonovo kritérium. Přehled diagnostických metod. Metody měření používané v kosmickém prostoru. Základy modelování fyzikálních procesů v plazmatu.

### 2. Fyzika povrchů a rozhraní

Vazba molekuly na povrchu, adsorpce, difúze, desorpce. Adsorpční izotermy, kinetický model adsorpce, potenciálová teorie adsorpce. Ideální a reálný povrch, povrchové stavy. Teorie emise elektronů. Příprava tenkých vrstev – fyzikální metody. Odlišnost vlastností tenkých vrstev a objemového materiálu, transport náboje tenkou vrstvou. Vytváření tenké vrstvy, růstové procesy, módy růstu, teoretický popis. Teoretický základ interakce záření a částic s povrchem. Diagnostické metody povrchů a tenkých vrstev: mikroskopické techniky, elektronová a iontová spektroskopie, difrakční metody, metody založené na interakci povrchu s molekulami plynů.

## 8. Biofyzika a chemická fyzika

**Garantující pracoviště:** Fyzikální ústav UK

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Vladimír Baumruk, DrSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Těžiště těchto oborů leží na rozhraní fyziky, biologie a chemie. Výuka navazuje na základní fyzikální vzdělání, které prohlubuje v oblastech teoretické a experimentální fyziky důležitých pro popis a zkoumání molekul, biopolymerů, nadmolekulárních soustav

a biologických objektů, a zároveň je doplňuje předměty pokrývajícími potřebné vybrané partie z chemie a biologie. Absolvent získá teoretické znalosti zejména z kvantové teorie, kvantové chemie, modelování molekul a molekulárních procesů, a dále znalosti experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky, zejména optických a dalších spektroskopických metod, strukturní analýzy a zobrazovacích technik. Podle výběru studijního plánu a diplomové práce se rovněž dostává absolventům vzdělání ve vybraných oblastech obecné a fyzikální chemie, biochemie, molekulární a buněčné biologie. Díky širokému okruhu znalostí mají absolventi dobré možnosti uplatnění ve výzkumných i aplikovaných oborech souvisejících s fyzikou, biologií, chemií, medicínou, materiálovým výzkumem, bio- a nanotechnologiemi, farmacií apod.

*Cíle studia:*

Cílem studia je vychovat absolventa se širokým spektrem znalostí na rozhraní fyziky, biofyziky a chemické fyziky s perspektivou uplatnění v ústavech Akademie věd i dalších ústavech, na pracovištích vysokých škol, a dalších pracovištích, která se zabývají fyzikou, biofyzikou, chemickou fyzikou, fyzikou v medicíně, ekologií a materiálovém výzkumu.

*Profil absolventa:*

Absolvent má široké experimentální a teoretické znalosti ze základů fyziky (mechanika, elektřina a magnetismus, optika, fyzika kondenzovaného stavu, jaderná fyzika, kvantová fyzika) i matematiky (diferenciální a integrální počet, algebra, metody matematické fyziky aj.). Z hlediska vlastního oboru biofyzika a chemická fyzika ovládá odpovídající teoretické (kvantová fyzika, výpočty molekul, modelování molekulárních procesů) a experimentální metody (optické a další spektroskopické metody, strukturní analýza aj.) Díky svému zaměření je absolvent připraven k práci na pracovištích zaměřujících se na fyziku, biofyziku, chemickou fyziku, fyziku v medicíně, farmacii a ekologii.

**Doporučený průběh studia**

Studenti si volí jeden ze studijních plánů Biofyzika, Chemická fyzika nebo Teorie molekulárních systémů.

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NBCM110	Kvantová teorie I	9	4/2 Z+Zk	—
NBCM111	Kvantová teorie II <sup>1</sup>	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM039	Kvantová teorie molekul	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM035	Obecná chemie	5	—	2/1 Z+Zk
NBCM112	Metody magnetické rezonance v biofyzice <sup>2</sup>	4	—	3/0 Zk
NBCM094	Úvod do problémů současné biofyziky <sup>2</sup>	3	—	0/2 Z
NMAF035	Numerické metody zpracování experimentálních dat	3	—	2/0 Zk

<sup>1,2</sup> Předmět označený 1 si volí studenti chemické fyziky a teorie molekulárních systémů. Předměty označené 2 si volí studenti biofyziky.

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsol-

voval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

**1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NBCM010	<b>Bioorganická chemie</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b>Biofyzika</b>				
NBCM098	<b>Rentgenová strukturní analýza biomolekul a makromolekul</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM113	<b>Metody optické spektroskopie v biofyzice</b>	6	4/0 Zk	—
NBCM095	<b>Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky I</b>	7	0/5 KZ	—
NBCM103	<b>Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky II</b>	7	—	0/5 KZ
NBCM006	<b>Seminář z biofyziky</b> <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM012	<b>Biochemie</b>	3	—	1/1 Zk
NBCM114	Dielektrická spektroskopie a optická mikroskopie v biofyzice	3	—	2/0 Zk
NBCM088	Biofyzika fotosyntézy	3	—	2/0 Zk
NOOE012	Rozptylové metody v optické spektroskopii	3	—	2/0 Zk
NFPL179	Kvantový popis NMR	5	—	2/1 Z+Zk
NOOE014	Exkurze <sup>2</sup>	2	—	0/1 Z
NOOE015	Seminář <sup>2</sup>	2	—	0/1 Z

<sup>1</sup> Zapisuje se v obou semestrech prvního i druhého roku studia.

<sup>2</sup> Zapisuje se pouze jeden z předmětů, podle toho, která akce se v daném školním roce koná.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b>Chemická fyzika</b>				
NBCM031	<b>Teoretické základy molekulární spektroskopie</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM086	<b>Molekulární spektroskopie I</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM087	<b>Molekulární spektroskopie II</b>	3	—	2/0 Zk
NBCM098	<b>Rentgenová strukturní analýza biomolekul a makromolekul</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM088	<b>Biofyzika fotosyntézy</b>	3	—	2/0 Zk

NBCM095	<b>Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky I</b>	7	0/5 KZ	—
NBCM103	<b>Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky II</b>	7	—	0/5 KZ
NBCM108	<b>Seminář chemické fyziky a optiky</b>	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM044	Seminář optické spektroskopie vysokého rozlišení	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM026	Experimentální technika v molekulární spektroskopii	3	—	2/0 Zk
NBCM055	Molekulární simulace v chemické fyzice	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM027	Symetrie molekul	4	—	2/1 Z+Zk

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b><i>Teorie molekulárních systémů</i></b>				
NBCM031	<b>Teoretické základy molekulární spektroskopie</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM121	<b>Ab-initio metody a teorie hustotního funkcionálu I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM122	<b>Ab-initio metody a teorie hustotního funkcionálu II</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NBCM055	<b>Molekulární simulace v chemické fyzice</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM100	<b>Výpočetní experimenty v teorii molekul I</b>	6	0/4 KZ	—
NBCM027	<b>Symetrie molekul</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NBCM108	<b>Seminář chemické fyziky a optiky</b>	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM046	Teoretický seminář chemické fyziky	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM086	Molekulární spektroskopie I	3	2/0 Zk	—
NBCM087	Molekulární spektroskopie II	3	—	2/0 Zk
NBCM125	Výpočetní experimenty v teorii molekul II	6	—	0/4 KZ
NBCM099	Praktická cvičení z kvantové chemie I	4	—	0/3 Z
NBCM098	Rentgenová strukturní analýza biomolekul a makromolekul	3	2/0 Zk	—
NFPL004	Nerovnovážná statistická fyzika a termodynamika	3	2/0 Zk	—
NBCM088	Biofyzika fotosyntézy	3	—	2/0 Zk



NBCM123	Metody, modely a algoritmy v biologii	4	—	3/0 KZ
---------	---------------------------------------	---	---	--------

**2. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
Společné předměty				
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
-----	-------	---------	----	----

**Biofyzika**

NBCM008	<b>Molekulární a buněčná biologie pro biofyziky</b>	4	3/0 Zk	—
NBCM006	<b>Seminář z biofyziky</b> <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM004	Transformace a přenos energie v biosystémech	3	2/0 Zk	—
NBCM014	Struktura, dynamika a funkce biologických membrán	3	2/0 Zk	—
NBCM023	Význam a funkce kovových iontů v biologických systémech	3	2/0 Zk	—
NFPL185	Pokročilá NMR spektroskopie vysokého rozlišení	5	2/1 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Zapisuje se v obou semestrech prvního i druhého roku studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
-----	-------	---------	----	----

**Chemická fyzika**

NBCM102	<b>Základy klasické radiometrie a fotometrie</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM108	<b>Seminář chemické fyziky a optiky</b>	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM044	<b>Seminář optické spektroskopie vysokého rozlišení</b>	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM033	Fyzikální základy fotosyntézy	5	2/1 Zk	—
NBCM101	Detekce a spektroskopie jednotlivých molekul	3	2/0 Zk	—
NBCM115	Vědecká fotografie a příbuzné zobrazovací techniky	3	1/1 Zk	—

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
-----	-------	---------	----	----

**Teorie molekulárních systémů**

NBCM086	<b>Molekulární spektroskopie I</b>	3	2/0 Zk	—
NBCM051	<b>Metody molekulové dynamiky a Monte Carlo</b>	5	2/1 Z+Zk	—

NBCM108	<b>Seminář chemické fyziky a optiky</b>	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM046	Teoretický seminář chemické fyziky	2	0/1 Z	0/1 Z
NBCM116	Praktická cvičení z kvantové chemie II	4	0/3 Z	—
NBCM036	Stanovení a popis molekulových struktur	3	2/0 Zk	—
NTMF030	Teoretická atomová fyzika	3	2/0 Zk	—
NOOE067	Úvod do nelineární fyziky	3	2/0 Zk	—

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 14 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **A. Společné požadavky**

##### *Pokročilá kvantová mechanika*

Variační princip a poruchový počet. Symetrie vlnové funkce, bosony a fermiony. Pauliho princip. Symetrie a zákony zachování. Štěpení hladin při snížení symetrie. Oddělení pohybu elektronů a jader. Jednočásticová aproximace. Hladiny atomů, molekul a pevných látek. Typy vazeb v molekulách a kondenzovaných systémech. Molekula vody. Pauliho a Diracova rovnice. Orbitální a spinový moment hybnosti, jejich operátory a kvantování. Skládání momentů hybnosti. Orbitální a spinový magnetický moment a jejich interakce s vnějším polem. Druhé kvantování. Kvantování elektromagnetického pole. Interakce elektromagnetického záření s látkou. Zlaté pravidlo. Absorpce, stimulovaná a spontánní emise. Výběrová pravidla. Doby života kvantových stavů. Šířka a tvar spektrální čáry.

##### *Kvantová teorie molekul*

Typy vazeb. Bornova–Oppenheimerova a adiabatická aproximace. Vibrační a rotační spektra molekul. Atomové a molekulové orbitály. Metoda LCAO a metoda valenčních vazeb. Klasifikace elektronových hladin. Hückelova metoda. Hartreeho a Hartreeho–Fockovy rovnice. Roothaanovy rovnice. Metoda konfigurační interakce. Korelační energie. Přehled ab initio a semiempirických metod. Slabé mezimolekulové interakce.

##### *Termodynamika a statistická fyzika molekulárních soustav*

Termodynamická rovnováha, stavové veličiny, hlavní termodynamické věty a jejich důsledky. Termodynamické potenciály, podmínky rovnováhy a stability, fázové přechody. Popis nerovnovážných procesů. Statistický popis stavu, distribuční funkce a matice hustoty. Liouvilleova rovnice. Gibbsovy stacionární soubory, souborové středování, stavová suma. Klasické a kvantové systémy neinteragujících částic, ideální plyny. Pauliho kinetická rovnice, zobecněná kinetická rovnice.

### *Základy molekulární fyziky*

Typy základních intra- a intermolekulárních interakcí. Konformace molekul. Fázové stavy a přechody u molekulárních systémů.

### **B. Užší zaměření**

Student si volí okruh otázek odpovídající jeho zaměření.

#### **1. Biofyzika**

##### *Experimentální metody v biofyzice*

Difrakce rentgenového záření, elektronů a neutronů. Principy základních difrakčních metod. Symetrie a struktura krystalů a jejich určení z difrakčního obrazu.

Mnohoatomová molekula, její stacionární stavy a přechody mezi nimi. Teoretické základy optické spektroskopie. Projevy mezimolekulárních interakcí v optických spektrech. Technika optické spektroskopie. Elektronová absorpční spektroskopie. Vibrační spektroskopie (absorpční a Ramanova rozptylu). Rozptyl elastický, kvazielastický a Brillouinův. Emisní spektroskopie. Vlastní luminiscence biomolekul, fluorescenční sondy a značky. Polarizované světlo v optické spektroskopii. Časově rozlišená optická spektroskopie. Mikroskopické techniky.

Gyromagnetická částice, jev magnetické rezonance. Elektrické a magnetické momenty atomových jader, energie v elektrickém a magnetickém poli. Jaderný paramagnetismus, relaxační procesy. NMR spektroskopie vysokého rozlišení v kapalně a pevné fázi – spinový hamiltonián, typy interakcí, projevy ve spektrech. Dekapling, koherentní transfer polarizace, nukleární Overhauserův jev. Jednodimenzionální a dvoudimenzionální pulzní NMR – koncepce, základní pulzní sekvence. Zobrazování MR – principy, typy obrazů. ESR, spinový hamiltonián a spektra.

##### *Biochemie a molekulární biofyzika*

Složení a struktura základních biomolekul (nukleové kyseliny, proteiny, sacharidy). Termodynamika fosfátových sloučenin. Metabolismus cukrů: Glykolýza a glykolytické reakce. Kvašení - anaerobní odbourávání cukrů. Pentozový cyklus. Glukoneogeneze a Coriho cyklus. Aerobní odbourávání cukrů. Vznik acetylkoenzymu A. Citrátový cyklus a jeho amfibolická povaha. Termodynamika přenosu elektronů - redoxní potenciály. Transport elektronů v dýchacím řetězci. Oxidativní fosforylace - syntéza ATP. Fotosyntéza. Biologické membrány, selektivní permeabilita biologických membrán, typy transportu biologickou membránou.

Buňka – struktura bakteriálních a eukaryotických buněk, organely, cytoskelet, buněčné dělení, reakce buňky na vnější signály. Molekulární genetika – genetická informace a její tok, metabolismus DNA, genová exprese (transkripce, post-transkripční modifikace, translace), vnitrobuněčná distribuce a úpravy proteinů, regulace genové exprese. Metody studia DNA (sekvenace) a genové exprese (na úrovni mRNA i proteinu), genové inženýrství (rekombinantní DNA in vitro, transgenozé organismů).

Přenos energie na buněčné úrovni. Přenos chemické energie. Typy transportu biologickou membránou. Bioelektrické jevy. Dýchání a fotosyntéza, struktura a funkce antén a reakčních center, energetika transportu elektronů a protonů. Role singletního kyslíku ve fotosyntéze a ve fotodynamické terapii. Přeměna chemické energie v mechanickou. Bioenergetika vidění.

## 2. Chemická fyzika

### *Experimentální metody*

Difrakce rentgenového a synchrotronového záření, elektronů a neutronů. Principy základních difrakčních metod. Symetrie a struktura krystalů a jejich určení z difrakčního obrazu. Elektronová mikroskopie. Magnetická rezonance. Princip spektrometru. Spektra NMR organických látek. EPR volných radikálů. Teoretické základy a technika optické spektroskopie. Mnohoatomová molekula, rotační, vibrační a elektronové stavy molekul. Měření absorpčních spekter. Vibrační absorpční spektroskopie a chiroptické metody. Rozptyl elastický, kvazielastický, Ramanův. Metody emisní spektroskopie. Přejechy v mnohaelektronových molekulách. Kinetika luminiscence a kvantový výtěžek. Polarizovaná luminiscence. Vliv mezimolekulárních interakcí na parametry luminiscence. Teoretická interpretace optických spekter.

### *Struktura kondenzovaných soustav a spektroskopické metody*

Struktura a symetrie molekul, biopolymerů, nadmolekulárních struktur a pevných látek. Určování struktur molekul a pevných látek. Kinetika chemických reakcí, katalýza. Laserové spektroskopické metody. Časově rozlišená optická spektroskopie. Ozónová díra a singletní kyslík.

## 3. Teorie molekulárních systémů

### *Molekulární simulace v chemické fyzice*

Molekulární mechanika a dynamika. Empirická silová pole. Strategie modelování supramolekulárních systémů a krystalů a predikce jejich fyzikálních, chemických a biologických vlastností. Aplikace v materiálovém výzkumu. Porovnání modelů s experimentem.

### *Ab initio výpočty v chemii a biochemii*

Metody výpočtu korelačních energií: konfigurační interakce, vázané klastry, poruchová teorie. Aplikace na biochemické systémy a slabé mezimolekulové interakce. Klasická a kvantová molekulová dynamika. Symetrie molekul.

### *Základy molekulární spektroskopie*

Přehled hlavních spektroskopických metod. Elektronová spektroskopie organických molekul. Vlastnosti a deaktivace excitovaných stavů. Teoretická interpretace experimentálních výsledků.

## 9. Jaderná a subjaderná fyzika

**Garantující pracoviště:** Ústav částicové a jaderné fyziky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Jan Kvasil, DrSc.

### *Charakteristika studijního oboru:*

Subjaderná fyzika (fyzika vysokých energií, částicová fyzika) přináší fundamentální poznatky o struktuře hmoty na nejhlubší úrovni a základních interakcích. Jaderná fyzika ji doplňuje výzkumem hmoty na úrovni jaderných systémů a jejich změn. Základem studia je kurs experimentální jaderné a částicové fyziky, opřený o rozsáhlý kurs fyziky teoretické, především kvantové mechaniky a kvantové teorie pole. Důraz je kladen na metody získávání experimentálních dat a na jejich zpracování, včetně efektivního zvládnutí výpočetní techniky. Pomocí výběrových přednášek a diplomové práce pak student získává hlubší vzdělání ve vybrané oblasti a volí tak příklon k teorii nebo experimentu.

*Cíle studia:*

Poskytnout absolventům ucelené vzdělání v teoretické i experimentální částicové a jaderné fyzice, včetně základů aplikované jaderné fyziky. Ve výběrových přednáškách pak absolventy dovést na práh vědeckého výzkumu.

*Profil absolventa:*

Absolvent oboru má dobré základní znalosti experimentální i teoretické částicové a jaderné fyziky. Nachází uplatnění v základním i aplikovaném výzkumu v těchto oblastech i v práci s jadernými zařízeními v medicíně a průmyslu. Absolventi jsou připraveni začlenit se do velkých mezinárodních vědeckých týmů, které jsou v současné době typické pro experimentální základní výzkum v daném oboru. Zběhlost v práci s výpočetní technikou otevírá absolventům rovněž možnost kariéry v oblasti informačních technologií.

**Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY045	Kvantová mechanika I <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NOFY046	Kvantová mechanika II <sup>1</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF094	Kvantová mechanika I <sup>2</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF095	Kvantová mechanika II <sup>2</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF060	Kvantová teorie I <sup>3</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF061	Kvantová teorie II <sup>3</sup>	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF064	Fyzika jádra	7	—	3/2 Z+Zk
NJSF103	Experimentální metody jaderné a subjaderné fyziky	6	—	3/1 Z+Zk
NJSF006	Praktikum jaderné fyziky	6	—	0/4 KZ

<sup>1,2,3</sup> Student zapisuje jednu z dvojic předmětů označených 1, 2 nebo 3.

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

**1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NJSF037	<b>Teorie jádra a jaderných reakcí I</b>	6	4/0 Zk	—
NJSF041	<b>Aplikovaná jaderná fyzika</b>	6	4/0 Zk	—
NJSF105	<b>Fyzika elementárních částic</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NJSF091	<b>Seminář částicové a jaderné fyziky I</b>	3	0/2 Z	—
NJSF092	<b>Seminář částicové a jaderné fyziky II</b>	3	—	0/2 Z
NJSF086	<b>Kvarky, partony a kvantová chromodynamika</b>	6	—	2/2 Z+Zk

NJSF085	<b>Základy teorie elektroslabých interakcí</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NJSF014	Úvod do kvantové teorie pole <sup>1</sup>	6	3/1 Z+Zk	—
NJSF062	Kvantová teorie pole I <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF068	Kvantová teorie pole I <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF098	Kvantová teorie pole II	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF069	Kvantová teorie pole II	9	—	4/2 Z+Zk
Další povinně volitelné předměty				

<sup>1</sup> Student zapisuje nejvýše jeden z těchto předmětů.

## 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NJSF091	<b>Seminář částicové a jaderné fyziky I</b>	3	0/2 Z	—
NJSF092	<b>Seminář částicové a jaderné fyziky II</b>	3	—	0/2 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
Další povinně volitelné předměty				

## Další povinně volitelné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY012	Proseminář z jaderné a subjaderné fyziky	3	0/2 Z	—
NMAF020	Pravděpodobnost a matematická statistika	3	2/0 Zk	—
NJSF008	Biologické účinky ionizujícího záření	3	2/0 Zk	—
NJSF024	Jaderné analytické metody	3	2/0 Zk	—
NJSF050	Použití PC v laboratorní praxi	5	1/2 Zk	—
NJSF056	Problém mnoha těles ve struktuře jádra	3	2/0 Zk	—
NJSF067	Automatizace experimentu	3	2/0 Zk	—
NJSF070	Urychlovače nabitých částic	3	2/0 Zk	—
NJSF072	Elektroslabá interakce II	5	2/1 Zk	—
NJSF074	Experimentální prověrka standardního modelu II	3	2/0 Zk	—
NJSF077	Praktická fyzika vysokých energií	3	0/2 Z	—
NJSF080	Pravděpodobnost a stochastické procesy ve fyzice částic	3	2/0 Zk	—
NJSF082	Vybrané partie teorie kvantovaných polí I	5	3/0 Zk	—
NJSF084	Chirální symetrie silných interakcí	3	2/0 Zk	—
NJSF091	Seminář částicové a jaderné fyziky I	3	0/2 Z	—

NJSF101	Polovodičové detektory v jaderné a subjaderné fyzice.	3	2/0 Zk	—
NJSF102	Jaderná astrofyzika	3	2/0 Zk	—
NJSF107	Statistická jaderná fyzika I	3	2/0 Zk	—
NJSF109	Software a zpracování dat ve fyzice částic II	5	2/1 Zk	—
NJSF132	Teorie nanoscale systémů I	3	2/0 Zk	—
NMAF023	Vybrané partie z teorie pravděpodobnosti	3	—	2/0 Zk
NJSF025	Elektronika pro jaderné fyziky	5	—	2/1 KZ
NJSF030	Kvantová teorie pole při konečné teplotě	3	—	2/0 Zk
NJSF031	Klasický a kvantový chaos	3	—	2/0 Zk
NJSF038	Teorie jádra a jaderných reakcí II	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF054	Vybrané partie z kvantové teorie pole	5	—	2/1 Zk
NJSF057	Od hledání původu za standardní model	3	—	2/0 Zk
NJSF073	Experimentální prověrka standardního modelu I	5	—	2/1 Z+Zk
NJSF081	Software a zpracování dat ve fyzice částic I	3	—	1/1 Zk
NJSF083	Vybrané partie teorie kvantovaných polí II	5	—	3/0 Zk
NJSF085	Základy teorie elektroslabých interakcí	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF086	Kvarky, partony a kvantová chromodynamika	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF092	Seminář částicové a jaderné fyziky II	3	—	0/2 Z
NJSF108	Statistická jaderná fyzika II	3	—	0/2 Z
NJSF129	Pokročilé koncepty symetrie	3	—	2/0 Zk
NJSF130	Kosmické záření	3	—	2/0 Zk
NJSF133	Teorie nanoscale systémů II	3	—	2/0 Zk

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce***

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 30 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky***1. Kvantový obraz světa*

Popis systému v klasické a kvantové mechanice (KM). Formální schema KM. Popis stavu, kauzalita a měření v klasické a kvantové mechanice. Fyzikální efekty, které nelze vysvětlit klasicky. Schrödingerova rovnice.

*2. Kvantování fyzikálních veličin*

Diskrétní a spojité spektrum fyzikálních veličin. Vázané stavy, energetické hladiny. Přibližné metody výpočtu energetických hladin: poruchový počet, variační metody.

*3. Moment hybnosti*

Kvantování a skládání momentu hybnosti. Clebsch-Gordanovy koeficienty.

*4. Rozptylová úloha v kvantové mechanice*

Diskrétní a spojité spektrum energie. Časový a nečasový popis rozptylu: amplituda rozptylu a účinný průřez, T-matice, S-matice, integrální rovnice rozptylu, Bornova aproximace, metoda parciálních vln.

*5. Nestacionární problémy v kvantové mechanice*

Interakce s časově proměnnými poli: rezonanční jevy, absorpce a emise záření. Popis evoluce kvantového systému. Nestacionární poruchová teorie kvantových přechodů.

*6. Elektromagnetické pole v kvantové mechanice*

Kvantování elektromagnetického pole. Interakce atomu se zářením. Absorpce, emise, přirozená šířka čáry, fotoefekt.

*7. Relativistická kvantová mechanika*

Klein-Gordonova a Diracova rovnice, jejich řešení pro volné částice a částice v elektromagnetickém poli.

*8. Spin v nerelativistické a relativistické kvantové mechanice*

Pauliho a Diracova rovnice. Spinový magnetický moment, interakce spinu s vnějším polem. Spin a štěpení hladin. Role spinu při objasnění magnetismu a supravodivosti.

*9. Systémy identických částic*

Princip nerozlišitelnosti. Symetrie fermionových a bosonových stavů. Reprezentace obsazovacích čísel.

*10. Symetrie a jejich projevy*

Symetrie a zákony zachování. Energetické hladiny a invariantnost hamiltoniánu. Štěpení hladin při snížení symetrie. Princip totožnosti mikročástic a jeho důsledky.

*11. Matematický aparát relativistické kvantové teorie*

Reprezentace Lorentzovy grupy. Poincarého grupa. Kinematika rozpadu částic a reakcí.

*12. Kvantová teorie pole*

Kvantování volných polí (skalární, spinorové, elektromagnetické a vektorové), propagátory. Kvantování interagujících polí. S-matice, poruchová teorie. Feynmanovy diagramy, pravidla korespondence. Účinný průřez, pravděpodobnost rozpadu. Procesy kvantové elektrodynamiky v nejnižším řádu.

*13. Fyzika atomového jádra a jaderných reakcí*

Základní charakteristiky jader a jejich měření. Hamiltonián jádra, kvantová čísla jaderných stavů. Jaderné síly, teorie deuteronu a dvounukleonového rozptylu.



Jaderná struktura: střední pole, jednočásticové a kolektivní stupně volnosti, zbytková interakce, BCS teorie, započtení sil dlouhého dosahu, rotační pohyby.

Alfa rozpad: pravděpodobnost přechodu. Beta rozpad: klasifikace, zákony zachování, Fermiho teorie (dovolené a zakázané přechody), nezachování parity, V-A teorie slabých interakcí. Gama rozpad: pravděpodobnosti přechodů, výběrová pravidla, multipolarita. Elektronová konverze.

Mechanismus reakcí: přímé reakce, složené jádro, reakce přes předrovnávané stavy, resonance a fluktuace při jaderných reakcích, Breit-Wignerova formule. Štěpení jader.

#### 14. *Fyzika elementárních částic*

Klasifikace částic (leptony, kvarky, kvanta kalibračních polí, hadrony a jejich multiplety), a měření jejich základních charakteristik. Zákony zachování, CPT teorém, nezachování parity a narušení C a T invariantnosti, problém neutrálních kaonů. Interakce ve fyzice částic. Kvarkový model (reprezentace grupy SU(2) a SU(3), hmotové formule, mixing mezonů, evidence pro barvu). Partonový model (hluboce nepružný rozptyl, strukturální funkce, Bjorkenovo škálování, sumační pravidla, evidence pro gluony). Základy kvantové chromodynamiky (interakční langrangián, běžící vazbová konstanta). Standardní model elektroslabých interakcí (interakční langrangián, hmotová formule pro intermediální bosony, mixing v kvarkovém sektoru, Higgsův boson). Mnohonásobná produkce částic.

#### 15. *Aplikovaná jaderná fyzika*

Základy neutronové fyziky a fyziky jaderných reaktorů. Fyzikální principy jaderně analytických metod (metody RBS, PIXE, PIGE, NMR, gama-fluorescence). Dozimetrie ionizujícího záření (měření dozimetrických veličin, účinky záření). Interakce záření s prostředím (ionizace, brzdné záření, Čerenkovovo záření).

#### 16. *Základy měřících metod*

Metody registrace záření: plynem plněné, scintilační, polovodičové a Čerenkovovy detektory, dráhové komory, elektromagnetické a hadronové kalorimetry. Detekce záření gama. Detekce neutrin. Detektory částic s vysokou energií. Systém sběru dat.

Spektrometry jaderného záření: charakteristiky spektrometrů, scintilační, polovodičové a magnetické spektrometry, spektrometrie záření bez náboje (záření gama, neutrony). Urychlovače částic: lineární a cyklické urychlovače, urychlovače se vstřícnými svazky. Zdroje neutronů, detekce a spektrometrie neutronů.

## 10. **Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice**

**Garantující pracoviště:** Ústav teoretické fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Jiří Langer, CSc.; Prof. RNDr. Josef Málek, CSc., DSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Studijní obor Matematické a fyzikální modelování je mezioborovým studiem, které spojuje matematiku a fyziku. Studenti absolvují přednášky z obecných i speciálních fyzikálních disciplín, zejména z mechaniky a termodynamiky kontinua a kvantové a statistické fyziky, a získají tak přehled, jak jsou fyzikální modely vytvářeny. V matematické části pak studenti získávají znalosti v moderních partiích matematiky s důrazem na diferenciální rovnice a numerické metody. Fyzikální předměty jsou přednášeny odborníky z řad fyziků, matematické předměty jsou pak prezentovány specialisty z řad matematiků. Část fyzikální i matematická jsou zastoupeny vyváženým způsobem. Studijní obor

je svou náplní obdobný oboru Matematické modelování ve vědě a v technice studijního programu matematika, liší se tím, že absolventi bakalářského studia fyziky vstupují do magisterského studia s hlubším základem z fyziky a naopak si více doplňují svůj matematický rozhled. Obor je svým pojetím perspektivní z celosvětového měřítka.

*Cíle studia:*

Cílem studia je příprava studentů, kteří jsou jednak schopni problémy reálného světa formulovat, vytvářet modely či je umět modifikovat ve spolupráci se specialisty nematematiky. Zároveň však studenti získají znalosti, které jim umožní fyzikální modely analyzovat, navrhovat numerická schémata k jejich aproximaci i provádět počítačové simulace.

*Profil absolventa:*

Velmi dobré znalosti matematických i fyzikálních disciplín, vysoká flexibilita, schopnost problémy formulovat, analyzovat a následně i numericky řešit, jsou zárukou velmi dobrého uplatnění v řadě oblastí a to jak akademických (nejen v oblastech aplikované matematiky a fyziky, ale i v jiných vědních oborech jako např. věda o materiálech, biologie, lékařství), tak i v komerčních sférách (bankovníctví, softwarové firmy, průmysl, aj.)

**Doporučený průběh studia**

Předpokladem úspěšného magisterského studia tohoto oboru je získání základních znalostí na úrovni následujících předmětů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMOD012	Mechanika kontinua	7	3/2 Z+Zk	—
NNUM105	Základy numerické matematiky	9	4/2 Z+Zk	—
NDIR044	Parciální diferenciální rovnice I	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA106	Úvod do funkcionální analýzy (OF) <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NOFY036	Termodynamika a statistická fyzika	7	—	3/2 Z+Zk

<sup>1</sup> Přednáší se v obou semestrech.

Tyto povinně volitelné předměty se obvykle zapisují ve třetím roce bakalářského studia programu Fyzika. Pokud posluchač tyto nebo jim ekvivalentní předměty neabsolvoval, měl by si je ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia. Obsah uvedených předmětů je součástí společných požadavků státní závěrečné zkoušky.

**1. rok magisterského studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NBCM110	<b>Kvantová teorie I</b>	9	4/2 Z+Zk	—
NMOD104	<b>Matematické modelování ve fyzice 1</b>	3	2/0 Zk	—
NMOD204	<b>Matematické modelování ve fyzice 2</b>	3	—	2/0 Zk
NNUM001	<b>Přibližné a numerické metody 1</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD035	<b>Termodynamika kontinua</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NBCM111	<b>Kvantová teorie II</b>	7	—	3/2 Z+Zk

NDIR057	Mechanika newtonovských tekutin	3	—	2/0 Zk
NMOD206	Seminář z mechaniky kontinua 1	3	0/2 Z	—
NMOD207	Seminář z mechaniky kontinua 2	3	—	0/2 Z
NNUM018	Numerický software 1	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD040	Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 1	3	2/0 Zk	—
NMOD041	Počítačové řešení úloh fyziky kontinua	6	2/2 Z+Zk	—
NEVF156	Úvod do fyziky plazmatu a počítačové fyziky I	3	1/1 Z	—
NEVF157	Úvod do fyziky plazmatu a počítačové fyziky II	3	—	2/0 Zk
NDIR045	Parciální diferenciální rovnice II	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR020	Obyčejné diferenciální rovnice I	6	—	2/2 Z+Zk
NDIR021	Obyčejné diferenciální rovnice II	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD015	Vybrané problémy matematického modelování	3	—	0/2 Z

## 2. rok magisterského studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM002	<b>Přibližné a numerické metody 2</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NDIR042	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice I	5	2/1 Z+Zk	—
NDIR043	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice II	5	—	2/1 Z+Zk
NMOD036	Biotermodynamika	6	2/2 Z+Zk	—
NMOD015	Vybrané problémy matematického modelování	3	—	0/2 Z
NMOD206	Seminář z mechaniky kontinua 1	3	0/2 Z	—
NMOD207	Seminář z mechaniky kontinua 2	3	—	0/2 Z
Další povinně volitelné předměty				

### Další povinně volitelné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
<b>Nelineární analýza</b>				
NMOD014	Úvod do teorie optimalizace	3	2/0 Zk	—
NDIR059	Speciální metody v parciálních diferenciálních rovnicích	3	2/0 Zk	—
NRFA050	Funkcionální analýza I	6	—	2/2 Z+Zk
NRFA018	Nelineární funkcionální analýza	3	2/0 Zk	—
NDIR058	Hyperbolické systémy a zákony zachování	3	—	2/0 Zk

<b>Matematická teorie mechaniky kontinua</b>				
NMOD101	Matematické metody v mechanice tekutin 1	3	2/0 Zk	—
NMOD201	Matematické metody v mechanice tekutin 2	3	—	2/0 Zk
NDIR010	Matematická teorie Navierových-Stokesových rovnic	3	—	2/0 Zk
NMOD044	Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 2	3	—	2/0 Zk
NMOD206	Seminář z mechaniky kontinua 1	3	0/2 Z	—
NMOD207	Seminář z mechaniky kontinua 2	3	—	0/2 Z
<b>Numerické metody</b>				
NNUM113	Víceúrovňové metody	3	2/0 Zk	—
NNUM213	Metody domain decomposition	3	—	2/0 Zk
NMOD016	Matematické modely přenosu částic	6	2/0 —	2/0 Zk
NMOD105	Tvarová a materiálová optimalizace 1	3	2/0 Zk	—
NMOD205	Tvarová a materiálová optimalizace 2	3	—	2/0 Zk
NNUM019	Numerický software 2	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD023	Numerické modelování problémů elektrotechniky 1	3	2/0 Zk	—
NMOD024	Numerické modelování problémů elektrotechniky 2	3	—	2/0 Zk
<b>Vybrané matematické předměty</b>				
NGEM002	Úvod do analýzy na varietách	6	2/2 Z+Zk	—
NGEM030	Kalibrační pole a nekomutativní geometrie	3	2/0 Zk	—
NMAT010	Geometrická teorie míry	3	2/0 Zk	—
NTMF059	Geometrické metody teoretické fyziky I	5	2/1 Z+Zk	—
NTMF060	Geometrické metody teoretické fyziky II	5	—	2/1 Z+Zk
NTMF064	Symetrie rovnic matematické fyziky a zákony zachování	3	—	2/0 Zk
NSTP022	Pravděpodobnost a matematická statistika	9	—	4/2 Z+Zk
<b>Vybrané fyzikální předměty</b>				
NTMF027	Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů I	3	—	2/0 Zk
NTMF047	Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů II	3	2/0 Zk	—
NTMF037	Relativistická fyzika I	9	4/2 Z+Zk	—
NOOE067	Úvod do nelineární fyziky	3	2/0 Zk	—

NTMF061	Teorie grup a její aplikace ve fyzice	6	2/2 Z+Zk	—
NMAF026	Deterministický chaos	3	—	2/0 Zk

### **Vybrané předměty informatiky**

NPRM031	Vybrané aspekty operačního systému UNIX	3	2/0 Z	—
NPRF006	Pokročilé metody programování	3	—	1/1 Z

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru v rozsahu alespoň 30 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky**

#### **1. Moderní analýza a diferenciální rovnice**

##### *Teorie funkcí komplexní proměnné*

Derivace, holomorfní funkce, Cauchyova věta a Cauchyův vzorec, izolované singularity, reziduová věta, meromorfní funkce, konformní zobrazení, Riemannova věta.

##### *Funkcionální analýza*

Metrické prostory, vektorové prostory, normované lineární prostory, teorie lineárních operátorů, Hilbertovy a Banachovy prostory, spojité lineární funkcionály, Hahn - Banachova věta, Fredholmovy věty, řešení integrálních rovnic, řešení nelineárních operátorových rovnic: metoda monotonních operátorů, Banachova věta, věty Browerova a Schauderova, Lebesgueovy a Sobolevovy prostory a jejich duály.

##### *Obyčejné diferenciální rovnice*

Lokální existence řešení obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu (klasická a zobecněná teorie), jednoznačnost, maximální řešení, lineární rovnice vyšších řádů, soustavy lineárních rovnic prvního řádu a jejich řešení.

##### *Parciální diferenciální rovnice*

Lineární rovnice 1. řádu, metoda charakteristik, klasifikace rovnic 2. řádu, formule základních úloh pro jednotlivé typy vlastnosti harmonických funkcí, slabá řešení eliptických úloh, metoda monotonních operátorů, zobecněná řešení pro parabolickou a hyperbolickou rovnici, integrální transformace.

#### **2. Matematické modelování a numerické metody**

##### *Numerické metody řešení diferenciálních rovnic*

Základní numerické metody: interpolace, aproximace, řešení úloh lineární algebry, řešení nelineárních rovnic. Diskrétní metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic; metoda sítí pro řešení eliptických, parabolických a hyperbolických úloh; konvergence, stabilita, iterační metody. Metoda konečných prvků pro řešení eliptických rovnic: triangulace oblasti, po částech polynomiální aproximace, interpolace v Sobolevových prostorech, odhad chyby, příklady konečných prvků.

*Základní matematické modely mechaniky kontinua tuhé a kapalné fáze*

Formulace zákonů zachování ve tvaru diferenciálních rovnic, Eulerovy a Navierovy-Stokesovy rovnice, nevazké nevířivé proudění - formulace pomocí potenciálu rychlosti a proudové funkce, úloha pro vazké nestlačitelné proudění. Základní pojmy z teorie pružnosti, tenzor napětí, tenzor napětí, tenzor deformace, Hookův zákon, Lamého rovnice.

**3. Vybrané partie fyziky***Mechanika kontinua*

Tenzorová algebra a analýza, tenzory velké deformace, infinitezimální deformace. Bilanční rovnice, Cauchyho věta, tenzor napětí, konstituční vztahy, princip objektivity, symetrie. Tekutiny, pevné látky, elastické látky, ideální, newtonovské a nenewtonovské tekutiny, elastické pevné látky. Formulace okrajových úloh a jejich řešení.

*Termodynamika*

Termodynamické veličiny, stav systému - I. zákon termodynamiky. Termodynamický proces, entropie - II. zákon termodynamiky. Důsledky principu časové nevratnosti procesů a principu maximální pravděpodobnosti stavu. Konstitutivní vztahy pro termoviskoelastické těleso, termoviskoelastickou tekutinu a termodynamické podmínky stability jejich stavů. Klasická nerovnovážná termodynamika, princip minimální disipace energie a minimální produkce entropie. Rozšířená nerovnovážná termodynamika, zobecněná definice entropie pro lokálně nerovnovážné stavy.

*Statistická fyzika*

Soubory ve statistické fyzice, Liouvilleova rovnice, mikrokanonický, kanonický a velký kanonický soubor, Maxwellovo - Boltzmannovo, Fermiho - Diracovo a Boseovo - Einsteinovo rozdělení, záření černého tělesa, stavová rovnice plynů.

*Kvantová mechanika*

Základní pojmy a postuláty kvantové mechaniky, Schrödingerova rovnice, relace neurčitosti, jednočásticové a dvoučásticové problémy, lineární harmonický oscilátor, částice v potenciálové jámě, atom vodíku. Teorie reprezentací. Hilbertův prostor, Schrödingerova, Heisenbergova a interakční reprezentace. Spin a jeho popis. Pauliho rovnice, skládání orbitálního a spinového momentu. Zeemanův jev. Přibližné metody kvantové mechaniky. Poruchový počet, variační metody. Systémy mnoha částic. Mnohočásticová vlnová funkce a její interpretace. Systémy stejných částic. Bosony a fermiony, Pauliho princip. Slaterův determinant.

**11. Učitelství fyziky pro SŠ v kombinaci s odbornou fyzikou**

**Garantující pracoviště:** Katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

K odbornému magisterskému studiu fyziky ve zvolené disciplíně umožňuje tento obor získat aprobaci pro výuku fyziky na střední škole. Zahrnuje výuku předmětů nezbytných pro profesní přípravu učitele (pedagogicko-psychologické disciplíny a pedagogická praxe) a předmětů orientovaných na výuku fyziky (didaktika fyziky a praktika školních pokusů). Absolventi se vedle svého specializovaného oboru fyziky uplatní i jako učitelé fyziky na středních školách.

*Cíle studia:*

Cílem je připravit absolventy, kteří vedle své specializace budou plně kvalifikováni k výuce fyziky na střední škole, nejen po odborné, ale i po profesní stránce. Z absolventů by měli vyrůst učitelé, kteří budou umět zaujmout žáky pro svůj předmět, dokáží je podněcovat k aktivní práci, budou s nimi schopni komunikovat i mimo svou odbornost a vést je a vychovávat po lidské stránce, budou se chtít sami dále rozvíjet a zvládnou měnící se roli učitele v dnešním i budoucím světě.

*Profil absolventa:*

Absolvent má plnohodnotné vzdělání v některém z "neučitelských" studijních oborů (studijní obory 1.-10.) magisterského studijního programu fyzika. Kromě toho získal vzdělání jak v pedagogicko-psychologických disciplínách, tak v oblasti vyučování fyzice a absolvoval příslušné pedagogické praxe, takže je aprobován učit fyziku na střední škole. Umí předávat znalosti a dovednosti z oboru fyziky, zvládá dostatečně široké spektrum metod a forem výuky, umí řídit práci studentů a reagovat na nejružnější situace vzniklé ve výuce. Má potřebné znalosti z pedagogicko-psychologických předmětů tvořících základ jeho profesní orientace a umí těchto znalostí aktivně využívat. Získal praktické zkušenosti s výukou ve škole a základní znalosti o organizaci práce střední školy.

**Doporučený průběh studia**

Student si k povinné výuce zapisuje ještě výběrovou výuku a doporučené volitelné předměty minimálně v takovém rozsahu, aby za celé studium získal alespoň počet kreditů nutných k připuštění ke státní závěrečné zkoušce.

Studijní plán oboru Učitelství fyziky pro SŠ v kombinaci s odbornou fyzikou se skládá ze studijního plánu některého ze studijních oborů (1-10) navazujícího magisterského studijního programu Fyzika a předmětů povinných k získání učitelské aproby podle následujících tabulek:

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z
NDFY045	<b>Praktikum školních pokusů I</b>	4	0/3 Z	—
NDFY046	<b>Praktikum školních pokusů II</b>	4	—	0/4 Z
NDFY043	<b>Didaktika fyziky I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NDFY031	<b>Pedagogická praxe z fyziky I</b>	1	1 týden Z	
NDFY032	<b>Pedagogická praxe z fyziky II</b>	1		2 týdny Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY056	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky III</i>	3	0/2 Z	—
NDFY057	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky IV</i>	3	—	0/2 Z
NDFY042	<i>Vývoj fyzikálních experimentů</i>	3	0/2 Z	—
NJSF110	<i>Seminář fyzikální olympiády I</i>	3	0/2 Z	—
NJSF111	<i>Seminář fyzikální olympiády II</i>	3	—	0/2 Z

NPED015	<i>Pedagogický seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NPED016	<i>Pedagogický seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NPED022	<i>Rétorika a komunikace s lidmi I</i>	3	0/2 Z	—
NPED042	<i>Rétorika a komunikace s lidmi II</i>	3	—	0/2 Z

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDFY044	<b>Didaktika fyziky II</b>	3	0/2 Z	—
NDFY033	<b>Pedagogická praxe z fyziky III</b>	1	2 týdny Z	
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NPED023	<i>Školský management</i>	3	0/2 Z	—
NDFY068	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva I</i>	3	2/0 Zk	—
NDFY069	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva II</i>	3	—	2/0 Zk
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY047	<i>Praktikum školních pokusů III</i>	4	0/3 Z	—
NDFY048	<i>Praktikum školních pokusů IV</i>	4	—	0/3 Z

## Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z fyziky odpovídající zvolenému oboru navazujícího magisterského studia fyziky (1-10)
- z ústní zkoušky z didaktiky fyziky (s praktickou částí)
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

### Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním či uznáním z předchozího studia.

### Podmínky pro přihlášení k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie

- získání alespoň 40 kreditů
- splnění předmětů Pedagogika I, Pedagogika II a Psychologie

Poznámka: Ústní část státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie může student skládat nejdříve v letním semestru v 1. roce studia.

### Diplomová práce

Diplomová práce ze zvoleného oboru navazujícího magisterského studia fyziky se zpravidla zadává v zimním semestru prvního roku studia.



### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z fyziky**

Požadavky jsou shodné s požadavky uvedenými u zvoleného oboru navazujícího magisterského studia fyziky (1-10).

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z didaktiky fyziky**

Požadavky zahrnují didaktická témata uvedená v požadavcích ke státní závěrečné zkoušce u studijního oboru 12 Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie**

Požadavky jsou shodné s požadavky k státní závěrečné zkoušce uvedenými u studijního oboru 12 Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ.

## **12. Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ**

**Garantující pracoviště:** Katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

#### *Charakteristika studijního oboru:*

Magisterské studium připravuje učitele kombinace fyzika-matematika pro střední školy. Navazuje na bakalářské studium, z něhož si student přinesl základní odborné znalosti potřebné pro výuku těchto předmětů na střední škole. Studium vedle některých náročnějších partií matematiky a fyziky zahrnuje zejména profesní přípravu (pedagogicko-psychologické předměty, základy školního managementu, didaktiky obou předmětů, metody řešení úloh, praktika školních pokusů, pedagogická praxe). Široká nabídka volitelných předmětů a volba tématu diplomové práce (z fyziky nebo z matematiky) umožňuje studentům rozšířit si vzdělání v oblastech, které je zajímají.

#### *Cíle studia:*

Cílem je vychovat kvalitní středoškolské učitele fyziky a matematiky, velmi dobře připravené po odborné i profesní stránce. Rozvinout jejich osobnost, aby uměli jak zaujmout žáky pro své předměty, tak je vést a vychovávat po lidské stránce. Z absolventů by měli vyrůst učitelé, kteří dokáží podněcovat své žáky k aktivní práci, budou s nimi schopni komunikovat i mimo svou odbornost, budou se chtít sami dále rozvíjet a zvládnou měnící se roli učitele v dnešním i budoucím světě.

#### *Profil absolventa:*

Absolvent je plně kvalifikovaným učitelem matematiky a fyziky pro střední školu. Má dostatečně široké a hluboké odborné znalosti základů matematiky a fyziky, aby dokázal pracovat i s talentovanými žáky. Umí tyto znalosti aplikovat na řešení problémů, využívat při provádění a vyhodnocování experimentů a v diskusích zahrnujících souvislosti s moderními technologiemi a běžným životem. Umí předávat znalosti a dovednosti z těchto oborů, zvládá dostatečně široké spektrum metod a forem výuky, umí řídit práci studentů a reagovat na nejrůznější situace vzniklé ve výuce. Má dobrou úroveň počítačové gramotnosti. Má potřebné znalosti z pedagogicko-psychologických předmětů tvořících základ jeho profesní orientace a umí těchto znalostí aktivně využívat. Získal praktické zkušenosti s výukou ve škole a základní znalosti o organizaci práce střední školy. V rámci diplomové práce získal hlubší vědomosti z některé části matematiky nebo fyziky nebo z problematiky vzdělávání v těchto oborech. To mu umožňuje komunikovat se specialisty a může být východiskem jeho dalšího vzdělávání.

**Doporučený průběh studia**

Student si k povinné výuce zapisuje ještě výběrovou výuku a doporučené volitelné předměty minimálně v takovém rozsahu, aby za celé studium získal alespoň počet kreditů nutných k připuštění ke státní závěrečné zkoušce. Povinná výuka je v následujícím přehledu vyznačena tučným písmem.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z
NUFY104	<b>Fyzika kondenzovaného stavu</b>	4	3/0 Zk	—
NUFY018	<b>Jaderná fyzika <sup>1</sup></b>	3	—	2/0 Zk
	<b>Kurz bezpečnosti práce I <sup>2</sup></b>	0		
NDFY045	<b>Praktikum školních pokusů I</b>	4	0/3 Z	—
NDFY046	<b>Praktikum školních pokusů II</b>	4	—	0/4 Z
NDFY043	<b>Didaktika fyziky I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NDFY031	<b>Pedagogická praxe z fyziky I</b>	1	1 týden Z	
NDFY032	<b>Pedagogická praxe z fyziky II</b>	1		2 týdny Z
NDIM001	<b>Didaktika matematiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP012	<b>Matematická analýza III</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP020	<b>Algebra II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NUMV043	<b>Metody řešení matematických úloh</b>	3	0/2 Z	—
NDIM005	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIM006	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1		2 týdny Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b> <i>Výběrová výuka z matematiky <sup>3</sup></i>	6	—	0/4 Z
NUFY010	<i>Elektronika</i>	3	2/0 Zk	—
NUFY084	<i>Praktický úvod do elektroniky II</i>	3	—	0/2 Z
NUFY045	<i>Jaderná fyzika</i>	3	—	0/2 Z
NTMF111	<i>Obecná teorie relativity</i>	4	—	3/0 Zk
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY051	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NDFY053	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NDFY042	<i>Vývoj fyzikálních experimentů</i>	3	0/2 Z	—
NJSF110	<i>Seminář fyzikální olympiády I</i>	3	0/2 Z	—
NJSF111	<i>Seminář fyzikální olympiády II</i>	3	—	0/2 Z
NPED015	<i>Pedagogický seminář I</i>	3	0/2 Z	—
NPED016	<i>Pedagogický seminář II</i>	3	—	0/2 Z
NPED022	<i>Rétorika a komunikace s lidmi I</i>	3	0/2 Z	—
NPED042	<i>Rétorika a komunikace s lidmi II</i>	3	—	0/2 Z

NDFY055	<i>Fyzikální vzdělávání ve školních vzdělávacích programech I</i>	3	—	0/2 Z
NDFY058	<i>Fyzikální vzdělávání ve školních vzdělávacích programech II</i>	3	0/2 Z	—

<sup>1</sup> Místo absolvování přednášky Jaderná fyzika v rozsahu 2/0 může posluchač absolvovat přednášku Fyzika V v bakalářském studijním programu Fyzika nebo přednášku Fyzika VI pro studijní plán Fyzika-matematika pro základní vzdělávání.

<sup>2</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/>.

<sup>3</sup> Posluchači zapíší výuku po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY020	<b>Astronomie a astrofyzika</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY023	<b>Fyzikální obraz světa</b>	3	2/0 Zk	—
NDFY044	<b>Didaktika fyziky II</b>	3	0/2 Z	—
NDFY033	<b>Pedagogická praxe z fyziky III</b>	1	2 týdny Z	
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NUMP017	<b>Geometrie III</b>	3	2/0 Zk	—
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NPED023	<i>Školský management</i>	3	0/2 Z	—
	<i>Výběrová výuka z matematiky</i> <sup>1</sup>			
NDFY068	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva I</i>	3	2/0 Zk	—
NDFY069	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva II</i>	3	—	2/0 Zk
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY047	<i>Praktikum školních pokusů III</i>	4	0/3 Z	—
NDFY048	<i>Praktikum školních pokusů IV</i>	4	—	0/3 Z

<sup>1</sup> Posluchači zapíší výuku po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku matematiky pro učitelské obory.

## Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z fyziky a didaktiky fyziky s praktickou částí týkající se didaktiky fyziky
- z ústní zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z diplomního aprobačního předmětu**

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z nediplomního aprobačního předmětu**

- získání alespoň 90 kreditů

**Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z pedagogiky a psychologie**

- získání alespoň 40 kreditů
- splnění předmětů Pedagogika I, Pedagogika II a Psychologie

**Diplomová práce**

Diplomová práce se zpravidla zadává v zimním semestru prvního roku studia. Téma diplomové práce z fyziky nebo matematiky nebo didaktik těchto oborů si student volí po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku fyziky pro učitelské obory.

**Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z fyziky a didaktiky fyziky****Odborná témata**

Student musí prokázat dostatečný fyzikální nadhled nad partii fyziky, které bude ve své praxi vyučovat. Musí proto prokázat znalost klíčových experimentů a základních fyzikálních teorií a jejich vzájemných souvislostí. Musí umět vysvětlit a ilustrovat podstatu a význam základních fyzikálních veličin, zákonů a jejich důsledků, experimentálních metod a praktických aplikací. K tomu patří pochopení pojmů a zákonů prolínajících celou fyzikou (energie, hybnost, zákony zachování, rovnice kontinuity, potenciály, pohybové rovnice, oscilace, vlny, postuláty základních teorií), vztahů jednotlivých partií a mezi jejich platnosti a znalost jednotek veličin a hodnot základních fyzikálních konstant.

**1. Klasická mechanika a teorie relativity**

Základní principy nerelativistické mechaniky. Kinematický popis a pohybové rovnice soustavy částic, tuhého tělesa a kontinua. Zákony zachování. Inerciální a neinerciální soustavy souřadnic. Pohyb částic v homogenním a centrálním silovém poli; kmity. Vlny v pružném prostředí a tekutinách. Meze klasické mechaniky. Základní postuláty speciální teorie relativity, význam a důsledky Lorentzovy transformace. Relativistická dynamika. Pokusy ověřující důsledky STR. Vztah klasické mechaniky a STR. Prostor, čas a kauzalita; čtyřrozměrný prostoročas. Základní ideje obecné teorie relativity.

**2. Elektrodynamika**

Základní elektrické a magnetické jevy a jejich kvantitativní formulace. Náboje a látky v elektrických a magnetických polích. Elektromagnetické pole jako samostatný objekt. Maxwellovy rovnice. Energie a hybnost elektromagnetického pole. Rovinné elektromagnetické vlny. Polarizace. Ohyb, interference a lom rovinných elektromagnetických

vln. Generování elektromagnetických vln; retardace, koherence vlnění. Meze klasické elektrodynamiky.

### 3. *Termodynamika a statistická fyzika*

Principy termodynamického a statistického popisu fyzikálních systémů a dějů, příklady jejich aplikací.

### 4. *Fyzika mikrosvěta*

Experimentální východiska kvantové fyziky, základní myšlenky kvantové mechaniky, jejich důsledky a uplatnění v technické praxi. Svět atomů a molekul. Atomové jádro (složení, charakteristiky). Vazebná energie jádra, vazebné síly. Modely jader. Radioaktivita. Jaderné reakce (s využitím v energetice). Elementární částice, jejich vlastnosti a interakce. Experimenty jaderné a částicové fyziky.

### 5. *Fyzika kondenzovaného stavu*

Vazebné síly a struktura látek v kondenzovaném stavu. Mechanické vlastnosti látek. Elektrony a fonony; základy pásové teorie pevných látek. Elektrony kondenzovaných látek ve vnějších polích, interakce záření s pevnými látkami; spontánní a vynucená emise. Tepelné, elektrické a optické vlastnosti pevných látek. Magnetické vlastnosti pevných látek. Praktické aplikace fyziky pevných látek (polovodičové prvky, lasery, fotoelementy, supravodiče, kapalně krystalové látky).

### 6. *Fyzika hvězd a vesmíru*

Základy moderních astronomických a astrofyzikálních představ o hvězdách a vesmíru.

## **Didaktická témata**

Student musí mikrovýstupem prokázat schopnost samostatně vyložit zadané téma z níže uvedených okruhů učiva zahrnující demonstrační pokus ze středoškolské fyziky. Musí umět vysvětlit souvislost pokročilejších partií s příslušnými částmi látky probíranými na střední škole a bez nepřipustného zkreslení objasnit danou problematiku na úrovni přístupné středoškolákům. Musí prokázat znalost cílů a obsahu fyzikálního vzdělávání na střední škole a schopnost navrhnout alternativní způsoby projekce fyzikálních poznatků do učiva střední školy. Předmětem diskuse může být i struktura učiva fyziky na SŠ, zavádění fyzikálních veličin, zákonů a teorií do učiva SŠ, metody a prostředky ve výuce středoškolské fyziky, metodika řešení fyzikálních úloh a didaktické funkce pokusů, diagnostické metody.

Student také musí při mikrovýstupu prokázat znalost obsluhy a fyzikálního principu činnosti přístrojů, užívaných ve výuce fyziky na školách. Zejména jde o následující přístroje: Ruhmkorffův transformátor, indukční elektrika, van de Graaffův generátor, vysokonapěťový zdroj, elektroskop, měřič náboje, elektrostatický voltmetr, univerzální zdroj, školní trafousměrňovač, rotační odporový měnič, reostat, rozkladný transformátor s příslušenstvím, ampérmetr, voltmetr, wattmetr, ohmmetr, teslametr, RC generátor, osciloskop, souprava pro pokusy s mikrovlnami, WSP 220, vývěva, manometr, pVT přístroj, vzduchová dráha, souprava GAMABETA. Student musí zvládat i základy práce se systémy typu ISES nebo IP Coach pro počítačem podporované školní experimenty.

### *Okruhy učiva:*

Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb. Rovnoměrný pohyb po kružnici. Newtonovy zákony. Skládání sil. Mechanická práce a mechanická energie. Archimédův zákon.

Proudění tekutin. Mechanické kmity a vlny. Tepelné děje s ideálním plynem. Elektrostatické pole. Vedení elektrického proudu v látkách. Magnetické pole. Elektromagnetická indukce. Střídavé proudy. Elektrické stroje. Elektrické kmity a vlny. Odraz a lom světla. Interference a ohyb světla. Registrace alfa, beta, gama částic.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky**

Požadavky jsou shodné s požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky v magisterském studijním oboru Učitelství matematiky-deskriptivní geometrie pro střední školy studijního programu Matematika.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie**

Při zkoušce student prokáže znalost základních pedagogických a psychologických pojmů a dovednost používat je v odpovídajících souvislostech. Dokáže analyzovat konkrétní pedagogické situace, identifikovat v nich obsažené problémy, zaujmout k nim vlastní stanovisko a zdůvodnit je v kontextu jiných možných řešení. Prokáže schopnost integrovat poznatky z psychologie osobnosti, vývojové psychologie, pedagogické psychologie, sociální psychologie a školní psychologie. Je schopen aplikovat poznatky z pedagogiky a psychologie na daný problém. Při rozpravě nad konkrétními pedagogickými situacemi bude schopen hlouběji analyzovat a vyhodnotit jevy edukační reality a prokáže tak připravenost k převzetí role učitele. Prokáže rovněž, na základě předložené studijní literatury, připravenost k samostatnému dalšímu vzdělávání v oblasti pedagogiky a psychologie. Specifikace otázek, problémů a situací bude odpovídat stupni školy, pro který je student připravován. Zkouška se koná ústní formou.

### **Témata z oblasti pedagogiky**

#### *1. Žák a jeho předpoklady k učení*

Učení, jeho vnější podmínky a vnitřní předpoklady. Motivace žáka. Učební styly žáků. Kompetence žáků. Žáci se speciálními vzdělávacími potřebami a jejich integrace. Diagnostika sociálních vztahů ve třídě. Problémy školní úspěšnosti žáků. Zjišťování příčin žákova neprospěchu a možnosti jejich překonání. Sociální aspekty vzdělávání. Socializace.

#### *2. Učitel v síti sociálních vztahů*

Osobnost učitele, typologie, vyučovací styl, role učitele a její proměna, učitelská profese, problém autority. Sociální dovednosti učitele, verbální a neverbální komunikace. Vzdělávání učitelů. Kompetence učitele. Didaktické chyby začínajících učitelů. Psychologické aspekty spolupráce s rodinou. Sociální interakce učitel-žák, příprava učitele na vyučování.

#### *3. Cíle vzdělávání a výchovy*

Kognitivní (poznatkové a operační), afektivní, hodnotové cíle, se zvláštním přihlédnutím k přírodovědnému a matematickému vzdělávání. Vědomosti, dovednosti, schopnosti a kompetence jako cílové kategorie. Taxonomie cílů. Faktor cíle v činnosti učitele a v činnosti žáků. Vztah cíle a výsledku vzdělávání. Cíle v závazných kurikulárních dokumentech. Matematická a přírodovědná gramotnost.

#### *4. Obsah vzdělávání*

Kultura, věda, technika, umění. Učivo a jeho uspořádání. Kurikulární transformace, kurikulum, rámcové vzdělávací programy, školní vzdělávací programy. Základní

školské dokumenty vymezující obsah vzdělávání. Vzdělávací standardy. Učební plán, učební osnovy. Učebnice, metodické příručky, další literatura pro žáky a učitele. Materiální a formální vzdělávání, všeobecné a odborné vzdělávání. Snahy o modernizaci vzdělávacích obsahů: strukturalismus, exemplární přístup, základní učivo. Integrace předmětů, integrace přírodovědného vzdělávání.

### 5. *Vyučovací metody a organizační formy*

„Neuvědomělý“ metodický přístup učitele: intuice a nápodoba. Vyučovací metody a jejich rámcová klasifikace. Vyučovací hodina, její typy a fáze, dramatické prvky její stavby. Aktivizující metody a jejich zavádění do výuky. Strategie řešení problémů, problémové vyučování, projektová výuka, kooperativní výuka, heuristická metoda, diskuse, týmové vyučování, případová metoda, inscenační metoda. Didaktické hry a soutěže. Diagnostické a klasifikační metody. Didaktické testy. Hodnocení žáků, klasifikace a slovní hodnocení, funkce hodnocení, rozvíjení hodnotící aktivity žáků, sebehodnocení. Organizační formy výuky. Frontální, skupinová a individuální výuka. Diferenciace a individualizace ve vyučování. Vliv nových technologií: distanční výuka, multimediální prostředky. Otevřené vyučování, inklusivní vzdělávání, konstruktivistický přístup.

### 6. *Vzdělávací soustava*

Druhy a typy škol, vzdělávací soustava v ČR, systém výchovného poradenství. ČŠI a hodnocení škol. Školská soustava a problémy s ní spojené, domácí vzdělávání, alternativní školy — příklady a charakteristika. Mezinárodní klasifikace stupňů vzdělávání, mezinárodní výzkumy vzdělávání, vzdělávací soustava ve vybrané zemi. Současné tendence, autonomie škol.

## ***Témata z oblasti psychologie***

### 1. *Psychologie osobnosti žáka*

Základní komplexy dispozic (temperament, schopnosti, motivace, charakter), utváření identity. Stávání se žákem (školní socializace). Žák v širších biodromálních souvislostech. Žáci se specifickými edukačními potřebami — žáci s potížemi při učení, žáci pracující pod a nad své schopnosti, nadaní žáci, žáci s poruchami chování atd.

Socializace — formy sociálního učení:

Pojem a podstata socializace. Mechanismy socializace. Rodinná a školní socializace (rozdíly a shody role rodiče a role učitele. Vznik, funkce a změna postojů. Předsudky a stereotypy.

### 2. *Psychologie osobnosti učitele a učitelské profese*

Analýza učitelské profese – učitelská profese a její nároky (klinická náročnost učitelství, nejistoty, ambivalence a dilemata učitelství, prestiž učitelské profese). Posuny v žákovské populaci a jejich dopady na učitelskou profesi. Subjektivní zodpovědnost za úspěchy a neúspěchy žáků. Autodiagnostika učitele — individuální pojetí učitelství, zjišťování vlastních specifik pedagogického působení — zvláštnosti vlastního pojetí žáka.

Náročné životní situace:

Stres a jeho zvládání. Copingové strategie. Pomáhající profese. Lidský vztah jako součást profese. Syndrom vyhoření a jeho prevence.

### 3. *Motivace ve škole*

Motivace učební činnosti (struktura žákovské motivace: výkonová motivace, poznávací motivace, sociální motivace, instrumentální motivace, odměny a tresty). Diagnostika žákovské motivace k učení. Krátkodobé i dlouhodobé strategie ovlivňování žákovské motivace. Vztah k budoucnosti jako činitel žákovské motivace. Volní procesy

a jejich diagnostika. Postoje žáků ke škole a vyučovacím předmětům. Žákovská nemotivovanost a motivační vlivy převážně snižující školní výkon (strach a nuda ve škole). Překonávání motivačních krizí ve vztahu ke škole.

Psychologické aspekty hodnocení ve škole:

Funkce a význam hodnocení ve škole. Psychologická rizika a úskalí spojená s hodnocením (emocionální aspekt a sociální aspekt hodnocení). Školní úspěšnost — pojetí školní úspěšnosti (rozvoj potencialit žáka — facilitující a inhibující faktory). Souvislosti hodnocení s typem vyučování, možnosti a meze jednotlivých druhů hodnocení. Vztahové normy využívané při hodnocení. Charakteristika nových přístupů v oblasti hodnocení.

#### 4. Učení a poznávání

Pojem učení — podoby učení, vybrané teorie učení a druhy učení (asociační teorie učení, klasické a operantní podmiňování, tvarová koncepce učení — učení vhladem, kognitivní teorie učení). Zákonitosti učení podle jednotlivých druhů učení. Učení ve školním kontextu: paměťové učení, učení senzomotorické (učení dovednostem), pojmové učení, učení poznatků, vědomostem (učení z textu, učení z obrazového materiálu), učení řešením problémů, sociální učení. Učení a chyba — práce s chybou. Autoregulace učení — vzdělávací autoregulace (diagnostika a rozvoj). Strategie efektivního učení — smysluplné učení.

Individuální zvláštnosti učení:

Kognitivní styl, učební styl (žákovo pojetí učení, učební strategie, učební přístupy). Psychologické přístupy k učivu a vyučování: Dětská interpretace světa — žákovo pojetí učiva. Pojem metakognice. Specifické poruchy učení — výskyt, nejčastější projevy, diagnostika, přístup učitele, náprava.

#### 5. Psychický vývoj

Periodizace lidského života, základní pojmy vývojové psychologie (vývoj, zrání, učení). Hlavní vývojové oblasti (tělesná, motorická, percepční, kognitivní, řečová a jazyková, osobnostní, sociální). Vývoj v jednotlivých oblastech: předškolní věk, mladší a starší školní věk, adolescence, dospělost stáří. Hlavní vývojové koncepce (Erikson, Piaget, Vygotskij).

Systém poradenských služeb ve školství:

Odborné kompetence pracovníků v systému poradenských služeb ve školství: výchovní poradci, školní metodik prevence, odborník na reedukaci SPU, školní psycholog. Spolupráce s PPP, SPC, SVP.

#### 6. Interakce učitel – žák (žáci)

Sociální poznávání a hodnocení. Percepce žáka učitelem. Zákonitosti procesu přisouvání příčin po úspěchu a neúspěchu. Kauzální atribuce a školní výkon. Učitelova očekávání („sebenaplňující proroctví“). Typizování žáků, preferenční postoje učitele, kategorizace učitelů žáky.

Psychologická analýza školní třídy:

Struktura a dynamika sociální struktury. Psychologie školní třídy a možnosti intervence v práci se třídou. Činitelé ovlivňující stav a vývoj školní třídy. Sociometrie, metody zjišťování vztahů ve skupině (SORAD). Klima ve školní třídě a ve škole — pojem a základní dimenze (diagnostika třídního a školního klimatu). Šikana ve škole a její prevence.



### **13. Učitelství fyziky pro SŠ (dvouoborové)**

**Garantující pracoviště:** Katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Studium fyziky v rámci tohoto oboru se shoduje se studiem aprobačního předmětu Fyzika v rámci oboru 12 včetně povinných předmětů a požadavků ke státní zkoušce. Studium je zamýšleno v kombinaci s dalším aprobačním předmětem zpravidla v rámci mezifakultního studia. Bude ho též možno použít jako doplňující nebo rozšiřující studium v rámci celoživotního vzdělávání.

# Studijní plány studijního programu INFORMATIKA

## A1. Bakalářské studium – zahájení v roce 2008 nebo později

### 1. Základní informace

Průběh studia není studijními plány pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a získal potřebný počet kreditů požadovaný při kontrole studia na konci každého studijního roku. Při výběru zapisovaných předmětů je však vhodné dodržovat doporučený průběh studia, který je sestaven s ohledem na návaznosti mezi jednotlivými předměty.

Bakalářský studijní program Informatika zahrnuje tři studijní obory:

- Obecná informatika
- Programování
- Správa počítačových systémů

Výuka v prvním ročníku je na všech oborech shodná, takže každý posluchač si může zvolit obor až po absolvování prvního roku studia. Posluchač je povinen oznámit definitivní volbu oboru, v němž chce zakončit studium, nejpozději před zahájením třetího roku svého studia (před zadáním bakalářské práce).

Převážná většina povinných a povinně volitelných předmětů je na všech oborech stejná. Také velká část požadavků k bakalářské státní závěrečné zkoušce je shodná pro všechny posluchače studijního programu - vyžaduje se znalost základů matematiky, teoretické informatiky, softwarových systémů a programování. Detailní seznam požadavků se mírně odlišuje podle zvoleného oboru. Součástí státní závěrečné zkoušky je obhajoba bakalářské práce. Bakalářská práce má většinou charakter softwarového díla a vzniká zpravidla dopracováním a doplněním individuálního softwarového projektu, který je součástí povinných studijních plánů. Je ovšem také možné vypracovat teoretickou bakalářskou práci, která na softwarový projekt nenavazuje.

Volbou studijního oboru se nijak nepředurčuje, zda bude posluchač pokračovat v navazujícím magisterském studiu nebo zda po získání bakalářského vzdělání odejde do praxe. Obor Obecná informatika připravuje převážně pro další studium v magisterském stupni vzdělávání, jeho absolventi mohou pokračovat ve studiu teoretických i softwarových oborů. Obory Programování a Správa počítačových systémů poskytují širší odborné znalosti a schopnosti pro přímé uplatnění v praxi, jejich absolventi jsou

však dobře připraveni i na navazující magisterské studium převážně softwarového zaměření.

## 2. Doporučený průběh studia

Není pevně určeno, ve kterém ročníku musí posluchač splnit kterou studijní povinnost. Pro každý obor je stanoven seznam povinných předmětů, zbývající kredity si posluchač doplní vlastní volbou dalších předmětů (povinně volitelných a volitelných) podle podmínek zvoleného oboru studia a podle svého zájmu. Doporučený průběh studia je tedy nezávazný, je ovšem dobré řídit se jím a je také podporován při tvorbě rozvrhu. Doporučený průběh je vypracován tak, aby na sebe povinné předměty vhodně navazovaly. Je sestaven takovým způsobem, že povinné předměty jsou umístěny přednostně do 1. a 2. roku studia a jenom minimum z nich je ponecháno do 3. ročníku. Toto řešení bude vyhovovat zejména těm posluchačům, kteří chtějí odložit definitivní volbu svého studijního oboru až na začátek třetího roku studia. Má-li však posluchač již ve druhém roce studia vyhraněné odborné zájmy, může si zápis některých povinných předmětů odložit do 3. ročníku a ve druhém roce studia si místo nich zapsat více povinně volitelných a volitelných předmětů podle zvoleného zaměření.

V následujícím doporučeném průběhu studia jsou uvedeny povinné předměty společné pro všechny obory a také některé důležité povinně volitelné předměty. Posluchač si musí v závislosti na studovaném oboru sám doplnit ještě další povinné předměty specifické pro zvolený obor, povinně volitelné předměty podle požadavků zvoleného oboru a volitelné předměty v potřebném rozsahu. Seznam všech povinných a povinně volitelných předmětů jednotlivých oborů naleznete v další části textu.

Povinné předměty jsou v tabulkách doporučeného průběhu studia vyznačeny tučně, povinně volitelné běžným písmem a volitelné kurzívou.

### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	<b>Matematická analýza I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI057	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI002	<b>Diskrétní matematika</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	<b>Programování I</b>	6	3/2 Z	—
NSWI120	<b>Principy počítačů a operačních systémů</b>	5	3/0 Zk	—
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ070	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NMAI055	<b>Matematická analýza II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI058	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NDMI011	<b>Kombinatorika a grafy I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG031	<b>Programování II</b> <sup>2</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	<b>Algoritmy a datové struktury I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI095	<b>Úvod do UNIXu</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NJAZ072	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Z

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN061	<b>Algoritmy a datové struktury II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL062	<b>Výroková a predikátová logika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI025	<b>Databázové systémy</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI056	Matematická analýza III <sup>3</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika <sup>3</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
	Povinně volitelný předmět ze skupiny Programování <sup>4</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NJAZ074	<i>Anglický jazyk</i> <sup>1</sup>	1	0/2 Z	—
NPRG005	<b>Neprocedurální programování</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN071	<b>Automaty a gramatiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT048	Optimalizační metody <sup>5</sup>	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG045	<b>Ročníkový projekt</b>	4	—	0/0 Z
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>6</sup>	1	—	0/2 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>1</sup>	1	—	0/2 Zk
	Povinně volitelné a volitelné předměty			

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSWI090	<b>Počítačové sítě I</b>	3	2/0 Zk	—
NMAI062	Algebra I <sup>5</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG046	Softwarová praxe <sup>7</sup>	2	0/0 KZ	—
NSZZ029	Bakalářská práce — řešerše <sup>7</sup>	2	0/0 Z	—
NSZZ030	<b>Bakalářská práce</b>	4	—	0/0 Z
	Povinně volitelné a volitelné předměty			

<sup>1</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ070, NJAZ072, NJAZ074, NJAZ076 v rozsahu 0/2 v každém semestru je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíšou předměty NJAZ071, NJAZ073, NJAZ075, NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4 v každém semestru.

<sup>2</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>3</sup> Je třeba absolvovat aspoň jeden z povinně volitelných předmětů NMAI056 nebo NMAI059 – viz popis jednotlivých oborů dále.

<sup>4</sup> Je třeba absolvovat aspoň jeden povinně volitelný předmět ze skupiny Programování – viz popis jednotlivých oborů dále.

<sup>5</sup> Je třeba absolvovat aspoň jeden z povinně volitelných předmětů NOPT048 nebo NMAI062 – viz popis jednotlivých oborů dále.

<sup>6</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat letní výcvikový kurz NTVY018 nebo zimní výcvikový kurz NTVY019; tyto kurzy je možné absolvovat kdykoli v průběhu bakalářského studia.

<sup>7</sup> Je třeba absolvovat jeden z povinně volitelných předmětů NPRG046 nebo NSZZ029 – viz následující odstavec.

**Ročníkový projekt a bakalářská práce**

V letním semestru 2. roku studia každý posluchač zahájí práci na ročníkovém projektu. Může se rozhodnout buď pro rozsáhlejší softwarový projekt, který následně

přeroste do závěrečné bakalářské práce, nebo pro menší projekt a na něm nezávislou teoretickou bakalářskou práci.

Pokud chce posluchač vypracovat rozsáhlejší softwarový projekt, může ve čtvrtém semestru v rámci povinného předmětu NPRG045 Ročníkový projekt připravit pouze jeho specifikaci a pilotní verzi, zatímco finální implementaci dokončí v pátém semestru v rámci povinně volitelného předmětu NPRG046 Softwarová praxe. V šestém semestru pak naprogramovaný projekt dopracuje do podoby bakalářské práce v povinném předmětu NSZZ030 Bakalářská práce. Jestliže chce posluchač vypracovat pouze menší softwarový projekt, na který jeho bakalářská práce nebude navazovat, a následně ve třetím roce studia hodlá vypracovat teoretickou bakalářskou práci, pak svůj ročníkový projekt ve 2. ročníku dokončí a v pátém semestru si místo předmětu NPRG046 Softwarová praxe запиše povinně volitelný předmět NSZZ029 Bakalářská práce – rešerše. V rámci něho zahájí přípravu své teoretické bakalářské práce. Tu pak dokončí v šestém semestru studia v předmětu NSZZ030 Bakalářská práce.

Předměty NPRG045 Ročníkový projekt a NSZZ030 Bakalářská práce jsou povinné ve všech oborech studia, předměty NPRG046 Softwarová praxe a NSZZ029 Bakalářská práce – rešerše jsou na všech oborech povinně volitelné a každý posluchač musí absolvovat jeden z nich podle toho, jakou bakalářskou práci připravuje.

### 3. Volitelné předměty

Vedle povinných předmětů a předepsaného množství povinně volitelných předmětů si může každý posluchač zapisovat další předměty podle vlastního výběru tak, aby dosáhl požadované hranice 180 kreditů za celé studium. V případě zájmu si samozřejmě může zapsat volitelných předmětů více.

Má-li posluchač bakalářského studia v úmyslu pokračovat v navazujícím magisterském studiu informatiky a je-li již rozhodnut, jaký obor bude studovat, měl by se seznámit se seznamem povinných a povinně volitelných předmětů vyžadovaných v příslušném oboru navazujícího magisterského studia a přizpůsobit mu volbu povinně volitelných a volitelných předmětů již v bakalářském studiu. Příslušná doporučení naleznete v magisterské části studijních plánů. Jestliže posluchač bakalářského studia úspěšně absoluuje některý z povinných nebo povinně volitelných předmětů svého budoucího magisterského oboru studia, bude mu v navazujícím magisterském studiu splnění této povinnosti uznáno.

Jako volitelné předměty si může posluchač zapsat také odborné matematické a fyzikální přednášky určené zejména pro posluchače studijních programů Matematika a Fyzika. Přímo posluchačům informatiky je určena například základní přehledová fyzikální přednáška

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOFY016	<i>Fyzika pro nefyziky I - Svět kolem nás</i>	3	2/0 Zk	—
NOFY017	<i>Fyzika pro nefyziky II — Modely a realita</i>	3	—	2/0 Zk

Předměty NOFY016 a NOFY017 jsou vyučovány pouze v některých letech, zpravidla jednou za dva roky.

## 4. Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou. Ta má dvě části, jimiž jsou obhajoba bakalářské práce a ústní část. K oběma částem státní závěrečné zkoušky se posluchač poprvé přihlašuje najednou. Studium je úspěšně zakončeno po úspěšném absolvování obou těchto částí.

### *Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce*

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru ve stanoveném rozsahu
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním nebo uznáním z předchozího studia.

Ústní část státní závěrečné zkoušky se skládá ze dvou předmětů, jimiž jsou Základy matematiky a Základy informatiky. Požadavky ke zkoušce se pro jednotlivé obory mírně odlišují, značná část požadavků je však stejná a vychází z obsahu výuky společných povinných předmětů. Odlišnosti mezi jednotlivými obory spočívají převážně v tom, na které znalosti je u zkoušky kladen důraz a požadují se podrobněji. Případné specifické požadavky pro jednotlivé obory jsou převážně pokryty výukou povinně volitelných předmětů.

## 5. Studijní obory

Další text je rozčleněn podle studijních oborů. Pro každý obor je uveden seznam povinných a povinně volitelných předmětů a požadavky znalostí k ústní části státní závěrečné zkoušky.

### **Obecná informatika**

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

### *Povinné předměty*

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	Matematická analýza I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	Matematická analýza II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI057	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NDMI002	Diskrétní matematika	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	Kombinatorika a grafy I	5	—	2/2 Z+Zk
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	Programování I	6	3/2 Z	—
NPRG031	Programování II <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG005	Neprocedurální programování	6	—	2/2 Z+Zk

NSWI120	<b>Principy počítačů a operačních systémů</b>	5	3/0 Zk	—
NSWI095	<b>Úvod do UNIXu</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI090	<b>Počítačové sítě I</b>	3	2/0 Zk	—
NDBI025	<b>Databázové systémy</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG045	<b>Ročníkový projekt</b> <sup>2</sup>	4	—	0/0 Z
NSZZ030	<b>Bakalářská práce</b>	4	—	0/0 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět lze zapsat v zimním i v letním semestru, standardně je zapisován v letním semestru.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

### **Povinně volitelné předměty – skupina Matematika A**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI056	Matematická analýza III	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika	6	2/2 Z+Zk	—

### **Povinně volitelné předměty – skupina Matematika B**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI062	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT048	Optimalizační metody	6	—	2/2 Z+Zk

### **Povinně volitelné předměty – skupina Bakalářská práce**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 2 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG046	Softwarová praxe	2	0/0 KZ	—
NSZZ029	Bakalářská práce — rešerše	2	0/0 Z	—

### **Povinně volitelné předměty – skupina Programování**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—

NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—

### **Povinně volitelné předměty – hlavní skupina**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 20 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT046	Základy spojitě optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR019	Hardware pro počítačovou grafiku	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR025	Introduction to Colour Science	3	2/0 Zk	—
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI096	Internet	4	2/1 KZ	—
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk
NPRG036	Technologie XML	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI099	Administrace systémů Windows *	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—

\* Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

### **Doporučení výběru povinně volitelných předmětů**

Doporučuje se absolvovat předměty NMAI056 Matematická analýza III, NMAI059 Pravděpodobnost a statistika, NMAI062 Algebra I, NOPT048 Optimalizační metody, znalosti pokryté těmito předměty jsou požadovány u bakalářské státní závěrečné zkoušky.

## **Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce**

### **Základy matematiky**

#### **1. Čísla**

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.



## 2. Základy diferenciálního počtu

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

## 3. Integrál

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

## 4. Základy teorie funkcí více proměnných

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémy funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

## 5. Metrické prostory

Definice metrického prostoru, příklady. Definice topologického prostoru. Spojitost, otevřené a uzavřené množiny.

## 6. Základní algebraické struktury

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Malá Fermatova věta. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

## 7. Vektorové prostory

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

## 8. Skalární součin

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

## 9. Řešení soustav lineárních rovnic

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplněkem.

## 10. Matice

Matice a jejich hodnost. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inversní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

## 11. Determinanty

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inversní matice. Cramerovo pravidlo.

## 12. Vlastní čísla a vlastní hodnoty

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

## 13. Algebra

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup a dalších struktur. Podílová tělesa.

#### 14. Diskrétní matematika

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

#### 15. Teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

#### 16. Pravděpodobnost a statistika

Náhodné jevy, podmíněná pravděpodobnost, nezávislost náhodných jevů. Náhodné veličiny, střední hodnota, rozdělení náhodných veličin, normální a binomické rozdělení. Lineární kombinace náhodných veličin. Bodové odhady, intervaly spolehlivosti, testování hypotéz, t-test, chí-kvadrát test, lineární regrese.

#### 17. Kompaktnost, úplnost, posloupnosti a řady funkcí

Kompaktní metrické prostory, kompaktní topologické prostory. Úplné metrické prostory. Aplikace metrických a topologických prostorů. Stejněměrná konvergence. Mocninné a Taylorovy řady. Fourierovy řady. Aplikace.

#### 18. Optimalizační metody

Minimaxové věty. Geometrická interpretace - mnohostěny. Základy lineárního programování, věty o dualitě, algoritmy - simplexová a elipsoidová metoda.

### **Základy informatiky**

#### 1. Logika

Jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Věty o kompaktnosti a úplnosti výrokové a predikátové logiky. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky.

#### 2. Automaty a jazyky

Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus. Uzávěrové vlastnosti tříd jazyků.

#### 3. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Metoda „rozděl a panuj“ - aplikace a analýza složitosti. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy, přihrádkové třídění, třídící sítě. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu, toky v sítích. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA. Pravděpodobnostní algoritmy - testování prvočíselnosti. Aproximační algoritmy.

#### 4. Databáze

Architektury databázových systémů. Konceptuální, logická a fyzická úroveň pohledů na data, B-stromy a jejich varianty. Relační datový model, relační algebra, normální formy, referenční integrita. SQL. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí. Technologie XML, XML Schema.

#### 5. Architektury počítačů a sítí

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Vstupní a výstupní zařízení, ukládání a přenos dat. Architektury OS. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační

primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování. Systémy souborů, adresářové struktury. Bezpečnost, autentizace, autorizace, přístupová práva. ISO/OSI vrstevnatá architektura sítí. TCP/IP. Spojované a nespojované služby, spolehlivost, zabezpečení protokolů.

### 6. Programovací jazyky

Principy implementace procedurálních a objektově orientovaných jazyků, oddělený překlad, sestavení. Objektově orientované programování. Neprocedurální programování, logické programování. Generické programování – šablony a generika.

## Programování

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	Matematická analýza I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	Matematická analýza II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI057	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NDMI002	Diskrétní matematika	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	Kombinatorika a grafy I	5	—	2/2 Z+Zk
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	Programování I	6	3/2 Z	—
NPRG031	Programování II <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG005	Neprocedurální programování	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI120	Principy počítačů a operačních systémů	5	3/0 Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI090	Počítačové sítě I	3	2/0 Zk	—
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG045	Ročníkový projekt <sup>2</sup>	4	—	0/0 Z
NSZZ030	Bakalářská práce	4	—	0/0 Z
NJAZ076	Anglický jazyk <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
NTVY016	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY017	Tělesná výchova <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět lze zapsat v zimním i v letním semestru, standardně je zapisován v letním semestru.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Matematika A***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI056	Matematická analýza III	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika	6	2/2 Z+Zk	—

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Matematika B***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI062	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT048	Optimalizační metody	6	—	2/2 Z+Zk

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Bakalářská práce***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 2 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG046	Softwarová praxe	2	0/0 KZ	—
NSZZ029	Bakalářská práce — rešerše	2	0/0 Z	—

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Programování***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—

### ***Povinně volitelné předměty – hlavní skupina***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 20 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk

NPRG036	Technologie XML	6	—	2/2 Z+Zk
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NSWI096	Internet	4	2/1 KZ	—
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR019	Hardware pro počítačovou grafiku	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR025	Introduction to Colour Science	3	2/0 Zk	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NSWI099	Administrace systémů Windows *	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT046	Základy spojité optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk

\* Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

### **Doporučení výběru povinně volitelných předmětů**

Doporučuje se absolvovat předměty NMAI059 Pravděpodobnost a statistika, NMAI062 Algebra I, znalosti pokryté těmito předměty jsou požadovány u bakalářské státní závěrečné zkoušky.

### **Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce**

#### **Základy matematiky**

##### *1. Čísla*

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.

##### *2. Základy diferenciálního počtu*

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

##### *3. Integrál*

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

##### *4. Základy teorie funkcí více proměnných*

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémy funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

##### *5. Metrické prostory*

Definice metrického prostoru, příklady. Definice topologického prostoru. Spojitost, otevřené a uzavřené množiny.

## 6. Základní algebraické struktury

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Malá Fermatova věta. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

## 7. Vektorové prostory

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

## 8. Skalární součin

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

## 9. Řešení soustav lineárních rovnic

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplňkem.

## 10. Matice

Matice a jejich hodnota. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inverzní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

## 11. Determinanty

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inverzní matice. Cramerovo pravidlo.

## 12. Vlastní čísla a vlastní hodnoty

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

## 13. Algebra

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup a dalších struktur. Podílová tělesa.

## 14. Diskrétní matematika

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

## 15. Teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

## 16. Pravděpodobnost a statistika

Náhodné jevy, podmíněná pravděpodobnost, nezávislost náhodných jevů. Náhodné veličiny, střední hodnota, rozdělení náhodných veličin, normální a binomické rozdělení. Lineární kombinace náhodných veličin. Bodové odhady, intervaly spolehlivosti, testování hypotéz, t-test, chí-kvadrát test, lineární regrese.

## **Základy informatiky**

### *1. Základy teoretické informatiky*

Logika – jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky. Automaty – Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus.

### *2. Algoritmy a datové struktury*

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy, přihrádkové třídění, třídící sítě. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA.

### *3. Databáze*

Architektury databázových systémů. Konceptuální, logická a fyzická úroveň pohledů na data. Algoritmy návrhu schémat relací, normální formy, referenční integrita. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí, uzamykací protokoly, zablokování. ER-diagramy, metody návrhů IS. SQL. Indexy, triggery, uložené procedury, uživatelé, uživatelská práva. Vícevrstevné architektury. Vazba databází na internetové technologie. Organizace dat na vnější paměti, B-stromy a jejich varianty. Technologie XML. XML Schema, XSLT, XQuery a jejich použití.

### *4. Programovací jazyky a překladače*

Principy implementace objektově orientovaných jazyků, běhová podpora. Oddělený překlad, sestavení, řízení překladu. Pojmy a principy objektového návrhu. Generické programování a knihovny – šablony a generika, politiky, traits, kompilační polymorfismus. Návrhové vzory. Neprocedurální programování. Struktura překladače, lexikální, syntaktická analýza. Interpretované jazyky, virtuální stroje.

### *5. Architektura počítačů a operačních systémů*

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Sběrnice, protokoly. Vstupní a výstupní zařízení. Architektury OS. Vztah OS a HW, obsluha přerušení. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování, algoritmy pro výměnu stránek, výpadek stránky, stránkovací tabulky. Systémy souborů, adresářové struktury.

### *6. Sítě a internetové technologie*

Architektura ISO/OSI. Rodina protokolů TCP/IP (ARP, IPv4, IPv6, ICMP, UDP, TCP) - adresace, routing, fragmentace, spolehlivost, flow control, congestion control, NAT. Rozhraní BSD sockets. Spolehlivost - spojované a nespojované protokoly, typy, detekce a oprava chyb. Bezpečnost - IPSec, SSL, firewalls. Internetové a intranetové protokoly a technologie - DNS, SMTP, IMAP, POP3, SSH, FTP, HTTP, NFS.

## **Správa počítačových systémů**

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

**Povinné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	Matematická analýza I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	Matematická analýza II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI057	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NDMI002	Diskrétní matematika	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	Kombinatorika a grafy I	5	—	2/2 Z+Zk
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	Programování I	6	3/2 Z	—
NPRG031	Programování II <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG005	Neprocedurální programování	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI120	Principy počítačů a operačních systémů	5	3/0 Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI090	Počítačové sítě I	3	2/0 Zk	—
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG045	Ročníkový projekt <sup>2</sup>	4	—	0/0 Z
NSZZ030	Bakalářská práce	4	—	0/0 Z
NJAZ076	Anglický jazyk <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
NTVY016	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY017	Tělesná výchova <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět lze zapsat v zimním i v letním semestru, standardně je zapisován v letním semestru.

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

**Povinně volitelné předměty – skupina Matematika A**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI056	Matematická analýza III	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika	6	2/2 Z+Zk	—

**Povinně volitelné předměty – skupina Matematika B**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).



Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI062	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT048	Optimalizační metody	6	—	2/2 Z+Zk

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Bakalářská práce***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 2 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG046	Softwarová praxe	2	0/0 KZ	—
NSZZ029	Bakalářská práce — rešerše	2	0/0 Z	—

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Programování***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání 6 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Administrace***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 8 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň dva předměty z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSWI099	Administrace systémů Windows *	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—

\* Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

### ***Povinně volitelné předměty – hlavní skupina***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 20 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk
NPRG036	Technologie XML	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI096	Internet	4	2/1 KZ	—
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—

NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR019	Hardware pro počítačovou grafiku	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR025	Introduction to Colour Science	3	2/0 Zk	—
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT046	Základy spojité optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk

### **Doporučení výběru povinně volitelných předmětů**

Doporučuje se absolvovat předměty NMAI059 Pravděpodobnost a statistika, NMAI062 Algebra I, znalosti pokryté těmito předměty jsou požadovány u bakalářské státní závěrečné zkoušky.

### **Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce**

#### **Základy matematiky**

##### *1. Čísla*

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.

##### *2. Základy diferenciálního počtu*

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

##### *3. Integrál*

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

##### *4. Základy teorie funkcí více proměnných*

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémy funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

##### *5. Metrické prostory*

Definice metrického prostoru, příklady. Definice topologického prostoru. Spojitost, otevřené a uzavřené množiny.

##### *6. Základní algebraické struktury*

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Malá Fermatova věta. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

##### *7. Vektorové prostory*

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

### 8. Skalární součin

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

### 9. Řešení soustav lineárních rovnic

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplněkem.

### 10. Matice

Matice a jejich hodnost. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inversní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

### 11. Determinanty

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inversní matice. Cramerovo pravidlo.

### 12. Vlastní čísla a vlastní hodnoty

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

### 13. Algebra

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup a dalších struktur. Podílová tělesa.

### 14. Diskrétní matematika

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

### 15. Teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

### 16. Pravděpodobnost a statistika

Náhodné jevy, podmíněná pravděpodobnost, nezávislost náhodných jevů. Náhodné veličiny, střední hodnota, rozdělení náhodných veličin, normální a binomické rozdělení. Lineární kombinace náhodných veličin. Bodové odhady, intervaly spolehlivosti, testování hypotéz, t-test, chí-kvadrát test, lineární regrese.

## **Základy informatiky**

### 1. Základy teoretické informatiky

Logika – jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky. Automaty – Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus.

### 2. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra

grafu. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA.

### 3. Databáze

Architektury databázových systémů. Normální formy. Referenční integrita. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí, uzamykací protokoly, zablokování. SQL. Indexy, trigger, uložené procedury, uživatelé, uživatelská práva. Vícevrstevné architektury. Vazba databází na internetové technologie. Správa databázových systémů. Technologie XML, XML Schema, XSLT, XQuery a jejich použití.

### 4. Architektura počítačů a operačních systémů

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Sběrnice, protokoly. Vstupní a výstupní zařízení, přenos dat. Technologie dálkového přenosu dat. Velkokapacitní záznamová média, zálohování, technologie ukládání a zabezpečení záznamů. Architektury OS. Vztah OS a HW, obsluha přerušení. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování, algoritmy pro výměnu stránek, výpadek stránky, stránkovací tabulky. Systémy souborů, adresářové struktury.

### 5. Síť a internetové technologie

Architektura ISO/OSI. Rodina protokolů TCP/IP (ARP, IPv4, IPv6, ICMP, UDP, TCP) - adresace, routing, fragmentace, spolehlivost, flow control, congestion control, NAT. Rozhraní BSD sockets. Spolehlivost - spojované a nespojované protokoly, typy, detekce a oprava chyb. Bezpečnost - IPsec, principy fungování AH, ESP, transport mode, tunnel mode, firewalls, SSL. Internetové a intranetové protokoly a technologie - DNS, SMTP, IMAP, POP3, SSH, FTP, HTTP, NFS.

### 6. Administrace systémů

Instalace systému, plánování síťové topologie, rozklad zátěže. Zabezpečení, systém práv, správa uživatelských účtů. Síťové, systémové a adresářové služby, vzdálený přístup. Zálohování, automatizace úkolů, synchronizace, zotavení systému. Konkrétní souborové systémy. Instalace software, hromadná, vzdálená a odložená instalace. Činnost systému při spouštění a ukončování, konfigurace. Skriptování a shelly. (Student si zvolí konkrétní platformu, buď Windows nebo Unix.)

## A2. Bakalářské studium – zahájení v roce 2007 nebo dříve

### 1. Základní informace

Bakalářský studijní program Informatika zahrnuje tři studijní obory:

- Obecná informatika
- Programování
- Správa počítačových systémů

Průběh studia není studijními plány pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a získal potřebný počet kreditů požadovaný při kontrole studia na konci každého studijního roku. Pro každý obor je stanoven seznam povinných předmětů, zbývající kredity si posluchač doplní vlastní volbou dalších předmětů (povinně volitelných a volitelných) podle podmínek zvoleného oboru studia a podle svého zájmu.

Převážná většina povinných a povinně volitelných předmětů je na všech oborech stejná. Také velká část požadavků k bakalářské státní závěrečné zkoušce je shodná pro všechny posluchače studijního programu - vyžaduje se znalost základů matematiky, teoretické informatiky, softwarových systémů a programování. Detailní seznam požadavků se mírně odlišuje podle zvoleného oboru. Součástí státní závěrečné zkoušky je obhajoba bakalářské práce. Bakalářská práce má většinou charakter softwarového díla a vzniká zpravidla dopracováním a doplněním individuálního softwarového projektu, který je součástí povinných studijních plánů. Je ovšem také možné vypracovat teoretickou bakalářskou práci, která na softwarový projekt nenavazuje.

Posluchač je povinen oznámit volbu oboru, v němž chce zakončit studium, nejpozději na začátku třetího roku studia při zadávání bakalářské práce. Volbou studijního oboru se nijak nepředurčuje, zda bude posluchač pokračovat v navazujícím magisterském studiu nebo zda po získání bakalářského vzdělání odejde do praxe. Obor Obecná informatika připravuje převážně pro další studium v magisterském stupni vzdělávání, jeho absolventi mohou pokračovat ve studiu teoretických i softwarových oborů. Obory Programování a Správa počítačových systémů poskytují širší odborné znalosti a schopnosti pro přímé uplatnění v praxi, jejich absolventi jsou však dobře připraveni i na navazující magisterské studium převážně softwarového zaměření.

Má-li posluchač bakalářského studia v úmyslu pokračovat v navazujícím magisterském studiu informatiky a je-li již rozhodnut, jaký obor bude studovat, měl by se seznámit se seznamem povinných a povinně volitelných předmětů vyžadovaných v příslušném oboru navazujícího magisterského studia a přizpůsobit mu volbu povinně volitelných a volitelných předmětů již v bakalářském studiu. Jestliže posluchač bakalářského studia úspěšně absolvuje některý z povinných nebo povinně volitelných předmětů svého budoucího magisterského oboru studia, bude mu v navazujícím magisterském studiu splnění této povinnosti uznáno. Jako volitelné předměty si může posluchač zapsat také odborné matematické a fyzikální přednášky určené zejména pro posluchače studijních programů Matematika a Fyzika.

## 2. Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou. Ta má dvě části, jimiž jsou obhajoba bakalářské práce a ústní část. K oběma částem státní závěrečné zkoušky se posluchač poprvé přihlašuje najednou. Studium je úspěšně zakončeno po úspěšném absolvování obou těchto částí.

### ***Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce***

- získání alespoň 180 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru ve stanoveném rozsahu
- odevzdání vypracované bakalářské práce ve stanoveném termínu.

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním nebo uznáním z předchozího studia.

Ústní část státní závěrečné zkoušky se skládá ze dvou předmětů, jimiž jsou Základy matematiky a Základy informatiky. Požadavky ke zkoušce se pro jednotlivé obory mírně odlišují, značná část požadavků je však stejná a vychází z obsahu výuky společných povinných předmětů. Odlišnosti mezi jednotlivými obory spočívají převážně v tom, na které znalosti je u zkoušky kladen důraz a požadují se podrobněji. Případné specifické požadavky pro jednotlivé obory jsou převážně pokryty výukou povinně volitelných předmětů.

### 3. Studijní obory

Další text je rozčleněn podle studijních oborů. Pro každý obor je uveden seznam povinných a povinně volitelných předmětů a požadavky znalostí k ústní části státní závěrečné zkoušky.

#### Obecná informatika

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

#### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	Matematická analýza I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	Matematická analýza II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI056	Matematická analýza III	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI057	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI062	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI002	Diskrétní matematika	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	Kombinatorika a grafy I	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI064	Matematické struktury	6	—	2/2 Z+Zk
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	Programování I	6	3/2 Z	—
NPRG031	Programování II <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG005	Neprocedurální programování	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI087	Principy počítačů <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI097	Základy operačních systémů <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI096	Internet	4	2/1 KZ	—
NSWI090	Počítačové sítě I	3	2/0 Zk	—
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—

NPRG033	<b>Ročníkový projekt — specifikace</b> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NPRG034	<b>Ročníkový projekt — implementace</b> <sup>2</sup>	4	0/2 KZ	—
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět již není vyučován (lze ho nahradit vhodným záměnným předmětem).

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

### **Povinně volitelné předměty – skupina Programování**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 5 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG029	Programování v C++ <sup>1</sup>	5	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

### **Povinně volitelné předměty – hlavní skupina**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 16 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG032	Objektově orientované programování <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR007	Pokročilá 2D počítačová grafika	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI098	Principy překladačů	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI099	Administrace systémů Windows <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—
NSWI089	Ochrana informací I	3	2/0 Zk	—
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk

NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT046	Základy spojitě optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT041	Úvod do matematického programování a polyedrální kombinatoriky <sup>1</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI071	Ochrana informací II	3	—	2/0 Zk
NPRG036	Technologie XML	6	—	2/2 Z+Zk

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

<sup>2</sup> Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

## Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce

### Základy matematiky

#### 1. Čísla

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.

#### 2. Základy diferenciálního počtu

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

#### 3. Posloupnosti a řady funkcí

Spojitost za předpokladu stejnoměrné konvergence. Mocninné řady. Taylorovy řady. Fourierovy řady.

#### 4. Integrál

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

#### 5. Základy teorie funkcí více proměnných

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémy funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

#### 6. Metrické prostory

Definice metrického prostoru, příklady. Spojitost a stejnoměrná spojitost. Kompaktní prostory a jejich vlastnosti, úplné prostory.

#### 7. Diferenciální rovnice

Soustavy lineárních diferenciálních rovnic prvního řádu resp. lineární rovnice  $n$ -tého řádu s konstantními koeficienty. Jejich řešení a speciální vlastnosti.



### 8. Algebra

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

### 9. Vektorové prostory

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

### 10. Skalární součin

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

### 11. Řešení soustav lineárních rovnic

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplňkem.

### 12. Matice

Matice a jejich hodnota. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inverzní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

### 13. Determinanty

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inverzní matice. Cramerovo pravidlo.

### 14. Vlastní čísla a vlastní hodnoty

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

### 15. Základy lineárního programování

Simplexová metoda. Věty o dualitě (bez důkazu).

### 16. Diskrétní matematika

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

### 17. Teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

## **Základy informatiky**

### 1. Logika

Jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Věty o kompaktnosti a úplnosti výrokové a predikátové logiky. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky.

### 2. Automaty a jazyky

Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus. Uzávěrové vlastnosti tříd jazyků.

### 3. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Metoda „rozděl a panuj“ - aplikace a analýza složitosti. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy, příhrádkové třídění, třídící sítě. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu, toky v sítích. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA. Pravděpodobnostní algoritmy - testování prvočíselnosti. Aproximační algoritmy.

### 4. Databáze

Architektury databázových systémů. Konceptuální, logická a fyzická úroveň pohledů na data, B-stromy a jejich varianty. Relační datový model, relační algebra, normální formy, referenční integrita. SQL. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí. Technologie XML, XML Schema.

### 5. Architektury počítačů a sítí

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Vstupní a výstupní zařízení, ukládání a přenos dat. Architektury OS. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování. Systémy souborů, adresářové struktury. Bezpečnost, autentizace, autorizace, přístupová práva. ISO/OSI vrstevnatá architektura sítí. TCP/IP. Spojované a nespojované služby, spolehlivost, zabezpečení protokolů.

### 6. Programovací jazyky

Principy implementace procedurálních a objektově orientovaných jazyků, oddělený překlad, sestavení. Objektově orientované programování. Neprocedurální programování, logické programování. Generické programování – šablony a generika.

## Programování

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	<b>Matematická analýza I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	<b>Matematická analýza II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI056	<b>Matematická analýza III</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI057	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI062	<b>Algebra I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI002	<b>Diskrétní matematika</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	<b>Kombinatorika a grafy I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI059	<b>Pravděpodobnost a statistika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL062	<b>Výroková a predikátová logika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	<b>Automaty a gramatiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	<b>Algoritmy a datové struktury I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	<b>Algoritmy a datové struktury II</b>	6	2/2 Z+Zk	—

NPRG030	<b>Programování I</b>	6	3/2 Z	—
NPRG031	<b>Programování II</b> <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG029	<b>Programování v C++</b> <sup>2</sup>	5	2/2 Z+Zk	—
NPRG005	<b>Neprocedurální programování</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI087	<b>Principy počítačů</b> <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI097	<b>Základy operačních systémů</b> <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI095	<b>Úvod do UNIXu</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI096	<b>Internet</b>	4	2/1 KZ	—
NSWI090	<b>Počítačové sítě I</b>	3	2/0 Zk	—
NDBI025	<b>Databázové systémy</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	<b>Organizace a zpracování dat I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG033	<b>Ročníkový projekt — specifikace</b> <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NPRG034	<b>Ročníkový projekt — implementace</b> <sup>2</sup>	4	0/2 KZ	—
NSZZ026	<b>Bakalářská práce</b>	6	—	0/4 Z
NJAZ076	<b>Anglický jazyk</b> <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY015	<b>Tělesná výchova</b>	1	—	0/2 Z
NTVY016	<b>Tělesná výchova</b>	1	0/2 Z	—
NTVY017	<b>Tělesná výchova</b> <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět již není vyučován (lze ho nahradit vhodným záměnným předmětem).

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní zapíší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

### ***Povinně volitelné předměty – skupina Programování***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 5 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG032	Objektově orientované programování <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

### ***Povinně volitelné předměty – hlavní skupina***

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 16 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR007	Pokročilá 2D počítačová grafika	5	2/1 Z+Zk	—

NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI098	Principy překladačů	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI099	Administrace systémů Windows <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—
NSWI089	Ochrana informací I	3	2/0 Zk	—
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NMAI064	Matematické struktury	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT046	Základy spojité optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT041	Úvod do matematického programování a polyedrální kombinatoriky <sup>1</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI071	Ochrana informací II	3	—	2/0 Zk
NPRG036	Technologie XML	6	—	2/2 Z+Zk

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

<sup>2</sup> Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

## Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce

### Základy matematiky

#### 1. Čísla

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.

#### 2. Základy diferenciálního počtu

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

#### 3. Posloupnosti a řady funkcí

Spojitost za předpokladu stejnoměrné konvergence. Mocninné řady. Taylorovy řady. Fourierovy řady.

#### 4. Integrál

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

5. *Základy teorie funkcí více proměnných*

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémy funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

6. *Metrické prostory*

Definice metrického prostoru, příklady. Spojitost a stejnoměrná spojitost. Kompaktní prostory a jejich vlastnosti, úplné prostory.

7. *Diferenciální rovnice*

Soustavy lineárních diferenciálních rovnic prvního řádu resp. lineární rovnice n-tého řádu s konstantními koeficienty. Jejich řešení a speciální vlastnosti.

8. *Algebra*

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

9. *Vektorové prostory*

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

10. *Skalární součin*

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

11. *Řešení soustav lineárních rovnic*

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplňkem.

12. *Matice*

Matice a jejich hodnost. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inversní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

13. *Determinanty*

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inversní matice. Cramerovo pravidlo.

14. *Vlastní čísla a vlastní hodnoty*

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

15. *Základy lineárního programování*

Simplexová metoda. Věty o dualitě (bez důkazu).

16. *Diskrétní matematika*

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

17. *Teorie grafů*

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

## Základy informatiky

### 1. Základy teoretické informatiky

Logika – jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky. Automaty – Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus.

### 2. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy, přihrádkové třídění, třídící sítě. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA.

### 3. Databáze

Architektury databázových systémů. Konceptuální, logická a fyzická úroveň pohledů na data. Algoritmy návrhu schémat relací, normální formy, referenční integrita. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí, uzamykací protokoly, zablokování. ER-diagramy, metody návrhů IS. SQL. Indexy, triggery, uložené procedury, uživatelé, uživatelská práva. Vícevrstevné architektury. Vazba databází na internetové technologie. Organizace dat na vnější paměti, B-stromy a jejich varianty. Technologie XML. XML Schema, XSLT, XQuery a jejich použití.

### 4. Programovací jazyky a překladače

Principy implementace objektově orientovaných jazyků, běhová podpora. Oddělený překlad, sestavení, řízení překladu. Pojmy a principy objektového návrhu. Generické programování a knihovny – šablony a generika, politiky, traits, kompilační polymorfismus. Návrhové vzory. Neprocedurální programování. Struktura překladače, lexikální, syntaktická analýza. Interpretované jazyky, virtuální stroje.

### 5. Architektura počítačů a operačních systémů

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Sběrnice, protokoly. Vstupní a výstupní zařízení. Architektury OS. Vztah OS a HW, obsluha přerušení. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování, algoritmy pro výměnu stránek, výpadek stránky, stránkovací tabulky. Systémy souborů, adresářové struktury.

### 6. Sítě a internetové technologie

Architektura ISO/OSI. Rodina protokolů TCP/IP (ARP, IPv4, IPv6, ICMP, UDP, TCP) - adresace, routing, fragmentace, spolehlivost, flow control, congestion control, NAT. Rozhraní BSD sockets. Spolehlivost - spojované a nespojované protokoly, typy, detekce a oprava chyb. Bezpečnost - IPSec, SSL, firewalls. Internetové a intranetové protokoly a technologie - DNS, SMTP, IMAP, POP3, SSH, FTP, HTTP, NFS.

## Správa počítačových systémů

**Garantující pracoviště:** Informatická sekce

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

**Povinné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI054	Matematická analýza I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI055	Matematická analýza II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI056	Matematická analýza III	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI057	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NMAI058	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI062	Algebra I	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI002	Diskrétní matematika	5	2/2 Z+Zk	—
NDMI011	Kombinatorika a grafy I	5	—	2/2 Z+Zk
NMAI059	Pravděpodobnost a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	Algoritmy a datové struktury I	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN061	Algoritmy a datové struktury II	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG030	Programování I	6	3/2 Z	—
NPRG031	Programování II <sup>1</sup>	5	—	2/2 Z+Zk
NPRG005	Neprocedurální programování	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI087	Principy počítačů <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI097	Základy operačních systémů <sup>2</sup>	3	2/0 Zk	—
NSWI095	Úvod do UNIXu	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI096	Internet	4	2/1 KZ	—
NSWI090	Počítačové sítě I	3	2/0 Zk	—
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI007	Organizace a zpracování dat I	5	2/1 Z+Zk	—
NPRG033	Ročníkový projekt — specifikace <sup>2</sup>	1	0/2 Z	—
NPRG034	Ročníkový projekt — implementace <sup>2</sup>	4	0/2 KZ	—
NSZZ026	Bakalářská práce	6	—	0/4 Z
NJAZ076	Anglický jazyk <sup>3</sup>	1	—	0/2 Zk
NTVY014	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY015	Tělesná výchova	1	—	0/2 Z
NTVY016	Tělesná výchova	1	0/2 Z	—
NTVY017	Tělesná výchova <sup>4</sup>	1	—	0/2 Z

<sup>1</sup> Zkoušku z předmětu NPRG031 lze skládat ještě před získáním zápočtu.

<sup>2</sup> Předmět již není vyučován (lze ho nahradit vhodným záměnným předmětem).

<sup>3</sup> Výuka anglického jazyka NJAZ076 v rozsahu 0/2 je určena pro středně pokročilé a pokročilé. Začátečníci a mírně pokročilí si místo ní запиší předmět NJAZ077 s rozsahem výuky 0/4.

<sup>4</sup> Místo předmětu NTVY017 lze zapsat výcvikový kurz NTVY002 nebo NTVY003.

**Povinně volitelné předměty – skupina Programování**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 5 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň jeden předmět z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG035	Jazyk C# a platforma .NET	6	2/2 Z+Zk	—

NPRG013	Java	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG041	Programování v C++	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG029	Programování v C++ <sup>1</sup>	5	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

### **Povinně volitelné předměty – skupina Administrace**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 8 kreditů za předměty z této skupiny (tzn. je třeba splnit aspoň dva předměty z této skupiny).

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSWI099	Administrace systémů Windows <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI106	Administrace Unixu	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI013	Administrace Oracle	3	0/2 Z	—
NPRG032	Objektově orientované programování <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

<sup>2</sup> Předmět je vyučován v zimním i v letním semestru.

### **Povinně volitelné předměty – hlavní skupina**

Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je získání alespoň 16 kreditů za předměty z této skupiny.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDMI012	Kombinatorika a grafy II	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NPGR007	Pokročilá 2D počítačová grafika	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI015	Programování v Unixu	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI098	Principy překladačů	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI026	Databázové aplikace	4	1/2 KZ	—
NSWI036	Programování pro Windows I	3	2/0 Zk	—
NSWI089	Ochrana informací I	3	2/0 Zk	—
NMAI063	Algebra II	3	—	2/0 Zk
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NMAI042	Numerická matematika	6	—	2/2 Z+Zk
NMAI064	Matematické struktury	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT046	Základy spojitě optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT041	Úvod do matematického programování a polyedrální kombinatoriky <sup>1</sup>	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR004	Počítačová grafika II	5	—	2/1 Z+Zk
NSWI037	Programování pro Windows II	3	—	2/0 Zk
NSWI021	Počítačové sítě II	3	—	2/0 Zk
NSWI045	Rodina protokolů TCP/IP	3	—	2/0 Zk
NPRG051	Pokročilé programování v C++ a C	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG038	Pokročilé programování pro .NET	6	—	2/2 Z+Zk
NSWI071	Ochrana informací II	3	—	2/0 Zk



<sup>1</sup> Předmět již není vyučován.

## Požadavky znalostí ke státní závěrečné zkoušce

### **Základy matematiky**

#### *1. Čísla*

Vlastnosti přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních čísel. Posloupnosti a limity. Cauchyovské posloupnosti.

#### *2. Základy diferenciálního počtu*

Reálné funkce jedné reálné proměnné. Spojitost, limita funkce v bodě (vlastní i nevlastní). Některé konkrétní funkce (polynomy, racionální lomené funkce, goniometrické a cyklometrické funkce, logaritmy a exponenciální funkce). Derivace: definice a základní pravidla, věty o střední hodnotě, derivace vyšších řádů. Některé aplikace (průběhy funkcí, Newtonova metoda hledání nulového bodu, Taylorův polynom se zbytkem).

#### *3. Posloupnosti a řady funkcí*

Spojitost za předpokladu stejnoměrné konvergence. Mocninné řady. Taylorovy řady. Fourierovy řady.

#### *4. Integrál*

Primitivní funkce, metody výpočtu. Určitý (Riemannův) integrál, užití určitého integrálu. Vícerozměrný integrál a Fubiniho věta.

#### *5. Základy teorie funkcí více proměnných*

Parciální derivace a totální diferenciál, věty o střední hodnotě, extrémů funkcí více proměnných, věta o implicitních funkcích.

#### *6. Metrické prostory*

Definice metrického prostoru, příklady. Spojitost a stejnoměrná spojitost. Kompaktní prostory a jejich vlastnosti, úplné prostory.

#### *7. Diferenciální rovnice*

Soustavy lineárních diferenciálních rovnic prvního řádu resp. lineární rovnice n-tého řádu s konstantními koeficienty. Jejich řešení a speciální vlastnosti.

#### *8. Algebra*

Grupa, okruh, těleso - definice a příklady. Podgrupa, normální podgrupa, faktorgrupa, ideál. Homomorfismy grup. Dělitelnost a ireducibilní rozklady polynomů. Rozklady polynomů na kořenové činitele pro polynom s reálnými, racionálními, komplexními koeficienty. Násobnost kořenů a jejich souvislost s derivacemi mnohočlenu.

#### *9. Vektorové prostory*

Základní vlastnosti vektorových prostorů, podprostory, generování, lineární závislost a nezávislost. Věta o výměně. Konečně generované vektorové prostory, base. Lineární zobrazení.

#### *10. Skalární součin*

Vlastnosti v reálném i komplexním případě. Norma. Cauchy-Schwarzova nerovnost. Kolmost. Ortogonální doplněk a jeho vlastnosti.

### 11. Řešení soustav lineárních rovnic

Lineární množiny ve vektorovém prostoru, jejich geometrická interpretace. Řešení soustavy rovnic je lineární množina. Frobeniova věta. Řešení soustavy úpravou matice. Souvislost soustavy řešení s ortogonálním doplňkem.

### 12. Matice

Matice a jejich hodnota. Operace s maticemi a jejich vlastnosti. Inverzní matice. Regulární matice, různé charakteristiky. Matice a lineární zobrazení, resp. změny souřadných soustav.

### 13. Determinanty

Definice a základní vlastnosti determinantu. Úpravy determinantů, výpočet. Geometrický smysl determinantu. Minory a inverzní matice. Cramerovo pravidlo.

### 14. Vlastní čísla a vlastní hodnoty

Vlastní čísla a vlastní hodnoty lineárního operátoru resp. čtvercové matice. Jejich výpočet, základní vlastnosti. Uvedení matice na diagonální tvar v případě různých vlastních čísel. Informace o Jordanově tvaru v obecném případě.

### 15. Základy lineárního programování

Simplexová metoda. Věty o dualitě (bez důkazu).

### 16. Diskrétní matematika

Uspořádané množiny. Množinové systémy, párování, párování v bipartitních grafech (systémy různých reprezentantů). Kombinatorické počítání. Princip inkluze a exkluze. Latinské čtverce a projektivní roviny.

### 17. Teorie grafů

Základní pojmy teorie grafů, reprezentace grafu. Stromy a jejich základní vlastnosti, kostra grafu. Eulerovské a hamiltonovské grafy. Rovinné grafy, barvení grafů.

## Základy informatiky

### 1. Základy teoretické informatiky

Logika – jazyk, formule, sémantika, tautologie. Rozhodnutelnost, splnitelnost, pravdivost, dokazatelnost. Normální tvary výrokových formulí, prenexní tvary formulí predikátové logiky. Automaty – Chomského hierarchie, třídy automatů a gramatik, determinismus a nedeterminismus.

### 2. Algoritmy a datové struktury

Časová složitost algoritmů, složitost v nejhorším a průměrném případě. Třídy složitosti P a NP, převoditelnost, NP-úplnost. Binární vyhledávací stromy, vyvažování, haldy. Hašování. Sekvenční třídění, porovnávací algoritmy. Grafové algoritmy - prohledávání do hloubky a do šířky, souvislost, topologické třídění, nejkratší cesta, kostra grafu. Tranzitivní uzávěr. Algoritmy vyhledávání v textu. Algebraické algoritmy - DFT, Euklidův algoritmus. Základy kryptografie, RSA.

### 3. Databáze

Architektury databázových systémů. Normální formy. Referenční integrita. Transakční zpracování, vlastnosti transakcí, uzamykací protokoly, zablokování. SQL. Indexy, trigger, uložené procedury, uživatelé, uživatelská práva. Vícevrstevné architektury. Vazba databází na internetové technologie. Správa databázových systémů. Technologie XML, XML Schema, XSLT, XQuery a jejich použití.

#### 4. *Architektura počítačů a operačních systémů*

Architektury počítače. Procesory, multiprocesory. Sběrnice, protokoly. Vstupní a výstupní zařízení, přenos dat. Technologie dálkového přenosu dat. Velkokapacitní záznamová média, zálohování, technologie ukládání a zabezpečení záznamů. Architektury OS. Vztah OS a HW, obsluha přerušení. Procesy, vlákna, plánování. Synchronizační primitiva, vzájemné vyloučení. Zablokování a zotavení z něj. Organizace paměti, alokační algoritmy. Principy virtuální paměti, stránkování, algoritmy pro výměnu stránek, vzhled stránky, stránkovací tabulky. Systémy souborů, adresářové struktury.

#### 5. *Sítě a internetové technologie*

Architektura ISO/OSI. Rodina protokolů TCP/IP (ARP, IPv4, IPv6, ICMP, UDP, TCP) - adresace, routing, fragmentace, spolehlivost, flow control, congestion control, NAT. Rozhraní BSD sockets. Spolehlivost - spojované a nespojované protokoly, typy, detekce a oprava chyb. Bezpečnost - IPsec, principy fungování AH, ESP, transport mode, tunnel mode, firewalls, SSL. Internetové a intranetové protokoly a technologie - DNS, SMTP, IMAP, POP3, SSH, FTP, HTTP, NFS.

#### 6. *Administrace systémů*

Instalace systému, plánování síťové topologie, rozklad zátěže. Zabezpečení, systém práv, správa uživatelských účtů. Síťové, systémové a adresářové služby, vzdálený přístup. Zálohování, automatizace úkolů, synchronizace, zotavení systému. Konkrétní souborové systémy. Instalace software, hromadná, vzdálená a odložená instalace. Činnost systému při spouštění a ukončování, konfigurace. Skriptování a shelly. (Student si zvolí konkrétní platformu, buď Windows nebo Unix.)

## B. Navazující magisterské studium

### 1. Základní informace

Studijní program se dělí na obory a většina z nich se dělí dále na studijní plány. Průběh studia není pevně určen, posluchač si volí jednotlivé předměty tak, aby vyhověl požadavkům zvoleného oboru studia a aby získal potřebný počet kreditů požadovaný při kontrole studia na konci každého studijního roku.

Studijní obory a studijní plány otvírané v rámci navazujícího magisterského studijního programu Informatika:

I1 Teoretická informatika (garantuje KTIML)

- algoritmy a složitost
- neprocedurální programování a umělá inteligence

I2 Softwarové systémy (garantuje KSI)

- databázové systémy
- softwarové inženýrství
- systémové architektury (studijní plán garantuje KDSS)
- spolehlivé systémy (studijní plán garantuje KDSS)
- počítačová grafika (studijní plán garantuje KSVI)

I3 Matematická lingvistika (garantuje ÚFAL)

- obor se nedělí na studijní plány

- I4 Diskrétní modely a algoritmy (garantuje KAM)
- diskrétní matematika a kombinatorická optimalizace
  - matematické struktury informatiky
  - optimalizace
- I5 Učitelství informatiky pro střední školy v kombinaci s odbornou informatikou (didaktickou část výuky garantuje KSVI)

Uchazeči o studium se hlásí do navazujícího magisterského studijního programu Informatika přímo na zvolený obor studia. Volba konkrétního studijního plánu je ponechána na pozdější rozhodnutí posluchače. Pro každý obor (příp. studijní plán) je stanoveno garantující pracoviště zajišťující převážnou část výuky v tomto oboru a je jmenován odpovědný učitel oboru (vedoucí garantujícího pracoviště, příp. jiný pověřený pracovník).

## 2. Návaznost na bakalářské studium

Pro úspěšné absolvování navazujícího magisterského studia informatiky se předpokládají vstupní znalosti alespoň v rozsahu výuky povinných bakalářských předmětů NDMI002 Diskrétní matematika, NTIN060 Algoritmy a datové struktury I, NTIN061 Algoritmy a datové struktury II, NTIN071 Automaty a gramatiky, NAIL062 Výroková a predikátová logika. Znalost učiva uvedených předmětů je nezbytná rovněž ke společným povinným zkušebním okruhům státní závěrečné zkoušky. Pokud posluchač ve svém dřívějším studiu neabsolvoval tyto nebo obsahově podobné předměty, měl by si ve vlastním zájmu zapsat v prvním roce navazujícího magisterského studia ty z uvedených bakalářských předmětů, jejichž znalosti mu chybějí.

V navazujícím magisterském studiu se dále předpokládá dobrá znalost matematiky na úrovni povinně volitelných bakalářských předmětů NMAI056 Matematická analýza III, NMAI059 Pravděpodobnost a statistika, NMAI062 Algebra I, NOPT048 Optimalizační metody. Chybějící znalosti z uvedených oborů by si měl každý posluchač rovněž doplnit v prvním roce navazujícího magisterského studia.

Pro úspěšné absolvování studia je nezbytná také dobrá znalost programování alespoň v rozsahu základního kurzu NPRG030 Programování I, NPRG031 Programování II. Posluchačům, kteří podobný kurz neabsolvovali ve svém předchozím studiu, doporučujeme zapsat si v úvodu navazujícího magisterského studia uvedené předměty.

Pokud posluchač ve svém předchozím bakalářském studiu na MFF úspěšně absolvoval některý z povinných nebo povinně volitelných předmětů studovaného oboru, bude mu tento předmět v navazujícím magisterském studiu uznán na základě kontroly údajů v evidenci studijního oddělení. Posluchač přicházející na MFF po získání bakalářského vzdělání na jiné vysoké škole může požádat o uznání povinného nebo povinně volitelného předmětu na základě předchozího absolvování obdobného předmětu (nutno doložit jeho absolvování, včetně sylabu).

## 3. Softwarový projekt

Studijní plány navazujícího magisterského studijního programu Informatika nabízejí posluchačům možnost účasti v týmovém softwarovém projektu v rámci předmětu NPRG023 Softwarový projekt. Na oborech I2 – Softwarové systémy a I3 – Matematická lingvistika je úspěšné absolvování tohoto předmětu povinné (kromě posluchačů oboru

I3, kteří zahájili studium v roce 2009 nebo dříve), na ostatních oborech je tento předmět volitelný. O zadávání témat, sledování průběžné práce na projektech i hodnocení závěrečných veřejných obhajob se stará Komise pro softwarové projekty tvořená zástupci jednotlivých inženýrských pracovišť. Za úspěšně obhájený projekt obdrží každý jeho řešitel 15 kreditů, z nichž 6 kreditů může komise udělit na žádost posluchače zálohově předem po prvním semestru práce na projektu na základě doložených průběžných výsledků. Pro započítání zálohových 6 kreditů si posluchač zapíše předmět NPRG027 Zápočet k projektu, zbývajících 9 kreditů získá po úspěšné obhajobě projektu zároveň se zápočtem z předmětu NPRG023 Softwarový projekt. Pokud posluchač o zálohové body předem nepožádá, zapíše si oba výše uvedené předměty zároveň při obhajobě. Na návrh komise pro softwarové projekty může být po úspěšné obhajobě nejlepším řešitelům projektu celková dotace přidělených kreditů ještě zvýšena o 3 kredity. Pro započítání těchto dalších přidělených kreditů si posluchač zapíše předmět NPRG028 Mimořádné ohodnocení projektu.

Předměty NPRG023 Softwarový projekt, NPRG027 Zápočet k projektu a NPRG028 Mimořádné ohodnocení projektu si lze zapsat kdykoliv podle potřeby, nikoli pouze v období zápisu vymezeném v harmonogramu akademického roku, jako je tomu u většiny ostatních předmětů. Lze je ovšem zapsat nejvýše dvakrát za celé studium.

## 4. Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou. Ta má dvě části, jimiž jsou obhajoba diplomové práce a ústní část. K oběma částem státní závěrečné zkoušky se posluchač poprvé přihlašuje najednou. Studium je úspěšně zakončeno po úspěšném absolvování obou těchto částí.

### *Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce*

- získání alespoň 120 kreditů
- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru, příp. studijního plánu
- splnění povinně volitelných předmětů zvoleného oboru, resp. studijního plánu, ve stanoveném rozsahu
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

Předmět lze splnit jeho úspěšným absolvováním nebo uznáním z předchozího studia.

Téma diplomové práce si posluchač vybere v zimním semestru předposledního roku studia v termínu stanoveném harmonogramem akademického roku. Může si vybrat téma z nabídky garantujícího pracoviště zvoleného studijního oboru nebo může garantujícímu pracovišti předložit vlastní návrh tématu. Všechna témata vypisovaných diplomových prací podléhají schválení vedoucím garantujícího pracoviště příslušného oboru.

Po zadání diplomové práce si každý posluchač postupně zapíše povinné předměty společné pro všechny obory:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

Zápočty z povinných předmětů NSZZ023 Diplomová práce I, NSZZ024 Diplomová práce II, NSZZ025 Diplomová práce III uděluje vedoucí diplomové práce jako doklad o úspěšné práci posluchače na stanoveném diplomovém úkolu. Předmět Diplomová práce I si posluchač zapíše zpravidla v letním semestru předposledního roku studia, předměty Diplomová práce II a Diplomová práce III pak návazně v zimním a v letním semestru posledního roku svého studia. V případě potřeby lze zvolit i jiné uspořádání, každý z těchto předmětů je možné zapsat v zimním nebo v letním semestru.

Ústní část státní závěrečné zkoušky má na všech oborech I1 – I4 studijního programu Informatika podobnou strukturu. Posluchač je zkoušen ze znalostí dvou nebo tří povinných zkušebních okruhů pokrývajících teoretický základ informatiky (složitost, vyčíslitelnost, datové struktury), a dále ze tří volitelných zkušebních okruhů specifických pro studijní obor. Ty mohou být v rámci oboru ještě rozděleny podle studijních plánů. Na oborech I1, I2 a I4 si posluchač sám vybere tři volitelné zkušební okruhy z nabídky studovaného oboru a svou volbu oznámí při přihlašování se ke státní závěrečné zkoušce. Vybírá si přitom nejméně dva zkušební okruhy z toho studijního plánu, v němž zakončuje studium, třetí zkušební okruh si může zvolit buď ze stejného, nebo z jiného studijního plánu téhož oboru. Obor I3 se nedělí na studijní plány a výběr zkušebních okruhů je zde upraven odlišně (podrobnější informace najdete přímo u popisu tohoto oboru). V odůvodněných případech může odpovědný učitel oboru povolit jinou skladbu volitelných zkušebních okruhů (např. zvolit jeden zkušební okruh z jiného oboru studia).

Státní závěrečná zkouška na oboru I5 má stejnou podobu jako státní závěrečná zkouška některého z oborů I1 – I4 podle vlastní volby posluchače, je však doplněna o další dvě ústní zkoušky, a to z didaktiky informatiky a z pedagogiky a psychologie. Podrobnosti jsou uvedeny v oddílu věnovaném oboru I5.

### **Povinné zkušební okruhy pro obory I1 a I4**

#### *1. Složitost*

Věty o zrychlení a o mezerách, věty o hierarchii tříd složitosti, konstruovatelné funkce, vztahy mezi časovými a prostorovými mírami a determinismem a nedeterminismem, Savitchova věta. Úplné problémy pro třídy NP, PSPACE, polynomiální hierarchie, pseudopolynomiální algoritmy. Dolní odhady pro uspořádání (rozhodovací stromy). Aproximační algoritmy a schémata. Metody tvorby algoritmů: rozděl a panuj, dynamické programování, hladový algoritmus. Pravděpodobnostní algoritmy.

*Pokryto předměty: NTIN062 Složitost I, NTIN063 Složitost II*

*Rozšiřující předměty: NTIN081 Strukturální složitost I, NTIN085 Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti I, NTIN017 Paralelní algoritmy, NDMI025 Pravděpodobnostní algoritmy*

#### *2. Vyčíslitelnost*

Algoritmicky vyčíslitelné funkce, jejich vlastnosti, ekvivalence jejich různých matematických definic. Primitivně a částečně rekurzivní funkce. Rekurzivní a rekurzivně spočetné množiny a jejich vlastnosti. Algoritmicky nerozhodnutelné problémy. Věty o rekurzi a jejich aplikace. Gödelovy věty.

*Pokryto předměty: NTIN064 Vyčíslitelnost I, NTIN065 Vyčíslitelnost II*

*Rozšiřující předměty: NTIN073 Rekurze I, NTIN074 Rekurze II*

### *3. Datové struktury*

Stromové vyhledávací struktury: binární stromy a jejich vyvažování, haldy, trie, B-stromy a jejich varianty. Hašování: řešení kolizí, univerzální hašování, perfektní hašování. Mapování datových struktur do stránek vnější paměti počítače. Třídění ve vnitřní a vnější paměti.

*Pokryto předměty: NTIN066 Datové struktury I, NTIN067 Datové struktury II*

*Rozšiřující předměty: NTIN083 Seminář z datových struktur*

## **Povinné zkušební okruhy pro obory I2 a I3**

### *1. Složitost a vyčíslitelnost*

Metody tvorby algoritmů: rozděl a panuj, dynamické programování, hladový algoritmus. Dolní odhady pro složitost třídění (rozhodovací stromy). Amortizovaná složitost. Úplné problémy pro třídu NP, Cook-Levinova věta. Pseudopolynomiální algoritmy, silná NP-úplnost. Aproximační algoritmy a schémata. Algoritmicky vyčíslitelné funkce, jejich vlastnosti, ekvivalence jejich různých matematických definic. Částečně rekurzivní funkce. Rekurzivní a rekurzivně spočetné množiny a jejich vlastnosti. Algoritmicky nerozhodnutelné problémy (halting problem). Věty o rekurzi a jejich aplikace: příklady, Riceova věta.

*Pokryto předměty: NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti*

*Rozšiřující předměty: viz výše zkušební okruhy 1 a 2 pro obory I1 a I4*

### *2. Datové struktury*

Stromové vyhledávací struktury: binární stromy a jejich vyvažování, haldy, trie, B-stromy a jejich varianty. Hašování: řešení kolizí, univerzální hašování, perfektní hašování. Mapování datových struktur do stránek vnější paměti počítače. Třídění ve vnitřní a vnější paměti.

*Pokryto předměty: NTIN066 Datové struktury I, NTIN067 Datové struktury II*

*Rozšiřující předměty: NTIN083 Seminář z datových struktur*

## **5. Studijní obory**

U každého oboru studia je uvedeno garantující pracoviště, odpovědný učitel oboru a podmínky pro absolvování studia v tomto oboru (povinné a povinně volitelné předměty). Pro každý studijní plán jsou pak vypsány zkušební okruhy ke státní závěrečné zkoušce, požadavky znalostí k jednotlivým zkušebním okruhům a doporučená výuka.

### **I1 - Teoretická informatika**

**Garantující pracoviště:** Katedra teoretické informatiky a matematické logiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Roman Barták, Ph.D.

**Povinné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN062	<b>Složitost I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN064	<b>Vyčíslitelnost I</b>	3	2/0 Zk	—
NTIN066	<b>Datové struktury I</b>	3	2/0 Zk	—
NMAI064	<b>Matematické struktury</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

**Povinně volitelné předměty**

Je požadováno splnění povinně volitelných předmětů z následujícího seznamu v rozsahu alespoň 60 kreditů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN063	Složitost II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN065	Vyčíslitelnost II	3	—	2/0 Zk
NTIN067	Datové struktury II	3	—	2/0 Zk
NAIL076	Logické programování I	3	2/0 Zk	—
NAIL077	Logické programování II	3	—	2/0 Zk
NAIL069	Umělá inteligence I	3	2/0 Zk	—
NAIL070	Umělá inteligence II	3	—	2/0 Zk
NMAI060	Pravděpodobnostní metody	3	2/0 Zk	—
NMAI061	Metody matematické statistiky	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN073	Rekurze I	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN074	Rekurze II	5	—	2/1 Z+Zk
NDMI010	Grafové algoritmy	3	2/0 Zk	—
NTIN017	Paralelní algoritmy	3	—	2/0 Zk
NDMI007	Kombinatorické algoritmy	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN087	Textové algoritmy	3	2/0 Zk	—
NAIL078	Lambda-kalkulus a funkcionální programování I	5	2/1 Z+Zk	—
NAIL079	Lambda-kalkulus a funkcionální programování II	5	—	2/1 Z+Zk
NAIL021	Booleovské funkce a jejich aplikace	3	2/0 Zk	—
NAIL031	Reprezentace booleovských funkcí	3	2/0 Zk	—
NAIL002	Neuronové sítě	9	4/2 Z+Zk	—
NDBI023	Dobývání znalostí	9	—	4/2 Z+Zk
NAIL013	Aplikace teorie neuronových sítí	3	—	2/0 Zk
NAIL060	Implementace neuronových sítí I	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL015	Implementace neuronových sítí II	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN018	Pravděpodobnostní analýza algoritmů	3	2/0 Zk	—
NAIL071	Plánování a rozvrhování	3	—	2/0 Zk
NAIL029	Strojové učení	3	2/0 Zk	—
NAIL022	Metody logického programování	3	2/0 Zk	—



NOPT042	Programování s omezujícími podmínkami	5	2/1 Zk	—
NDMI025	Pravděpodobnostní algoritmy	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN081	Strukturální složitost I	3	2/0 Zk	—
NTIN082	Strukturální složitost II	3	—	2/0 Zk
NTIN084	Bioinformatické algoritmy	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN085	Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti I	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN086	Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti II	5	—	2/1 Z+Zk
NAIL025	Evoluční algoritmy I	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL086	Evoluční algoritmy II	6	—	2/2 Z+Zk
NAIL065	Evoluční robotika	5	—	2/1 Z+Zk
NAIL068	Umělé bytosti	5	—	2/1 Z+Zk
NAIL087	Informatika a kognitivní vědy I	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL094	Rozhodovací procedury a verifikace	6	2/2 Z+Zk	—

a) studijní plán **Algoritmy a složitost**

### Zkušební okruhy

1. Rekurze a strukturální složitost
2. Obecná teorie algoritmů
3. Konkrétní algoritmy

### Zkušební požadavky

#### 1. Rekurze a strukturální složitost

Aritmetická hierarchie tříd množin, třídy nekonečných větví rekurzivních stromů. Věta o nízké bázi. Diagonálně nerekurzivní funkce, význam a aplikace. Základy aritmetického forcingu, 1-generické množiny. Minimální stupně. Algoritmická náhodnost, 1-náhodné množiny. Strukturální složitost, Shannonova věta, pravděpodobnostní a neuniformní třídy složitosti, polynomiální hierarchie a vztah k ostatním třídám. Úplné problémy, řídké množiny a množiny nad jednoprvkovou abecedou a separace tříd složitosti pomocí nich. Relativizace. Biimunost a silná biimunost. Low and high hierarchie.

*Pokryto předměty: NTIN073 Rekurze I, NTIN074 Rekurze II, NTIN081 Strukturální složitost I, NTIN082 Strukturální složitost II*

*Rozšiřující předměty: NTIN085 Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti I, NTIN086 Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti II*

#### 2. Obecná teorie algoritmů

Pravděpodobnostní a randomizované algoritmy: měření jejich složitosti a odhad chyby, generování náhodných dat, třídy algoritmů BPP (Atlantic City), RPP (Monte Carlo), ZPP (Las Vegas).

Paralelní algoritmy: modely paralelních počítačů, počítače první a druhé třídy a paralelní teze, techniky paralelních algoritmů. Dolní odhady, P-úplnost, NC- a AC-třídy.

Deterministické algoritmy: různé typy složitosti (složitost v nejhorším případě, složitost v průměrném případě, amortizovaná složitost). Distribuce vstupních dat, statistické metody odhady doby výpočtu na základě experimentů, interpretace výsledků statistických metod.

*Pokryto předměty: NTIN063 Složitost II, NTIN017 Paralelní algoritmy, NTIN018 Pravděpodobnostní analýza algoritmů, NTIN081 Strukturální složitost I, NMAI060 Pravděpodobnostní metody, NMAI061 Metody matematické statistiky*  
*Rozšiřující předměty: NDMI025 Pravděpodobnostní algoritmy*

### 3. Konkrétní algoritmy

Třídící algoritmy: algoritmy založené na porovnávání prvků (Shellsort, Mergesort, Heapsort, Quicksort) a jejich složitost, algoritmy založené na adresovacích metodách (Bucketsort, Hybridsort). Hledání mediánu a k-tého prvku. Třídící sítě, paralelní Mergesort, externí třídící algoritmy.

Algebraické algoritmy: algoritmy založené na algoritmech pro násobení matic, rychlá diskretní Fourierova transformace, rychlé násobení čísel a polynomů, algoritmy založené na násobení čísel nebo polynomů. Testy prvočíselnosti.

Grafové algoritmy: testy planarity, maximální tok v síti a jeho aplikace (párování, k-souvislost), transitivní uzávěr, metoda Eulerových cyklů, paralelní algoritmy pro souvislost a bisouvislost grafu.

Algoritmy testování splnitelnosti pro speciální třídy boolovských formulí.

*Pokryto předměty: NTIN067 Datové struktury II, NDMI010 Grafové algoritmy, NTIN017 Paralelní algoritmy, NAIL021 Booleovské funkce a jejich aplikace, NDMI025 Pravděpodobnostní algoritmy*

*Rozšiřující předměty: NDMI007 Kombinatorické algoritmy, NTIN081 Strukturální složitost I, NTIN084 Bioinformatické algoritmy, NTIN085 Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti I, NTIN086 Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti II, NAIL025 Evoluční algoritmy I, NAIL086 Evoluční algoritmy II, NTIN087 Textové algoritmy, NAIL094 Rozhodovací procedury a verifikace*

## b) studijní plán **Neprocedurální programování a umělá inteligence**

### Zkušební okruhy

1. Logika a výpočtová složitost
2. Umělá inteligence
3. Neprocedurální programování
4. Neuronové sítě
5. Adaptivní agenti a evoluční algoritmy

### Zkušební požadavky

#### 1. Logika a výpočtová složitost

Formální systémy, logika 1. řádu, jazyk, axiomy, odvozovací pravidla. Výroková logika, sémantika výrokové logiky, tautologie a splnitelnost, dokazatelnost, věta o dedukci, věta o kompaktnosti a věty o úplnosti. Konjunktivně-disjunktivní a disjunktivně-konjunktivní tvary formulí.

Predikátová logika, realizace jazyka, splňování a pravdivost formulí. Teorie 1. řádu, dokazatelnost, věta o dedukci, věta o konstantách, prenexní tvary formulí. Věta o korektnosti. Věta o úplnosti, Henkinovy teorie, úplné teorie. Rozšíření teorie, konservativní rozšíření, rozšíření teorie o definice funkcí a predikátů.

Míry výpočtové složitosti, třídy složitosti (P, NP, PSPACE, NPSPACE, LOGSPACE), NP-těžké a NP-úplné úlohy. Složitost algoritmů v umělé inteligenci, prohledávání, rezoluční odvozování.

*Pokryto předměty: NAIL062 Výroková a predikátová logika, NTIN062 Složitost I*  
*Rozšiřující předměty: NAIL021 Booleovské funkce a jejich aplikace, NAIL031 Reprezentace booleovských funkcí*

## 2. Umělá inteligence

Reprezentace znalostí: stavový prostor, produkční systémy, reprezentace v predikátové logice. Prohledávací algoritmy; stromové, grafové a lokální prohledávání, heuristiky, algoritmus A\* a jeho varianty. Hry; minimax a alfa-beta algoritmy. Splňování omezujících podmínek. Strojové dokazování vět, dopředné a zpětné řetězení, rezoluční metoda a unifikace. Automatické plánování; plánovací doména a problém, plánovací operátory. Zpracování neurčité informace; Bayesovské sítě, podmíněná nezávislost, d-separace, výpočet v Bayesovské síti, rozhodovací grafy, Markovské modely, Kalmanův filtr. Strojové učení; prohledávání prostoru verzí, rozhodovací stromy, Bayesovské učení, maximálně věrohodná hypotéza, EM algoritmus, zpětnovazební učení.

*Pokryto předměty: NAIL069 Umělá inteligence I, NAIL070 Umělá inteligence II*  
*Rozšiřující předměty: NAIL004 Seminář z umělé inteligence I, NAIL052 Seminář z umělé inteligence II, NAIL021 Booleovské funkce a jejich aplikace, NAIL031 Reprezentace booleovských funkcí, NAIL029 Strojové učení, NOPT042 Programování s omezujícími podmínkami, NAIL071 Plánování a rozvrhování, NAIL068 Umělé bytosti, NAIL066 Automatické dokazování vět I, NAIL067 Automatické dokazování vět II, NAIL085 Automatické dokazování vět, NAIL094 Rozhodovací procedury a verifikace*

## 3. Neprocedurální programování

Odlišnost procedurálního a neprocedurálního způsobu programování. Principy funkcionálního a logického programování. Lambda kalkulus, syntax, volné a vázané proměnné a principy redukce. Churchova a Rosserova vlastnost a konsistence kalkulu. Věty o pevném bodu. Normální tvar objektů. Typovaný lambda kalkul. Curryho a Churchovy systémy typování. Základní charakteristiky funkcionálních jazyků.

Hornova logika, Hornovy klausule. Substitute, unifikace a jejich vlastnosti. SLD-resoluce a logické programy. Korektnost a úplnost SLD-resoluce. Negace definovaná neúspěchem, obecné logické programy. Čistý Prolog jako podmnožina Prologu. Postačující podmínky ukončení výpočtu. Unifikace bez kontroly výskytu proměnných. Implementace Prologu. Programování s omezujícími podmínkami: inferenční a prohledávací algoritmy splňování podmínek.

*Pokryto předměty: NAIL078 Lambda-kalkulus a funkcionální programování I, NAIL076 Logické programování I, NOPT042 Programování s omezujícími podmínkami*

*Rozšiřující předměty: NAIL079 Lambda-kalkulus a funkcionální programování II, NAIL077 Logické programování II, NAIL022 Metody logického programování, NAIL006 Seminář z logického programování I, NAIL009 Seminář z logického programování II*

#### 4. Neuronové sítě

Neurofyziologické minimum: struktura neuronu, typy synapsí, hlavní části mozku. Modely pro učení s učitelem: perceptron, algoritmus zpětného šíření, strategie pro urychlení učení, interní reprezentace znalostí, generalizace, regularizační techniky. Asociační paměti; Hebbovské učení, BAM, Hopfieldův model, energetická funkce a hledání suboptimálních řešení. Stochastické modely; simulované žihání, Boltzmannův stroj. Klastrovací techniky a samoorganizace; k-means algoritmus, hierarchické shlukování, evoluční stromy. Umělé neuronové sítě založené na principu učení bez učitele; Ojův algoritmus učení, laterální inhibice, Kohonenovy mapy a jejich varianty pro učení s učitelem, sítě typu ART. Modulární, hierarchické a hybridní modely neuronových sítí; adaptivní směsi lokálních expertů, vícevrstvé Kohonenovy mapy, sítě se vstřícným šířením, RBF-sítě, kaskádová korelace. Genetické algoritmy, věta o schématech. Aplikace umělých neuronových sítí a evolučních technik (analýza dat, bioinformatika, zpracování obrazové informace, robotika a další).

*Pokryto předměty: NAIL002 Neuronové sítě, NAIL013 Aplikace teorie neuronových sítí*

*Rozšiřující předměty: NTIN084 Bioinformatické algoritmy, NAIL053 Nové trendy v neuronových sítích I, NAIL060 Implementace neuronových sítí I, NAIL015 Implementace neuronových sítí II, NAIL065 Evoluční robotika, NDBI023 Dobývání znalostí*

#### 5. Adaptivní agenti a evoluční algoritmy

Architektura autonomního agenta; percepce, mechanismus výběru akcí, paměť; psychologické inspirace. Metody pro řízení agentů; řídicí architektury podle Wooldridge, symbolické a konekcionistické reaktivní plánování, hybridní přístupy (Belief Desire Intention, Soar), srovnání s plánovacími technikami. Problém hledání cesty; navigační pravidla, reprezentace terénu. Komunikace a znalosti v multiagentních systémech, ontologie, problém omezené racionality, Kripkeho sémantika možných světů. Etologické motivace, modely populační dynamiky. Metody pro učení agentů; zpětnovazební učení, základní formy učení zvířat.

Umělá evoluce; genetické algoritmy, genetické a evoluční programování. Základní přístupy a pojmy: populace, fitness, rekombinace, genetické operátory; dynamická vs. statická selekce, mechanismus rulety, turnaje, elitismus. Reprezenační schémata, hypotéza o stavebních blocích. Pravděpodobnostní modely jednoduchého genetického algoritmu. Koevoluce, otevřená evoluce. Aplikace evolučních algoritmů (výběr akcí, evoluce expertních systému, konečných automatů, adaptace evolučních pravidel, neuroevoluce, řešení kombinatorických úloh).

*Pokryto předměty: NAIL068 Umělé bytosti, NAIL025 Evoluční algoritmy I, NAIL087 Informatika a kognitivní vědy I*

*Rozšiřující předměty: NAIL071 Plánování a rozvrhování, NAIL054 Adaptivní agenti, NAIL086 Evoluční algoritmy II, NAIL082 Seminář z umělých bytostí, ALGV00003 Úvod do teoretické sémantiky (předmět je vyučován na Filosofické fakultě UK),*

*NAIL065 Evoluční robotika, NAIL002 Neuronové sítě, NAIL088 Informatika a kognitivní vědy II, NAIL059 Znalosti v multiagentových systémech I, NAIL081 Znalosti v multiagentových systémech II, NAIL096 Multi-agentní systémy*

## I2 - Softwarové systémy

**Garantující pracoviště:** Katedra softwarového inženýrství

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.

### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN090	<b>Základy složitosti a vyčíslitelnosti</b> <sup>1</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN066	<b>Datové struktury I</b>	3	2/0 Zk	—
NSWI004	<b>Operační systémy</b> <sup>2</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NSWI098	<b>Principy překladačů</b> <sup>3</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NMAI060	<b>Pravděpodobnostní metody</b>	3	2/0 Zk	—
NPRG027	<b>Zápočet k projektu</b>	6	0/4 Z	—
NPRG023	<b>Softwarový projekt</b>	9	—	0/6 Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup> Místo předmětu NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti je možné absolvovat dvojici předmětů NTIN062 Složitost I, NTIN064 Vyčíslitelnost I.

<sup>2</sup> Předmět je povinný pouze pro studijní plány Systémové architektury a Spolehlivé systémy; pro ostatní studijní plány je povinně volitelný.

<sup>3</sup> Předmět je povinný pouze pro studijní plán Softwarové inženýrství; pro ostatní studijní plány je povinně volitelný.

### Povinně volitelné předměty

Je požadováno splnění povinně volitelných předmětů z následujícího seznamu v rozsahu alespoň 25 kreditů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI061	Metody matematické statistiky	5	—	2/1 Z+Zk
NSWI004	Operační systémy <sup>1</sup>	9	4/2 Z+Zk	—
NSWI098	Principy překladačů <sup>2</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI001	Dotazovací jazyky I	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI003	Organizace a zpracování dat II	5	—	2/1 Z+Zk
NDBI016	Transakce	3	—	2/0 Zk
NDBI023	Dobývání znalostí	9	—	4/2 Z+Zk
NSWI089	Ochrana informací I	3	2/0 Zk	—
NSWI071	Ochrana informací II	3	—	2/0 Zk
NSWI035	Principy distribuovaných systémů	3	2/0 Zk	—
NSWI080	Middleware	5	—	2/1 Z+Zk
NDBI021	Principy uživatelských preferencí	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI109	Konstrukce překladačů	6	—	2/2 Z+Zk

NSWI129	Softwarové inženýrství pro praxi	6	2/2 Z+Zk	—
NPRG043	Doporučené postupy v programování	6	—	2/2 Z+Zk
NDBI027	Datové sklady a analytické metody pro podporu rozhodování	3	2/0 Zk	—
NSWI068	Objektové a komponentové systémy	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI101	Modely a verifikace chování systémů	6	—	2/2 Z+Zk
NSWE001	Vestavěné systémy a systémy reálného času	6	—	2/2 Z+Zk
NPGR007	Pokročilá 2D počítačová grafika	5	2/1 Z+Zk	—
NPGR010	Počítačová grafika III	5	2/1 Z+Zk	—
NPGR002	Digitální zpracování obrazu	5	3/0 Zk	—
NPGR020	Geometrie pro počítačovou grafiku	3	2/0 Zk	—
NPGR023	Visualizace	5	—	2/1 Z+Zk
NPGR026	Predictive Image Synthesis Technologies	5	2/1 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět je povinně volitelný pouze pro studijní plány Databázové systémy, Softwarové inženýrství, Počítačová grafika; pro ostatní studijní plány je povinný.

<sup>2</sup> Předmět je povinně volitelný pouze pro studijní plány Databázové systémy, Systémové architektury, Spolehlivé systémy, Počítačová grafika; pro ostatní studijní plány je povinný.

a) studijní plán ***Databázové systémy***

### Zkušební okruhy

1. Formální základy databázové technologie
2. Databázové modely a jazyky
3. Implementace databázových systémů

### Zkušební požadavky

#### 1. Formální základy databázové technologie

Relační kalkuly, relační algebry, deduktivní databáze. Relační úplnost. Bezpečné výrazy, ekvivalence relačních dotazovacích jazyků. Věta o tranzitivním uzávěru relace. Sémantika SQL. Datalog, 3 sémantiky a jejich ekvivalence. Datalog s negací, stratifikace. Deduktivní databáze. Rekurse v SQL. Tablo dotazy - statická analýza a optimalizace relačních dotazovacích jazyků.

*Pokryto předměty: NDBI025 Databázové systémy, NDBI001 Dotazovací jazyky I, NDBI006 Dotazovací jazyky II, NDBI003 Organizace a zpracování dat II, NDBI016 Transakce*

#### 2. Databázové modely a jazyky

Typy dotazovacích jazyků (procedurální, neprocedurální, jazyky pro výběr dokumentů), SQL a jeho standardy. Algoritmy implementace relačních operací. Vyhodnocování a optimalizace dotazů. Algoritmy vyhodnocení dotazu v Datalogu a Datalogu s negací. Objektové rozšíření relačního modelu dat. Databáze textů - modely (Boolský, vektorový). Vyhledávání vzorků v textech (sousměrné, protisměrné). Technologie XML (XML schema, XPath, XQuery, XSLT, XML databáze). Datový model RDF, dotazovací jazyk SPARQL.

*Pokryto předměty: NDBI025 Databázové systémy, NDBI001 Dotazovací jazyky I, NDBI006 Dotazovací jazyky II, NPRG036 Technologie XML, NDBI016 Transakce, NDBI010 Dokumentografické informační systémy*

### *3. Implementace databázových systémů*

Architektury databázových systémů. Modely a vlastnosti transakcí: uzamykací protokoly, časová razítka. Izolace transakcí, alokace prostředků. Distribuované transakce. Zotavení z chyb, žurnály. Indexace relačních dat: B-stromy, hašování, GRACE algoritmus. Přístupové metody k prostorovým objektům: R-stromy a jejich varianty. Vyhledávání v textech: boolské a vektorové indexy a indexace, uspořádání odpovědí, signatury a jejich implementace. Kompresce dat: modely textu, kódování, Huffmanovo kódování (statické, dynamické), aritmetické kódování, LZ algoritmy, komprese bitových map, řídkých matic, Burrows-Wheelerova transformace.

*Pokryto předměty: NDBI025 Databázové systémy, NDBI001 Dotazovací jazyky I, NDBI003 Organizace a zpracování dat II, NPRG036 Technologie XML, NDBI016 Transakce, NDBI010 Dokumentografické informační systémy, NDBI026 Databázové aplikace, NDBI013 Administrace Oracle*

## b) studijní plán **Softwarové inženýrství**

### **Zkušební okruhy**

1. Programovací jazyky a překladače
2. Objektově orientované a komponentové systémy
3. Analýza a návrh softwarových systémů

### **Zkušební požadavky**

#### *1. Programovací jazyky a překladače*

Struktura kompilátoru a navazujících nástrojů (linkery, loadery, debugery, knihovny, preprocesory). Konečné automaty a lexikální analýza. Syntaktická analýza - LL, LR techniky. Syntaxí řízený překlad a atributové gramatiky. Reprezentace programu mezikódem. Překlad výrazů a programových struktur. Rozsahy platnosti proměnných, aktivační záznamy, implementace vnořených procedur, volací konvence. Vliv architektury počítače na generování kódu a optimalizaci. Metody generování kódu, přidělování registrů, scheduling, optimalizace. Podpora kompilátorů pro synchronizační primitiva, vlákna. Objektově orientované jazyky a principy jejich implementace. Překladače vs. interprety, skriptovací jazyky.

*Pokryto předměty: NSWI109 Konstrukce překladačů, NPRG013 Java, NPRG035 Jazyk C# a platforma .NET, NPRG038 Pokročilé programování pro .NET, NSWI068 Objektové a komponentové systémy, NPRG017 Programování v assembleru, NPRG042 Programování v paralelním prostředí, NPRG051 Pokročilé programování v C++ a C*

#### *2. Objektově orientované a komponentové systémy*

Třídy a objekty (koncepty třída, rozhraní, objekt, vlastnosti zapouzdření, dědičnost, polymorfismus). Prototypy a klony (koncepty prototyp, klon, mixin, trait,

vlastnosti). Dědičnost a subtyping (vazba mezi dědičností a subtyping, subsumption, variance signatur, implementace, vícenásobná dědičnost). Objekty v distribuovaném prostředí (koncepty IDL, proxy, marshalling, reference, předávání argumentů, paralelismus). Replikace a mobilita v distribuovaném prostředí (konzistence replik, přenos stavu). Vyhledávání prostředků (identita, naming, trading, příklady). Garbage collection (koncepty live object, garbage, algoritmy garbage collection). Architektura komponentových systémů (koncepty komponenta, rozhraní, konektor, kontejner, ADL a UML). Specifikace chování systémů (přechodové systémy, CSP, testování a verifikace). Model checking (formulace úlohy, temporální logiky, Kripkeho struktura).

*Pokryto předměty: NSWI080 Middleware, NSWI068 Objektové a komponentové systémy, NSWI057 Výběrový seminář z distribuovaných a komponentových systémů I, NSWI058 Výběrový seminář z distribuovaných a komponentových systémů II*

### 3. Analýza a návrh softwarových systémů

Algebraické specifikace, formální popis datových struktur. Modelově orientované metody: Z, VDM. Analýza algoritmů: dynamická a temporální logika. Petriho sítě. Vyjadřovací prostředky a metody strukturované analýzy a návrhu informačních systémů - datové modelování, funkční a dynamické procesní modelování, diagramy toků dat. Konceptuální a databázové modelování, implementace. E-R schémata a jejich transformace do relačního modelu, návrh relačních schémat. XML, XML Schema, RDF. Modely životního cyklu softwarových systémů (vodopád, iterace, inkrementy, prototypování, agilní vývoj). Plánování a řízení projektů, řízení kvality, stupně zralosti softwarových týmů (CMM). Třívrstvá struktura informačních systémů, klient/server. Objektová analýza a návrh, UML, komponenty, servisní orientace. Metody zjišťování a specifikace požadavků, taktika zavádění systému. Informační bezpečnost - základy kryptografie (tajný a veřejný klíč), autentizace, autorizace, bezpečnostní útoky a prevence proti nim.

*Pokryto předměty: NSWI129 Softwarové inženýrství pro praxi, NSWI080 Middleware, NSWI049 Informační systémy I, NSWI050 Informační systémy II, NSWI089 Ochrana informací I, NSWI071 Ochrana informací II, NSWI041 Modelování a realizace programových systémů, NTIN043 Formální metody specifikace, NSWI101 Modely a verifikace chování systémů*

### c) studijní plán **Systémové architektury**

#### **Zkušební okruhy**

1. Operační systémy
2. Distribuované systémy
3. Architektura počítačů a sítí

#### **Zkušební požadavky**

##### *1. Operační systémy*

Struktura operačního systému, architektura mikrojádra. Virtuální stroje. Správa procesů a vláken, plánování. Komunikace a synchronizace procesů, kritické sekce, synchronizační problémy a primitiva, uváznutí a jeho řešení. Podpora multiprocesorových



systémů. Mechanismus přerušení v OS, přenos dat bez účasti procesoru. Správa periférií, ovladače zařízení. Správa paměti, hierarchie pamětí, stránkování, strategie alokace, odkládání. Sdílení paměti mezi adresovými prostory, paměťově mapované soubory. Souborové systémy, souborové a adresářové služby, síťové souborové systémy. Bezpečnost OS – základy kryptografie (tajný a veřejný klíč), autentizace, autorizace, přístupová práva, bezpečnostní útoky a prevence proti nim. Síťové služby OS.

*Pokryto předměty: NSWI004 Operační systémy, NSWI106 Administrace Unixu, NSWI099 Administrace systémů Windows, NSWI089 Ochrana informací I, NSWI071 Ochrana informací II*

## *2. Distribuované systémy*

Komunikace zasíláním zpráv (a JMS). RPC (a RMI, .NET Remoting, CORBA, SOAP), distribuovaný garbage collector. Skupinová komunikace, virtuální synchronie, doručovací protokoly. Kauzalita, logické hodiny. Distribuované synchronizační algoritmy (vzájemné vyloučení, volba koordinátora, distribuovaný konsensus, detekce globálního stavu). Procesy v distribuovaném prostředí, zablokování. Distribuované sdílení paměti, konzistenční modely (a konkrétní technologie DDS, JavaSpaces). Souborové a adresářové služby, distribuované souborové systémy (NFS, AFS, CODA), replikace. Distribuovaná správa prostorů jmen, identifikace objektů a přístup k nim, služby (LDAP, JNDI, CORBA Namig, CORBA Trading). Peer-to-peer sítě, distribuované hašovací tabulky (Chord, Pastry).

*Pokryto předměty: NSWI021 Počítačové sítě II, NSWI035 Principy distribuovaných systémů, NSWI080 Middleware*

## *3. Architektura počítačů a sítí*

Von Neumannova architektura a její alternativy, multiprocesory. Mikroprogramové a klasické řadiče, mikroprogramování. Paměťová hierarchie, vyrovnávací paměti, stránkování. Vstupně-výstupní subsystémy, přerušení, přenos dat bez účasti procesoru, způsoby obsluhy periférií. Vstupně-výstupní topologie, sběrnice a jejich řízení (SCSI, USB, PATA, SATA, PCI-Expres). Topologie sítí, přístupové metody. Síťové technologie - Ethernet, Wi-Fi, ATM, xDSL, problematika broadbandu, datové přenosy v mobilních sítích. RM ISO/OSI, aktivní prvky (opakovače, prepínače, směrovače, brány). Síťový model TCP/IP, IPv6. Přenosové služby počítačových sítí: spolehlivé a nespolehlivé, spojované a nespojované. Přenos a sdílení dat, elektronická pošta, služby pro zpřístupnění informací (WWW, proxy, peer-to-peer sítě). Bezpečnost síťového přístupu, zabezpečené protokoly, překlad adres, firewally, certifikáty, VPN.

*Pokryto předměty: NSWI021 Počítačové sítě II, NSWI080 Middleware, NSWI089 Ochrana informací I, NSWI071 Ochrana informací II, NSWI073 Moderní síťová řešení, NSWI045 Rodina protokolů TCP/IP*

### d) studijní plán **Spolehlivé systémy**

#### **Zkušební okruhy**

1. Modely a verifikace programů

2. Vestavěné systémy a systémy reálného času
3. Moderní softwarové systémy

### Zkušební požadavky

#### 1. Modely a verifikace programů

Matematické struktury pro modelování chování systémů (přechodové systémy, Kripkeho struktury). Specifikace vlastností systému pomocí temporálních logik (LTL, CTL, CTL\*). Základní verifikační úlohy: equivalence checking a model checking. Algoritmy pro model checking a různé metody optimalizace: BDDs, partial order reduction. Specifikace chování real-time systémů, timed automata. Procesové algebry. Statická analýza programů. Model checking programů.

*Pokryto předměty: NSWI101 Modely a verifikace chování systémů, NSWI132 Analýza programů a verifikace kódu*

#### 2. Vestavěné systémy a systémy reálného času

Návrh real time systémů. Funkce real time operačních systémů. Plánování v real time systémech: rate monotonic, deadline monotonic, earliest deadline. Srovnání plánování a analýza vytížení prostředků. Plánování a sdílené prostředky: blokování, priority inheritance, priority ceiling, priority inversion. Offline plánování, globální plánování. Analýza worst case execution time. Komunikace v real time systémech, komunikační protokoly: CAN, TTP. Metriky výkonnosti počítačových systémů a jejich statistické vyhodnocování. Nástroje pro měření výkonnosti, profiling, tracing. Simulace a modelování výkonnosti, systémy hromadné obsluhy.

*Pokryto předměty: NSWE001 Vestavěné systémy a systémy reálného času, NSWI131 Vyhodnocování výkonnosti počítačových systémů, NSWI126 Nástroje pro vývoj a monitorování software*

#### 3. Moderní softwarové systémy

Moderní architektury: virtualizace paměti na paralelních architekturách (SMP, NUMA), hyperthreading, multicore, podpora v operačním systému, programování v paralelních prostředích, neblokující algoritmy. Objektové koncepty moderních jazyků, třídy, mixiny, klony, vazba na typový systém. Metaprogramování, reflexe, aspekty. Softwarové komponenty. Softwarové služby. Moderní konstrukce programovacích jazyků (anotace, iterátory, generics, lambda výrazy, integrované dotazy, integrované XML). Middleware architektury pro komunikaci: RPC, proxies, messaging, DSM. Čitelnost kódu, metriky čitelnosti, refaktorizace, dokumentace. Testování a ladění kódu (technické principy nástrojů), preconditions, postconditions, invariants.

*Pokryto předměty: NPRG043 Doporučené postupy v programování, NSWI080 Middleware, NSWI068 Objektové a komponentové systémy, NSWI004 Operační systémy, NSWI126 Nástroje pro vývoj a monitorování software, NPRG038 Pokročilé programování pro .NET, NPRG021 Pokročilé programování na platformě Java, NPRG051 Pokročilé programování v C++ a C, NPRG042 Programování v paralelním prostředí, NSWI035 Principy distribuovaných systémů, NSWI124 Servisně orientované systémy*

e) studijní plán **Počítačová grafika**

**Zkušební okruhy**

1. Geometrické modelování a výpočetní geometrie
2. Analýza a zpracování obrazu, počítačové vidění a robotika
3. 2D počítačová grafika, komprese obrazu a videa
4. Realistická syntéza obrazu, virtuální realita

**Zkušební požadavky**

*1. Geometrické modelování a výpočetní geometrie*

Projektivní rozšíření afinního prostoru, homogenní souřadnice, afinní a projektivní transformace v rovině a v prostoru, kvaterniony v reprezentaci 3D orientace, diferenciální geometrie křivek a ploch, základní spline funkce, kubické spliny C2 a jejich vlastnosti, interpolace kubickými spliny, Bézierovy křivky, Catmull-Rom spliny, B-spline, de Casteljauův a de Boorův algoritmus, aproximační plochy, plochy zadané okrajem, Bézierovy plochy, plátování, B-spline plochy, NURBS plochy, základní věty o konvexitě, kombinatorická složitost konvexních mnohostěnů, návrh geometrických algoritmů a jejich složitost, Voroného diagram a Delaunayova triangulace, konvexní obal, lokalizace, datové struktury a algoritmy pro efektivní prostorové vyhledávání.

*Pokryto předměty: NPGR016 Aplikovaná výpočetní geometrie, NPGR020 Geometrie pro počítačovou grafiku, NPGR021 Geometrické modelování, NPGR009 Křivky a plochy v počítačové grafice*

*Rozšiřující předměty: NDMI009 Kombinatorická a výpočetní geometrie I, NDMI013 Kombinatorická a výpočetní geometrie II*

*2. Analýza a zpracování obrazu, počítačové vidění a robotika*

Matematický model obrazu, 2D Fourierova transformace a konvoluce, vzorkování a kvantování obrazu, změna kontrastu a jasu, odstranění šumu, detekce hran, inverzní a Wienerův filtr, určení vzájemné polohy snímků, problém korespondence bodu a objektu, odstranění geometrických zkreslení snímků, detekce hranic objektů, detekce oblastí, příznaky pro popis a rozpoznávání 2D objektů, momentové invarianty, wavelety a jejich použití, statistická teorie rozpoznávání, klasifikace s učením (Bayesův, lineární, SVM a k-NN klasifikátor), klasifikace bez učení (hierarchické a iterační shlukování), počítačové vidění, úvod do počítačové robotiky, plánování cesty mobilního robota.

*Pokryto předměty: NPGR002 Digitální zpracování obrazu, NPGR001 Počítačové vidění a inteligentní robotika, NPGR013 Speciální funkce a transformace ve zpracování obrazu, NAIL072 Rozpoznávání vzorů*

*Rozšiřující předměty: NPGR029 Variační metody ve zpracování obrazu, NPGR022 Speciální seminář ze zpracování obrazu, NAIL028 Úvod do mobilní robotiky*

*3. 2D počítačová grafika, komprese obrazu a videa*

Výstupní grafická zařízení, plošné útvary - jejich reprezentace a množinové operace s nimi, kreslicí a ořezávací algoritmy v rovině, anti-aliasing, barevné vidění a barevné systémy, reprodukce barevné grafiky, rozptylování a pultónování, kompozice poloprůhledných obrázků, geometrické deformace rastrových obrázků, morphing, základní prin-

cipy komprese rastrové 2D grafiky, skalární a vektorové kvantování, prediktivní komprese, transformační kompresní metody, hierarchické a progresivní metody, waveletové transformace a jejich celočíselné implementace, kódování koeficientů, komprese video-signálu, časová predikce - kompenzace pohybu, standardy JPEG a MPEG, snímání obrazu v digitální fotografii.

*Pokryto předměty: NPGR003 Počítačová grafika I, NPGR007 Pokročilá 2D počítačová grafika, NPGR025 Introduction to Colour Science, NPGR017 Základy digitální fotografie*

*Rozšiřující předměty: NPGR018 Praktikum z digitální fotografie, NPGR005 Speciální seminář z počítačové grafiky, NPGR024 Seminář z vědecké práce, NSWI072 Algoritmy komprese dat, NSWI100 Seminář z komprese dat, NPGR030 Optika pro počítačovou grafiku*

#### 4. Realistická syntéza obrazu, virtuální realita

Metody reprezentace 3D scén, klasické zobrazovací algoritmy, výpočet viditelnosti, výpočet vržených stínů, modely osvětlení a stínovací algoritmy, rekurzivní sledování paprsku, textury, anti-aliasing, urychlovací metody pro ray-tracing, princip radiálních metod, výpočet konfiguračních faktorů, řešení radiální soustavy rovnic, hierarchické přístupy v radiálních metodách, fyzikální model šíření světla - zobrazovací rovnice, Monte-Carlo přístupy ve výpočtu osvětlení, hybridní zobrazovací metody, přímé metody ve vizualizaci objemových dat, generování izoploch, schéma grafického akceleratoru, předávání dat do GPU, textury v GPU, programování GPU, základy jazyka Cg, pokročilé techniky práce s GPU, SW a HW prostředky pro virtuální realitu, vlastnosti jazyka VRML, struktura scény, typy uzlů (datové typy, trikové uzly), tvorba statické scény VRML, dynamické a interaktivní scény VRML, práce se skripty, rozhraní EAI, víceuživatelská virtuální realita.

*Pokryto předměty: NPGR004 Počítačová grafika II, NPGR010 Počítačová grafika III, NPGR019 Hardware pro počítačovou grafiku, NPGR012 Virtuální realita, NPGR023 Visualizace, NPGR026 Predictive Image Synthesis Technologies, NPGR028 Real-Time Raytracing, NPGR031 Vybrané partie z výpočtu globálního osvětlení*

*Rozšiřující předměty: NPGR027 Shading Languages, NPGR005 Speciální seminář z počítačové grafiky, NPGR024 Seminář z vědecké práce, NPGR030 Optika pro počítačovou grafiku*

### I3 - Matematická lingvistika

**Garantující pracoviště:** Ústav formální a aplikované lingvistiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Jan Hajič, Dr.

#### Zahájení studia od roku 2010

##### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPFL067	<b>Statistické metody zpracování přirozených jazyků I</b>	6	2/2 Z+Zk	—

NPFL063	Úvod do obecné lingvistiky	5	2/1 Z+Zk	—
NPFL092	Technologie pro NLP	4	1/2 KZ	—
NPRG027	Zápočet k projektu	6	0/4 Z	—
NPRG023	Softwarový projekt	9	—	0/6 Z
NTIN090	Základy složitosti a vyčíslitelnosti <sup>1</sup>	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN066	Datové struktury I	3	2/0 Zk	—
NSZZ023	Diplomová práce I	6	—	0/4 Z
NSZZ024	Diplomová práce II	9	0/6 Z	—
NSZZ025	Diplomová práce III	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup> Místo předmětu NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti je možné absolvovat dvojici předmětů NTIN062 Složitost I, NTIN064 Vyčíslitelnost I.

Předměty NPFL063 Úvod do obecné lingvistiky a NPFL092 Technologie pro NLP mohou studenti absolvovat již během svého bakalářského studia.

### **Povinně volitelné předměty**

Je požadováno splnění povinně volitelných předmětů z následujícího seznamu v rozsahu alespoň 40 kreditů.

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPFL068	Statistické metody zpracování přirozených jazyků II	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL083	Lingvistická teorie a gramatické formalismy	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL070	Zdroje lingvistických dat	5	—	1/2 KZ
NPFL075	Pražský závislostní korpus	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL054	Úvod do strojového učení (v počítačové lingvistice)	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL093	Aplikace NLP	5	—	2/1 Z+Zk
NPOZ009	Odborné vyjadřování a styl	4	—	1/2 KZ
NPFL087	Statistický strojový překlad	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL094	Morfologická a syntaktická analýza	3	2/0 KZ	—
NPFL006	Úvod do formální lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPFL095	Moderní metody v počítačové lingvistice <sup>1</sup>	3	0/2 Z	—
NPFL038	Základy rozpoznávání mluvené řeči	3	0/2 Z	—
NPFL082	Informační struktura věty a výstavba diskurzu	3	1/1 Zk	—

<sup>1</sup> Předmět je vyučován v zimním i letním semestru. Lze jej zapsat opakovaně.

Jako volitelné předměty jsou doporučeny další předměty s kódem NPFL.

### **Zkušební okruhy**

Obor I3 je tvořen jediným studijním plánem. Zkušební okruh 1 je povinný pro všechny posluchače oboru, každý posluchač si dále sám volí dva z okruhů 2 - 4.

1. Základy počítačového zpracování přirozeného jazyka
2. Statistické metody a strojové učení v počítačové lingvistice

3. Aplikační úlohy ve zpracování přirozeného jazyka
4. Lingvistické teorie a formalismy

### Zkušební požadavky

#### 1. Základy počítačového zpracování přirozeného jazyka

Základy obecné lingvistiky (základní lingvistické pojmy a koncepty, strukturní lingvistika, typologie jazyků, funkce a forma). Systém rovin popisu jazyka (fonetika, fonologie, morfologie, syntax povrchová/hloubková, sémantika, pragmatika). Závislostní syntax, formální definice a vlastnosti závislostních stromů (závislosti, koordinace, projektivita). Chomského hierarchie jazyků, bezkontextové jazyky, frázové gramatiky pro přirozený jazyk. Návrh a vyhodnocení lingvistických experimentů, evaluační metriky (precision, recall, f-measure, statistická významnost a další). Základní stochastické modely (generativní, diskriminativní; model zdrojového kanálu; HMM). Jazykové modelování, základní metody trénování stochastických modelů (maximální věrohodnost, EM). Základní algoritmy (Trellis, Viterbi, Baum-Welch).

*Pokryto předměty: NPFL063 Úvod do obecné lingvistiky, NPFL067 Statistické metody zpracování přirozených jazyků I*

#### 2. Statistické metody a strojové učení v počítačové lingvistice

Generativní a diskriminativní modely. Jazyková data pro strojové učení. Jazykové modely. Vyhlazování modelů. Noisy channel models, decoding. Parametry modelu, prostor hypotéz. Teoretické aspekty strojového učení (PAC). Metody řízeného učení (naive Bayes, maximální entropie, SVM, perceptron, rozhodovací stromy, logistická regrese, Bayesovské sítě). Metody neřízeného učení (clustering, expectation-maximization). HMM, Viterbi. Testy signifikance, intervaly spolehlivosti. Algoritmy pro statistický parsing (PCFG, MST).

*Pokryto předměty: NPFL067 Statistické metody zpracování přirozených jazyků I, NPFL068 Statistické metody zpracování přirozených jazyků II, NPFL054 Úvod do strojového učení (v počítačové lingvistice), NPFL070 Zdroje lingvistických dat*

#### 3. Aplikační úlohy ve zpracování přirozeného jazyka

Zpracování morfologie (morfologické kategorie, sady značek; analýza, značkování, lemmatizace, segmentace, generování, algoritmy). Syntaktická analýza jazyka (povrchová, hloubková, závislostní, složková, algoritmy). Generování přirozeného jazyka. Analýza a syntéza mluvené řeči. Vyhledávání a extrakce informací, sumarizace textu. Kontrola pravopisu a gramatiky. Strojový překlad (přímý překlad, transfer, interlingua; systémy pro češtinu, počítačem podporovaný překlad, statistické metody: modely IBM, frázové modely, hierarchické modely, syntaktické modely).

*Pokryto předměty: NPFL093 Aplikace NLP, NPFL094 Morfologická a syntaktická analýza, NPFL087 Statistický strojový překlad, NPFL038 Základy rozpoznávání mluvené řeči*

4. *Lingvistické teorie a formalismy*

Funkční generativní popis (základní charakteristika, struktura rovin, valenční teorie, zachycení významu), porovnání s ostatními závislostními teoriemi (např. MTT). Government and binding (nativismus, Xbar, movement, stopa, binding). Ostatní základní gramatické formalismy (unifikační gramatiky, struktury rysů, HPSG, LFG, kategoriální gramatiky, TAG). Formální sémantika. Jazykové korpusy a lingvistická anotace (zdroje dat, typologie korpusů). Počítačová lexikografie (typy slovníků, wordnety, ontologie). Aktuální členění věty. Anafora. Diskurz.

*Pokryto předměty: NPFL063 Úvod do obecné lingvistiky, NPFL083 Lingvistická teorie a gramatické formalismy, NPFL075 Pražský závislostní korpus, NPFL070 Zdroje lingvistických dat, NPFL082 Informační struktura věty a výstavba diskurzu*

**Zahájení studia v roce 2009 nebo dříve*****Povinné předměty***

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI059	<b>Pravděpodobnost a statistika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL012	<b>Úvod do počítačové lingvistiky</b>	3	2/0 Zk	—
NPFL006	<b>Úvod do formální lingvistiky</b>	3	2/0 Zk	—
NPFL067	<b>Statistické metody zpracování přirozených jazyků I</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL068	<b>Statistické metody zpracování přirozených jazyků II</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NPOZ009	<b>Odborné vyjadřování a styl</b>	4	—	1/2 KZ
NTIN090	<b>Základy složitosti a vyčíslitelnosti<sup>1</sup></b>	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN066	<b>Datové struktury I</b>	3	2/0 Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup> Místo předmětu NTIN090 Základy složitosti a vyčíslitelnosti je možné absolvovat dvojicí předmětů NTIN062 Složitost I, NTIN064 Vyčíslitelnost I.

***Povinně volitelné předměty***

Je požadováno splnění povinně volitelných předmětů z následujícího seznamu v rozsahu alespoň 45 kreditů:

- všechny odborné lingvistické předměty, tj. předměty s kódem PFL (s výjimkou výše uvedených povinných předmětů NPFL006, NPFL012, NPFL067 a NPFL068)
- a dále předměty z následující tabulky

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAI060	Pravděpodobnostní metody	3	2/0 Zk	—
NMAI061	Metody matematické statistiky	5	—	2/1 Z+Zk
NAIL022	Metody logického programování	3	2/0 Zk	—
NAIL029	Strojové učení	3	2/0 Zk	—

NAIL072	Rozpoznávání vzorů	3	—	2/0 Zk
NDBI010	Dokumentografické informační systémy	3	—	2/0 Zk
NDBI029	Statistické aspekty dobývání znalostí z dat	3	—	1/1 Zk
NDBI031	Statistické metody v systémech pro dobývání znalostí z dat	3	0/2 Z	—
NSWI108	Základy sémantizace webu	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI007	Kombinatorické algoritmy	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI010	Grafové algoritmy	3	2/0 Zk	—
NOPT042	Programování s omezujícími podmínkami	5	2/1 Zk	—
NTIN023	Dynamické grafové datové struktury	3	2/0 Zk	—
NTIN067	Datové struktury II	3	—	2/0 Zk

Pokud si posluchač zapíše předmět NPRG023 Softwarový projekt a téma vypracovaného projektu je lingvisticky zaměřeno, může požádat o uznání kreditů získaných za práci na softwarovém projektu do požadovaných 45 kreditů za povinně volitelné předměty. Započítání kreditů musí posoudit a doporučit odpovědný učitel oboru.

### Zkušební okruhy

Obor I3 je tvořen jediným studijním plánem. Posluchač bude zkoušen u státní závěrečné zkoušky z následujících tří zkušebních okruhů.

1. Základy formálního popisu přirozených jazyků
2. Jazykové korpusy, strojové učení a stochastické metody
3. Automatické zpracování přirozeného jazyka

### Zkušební požadavky

#### 1. Základy formálního popisu přirozených jazyků

Závislostní syntax. Formální definice a vlastnosti závislostních stromů (závislosti, koordinace, projektivita). Syntax bezprostředních složek a frázové gramatiky (základní principy, vývoj Chomského školy). Základy obecné lingvistiky (zdroje a přínosy strukturní lingvistiky, typologie jazyků, pojem funkce). Funkční generativní popis (základní charakteristika, struktura rovin, valenční teorie, zachycení významu, aktuální členění). Formální sémantika.

#### 2. Jazykové korpusy, strojové učení a stochastické metody

Jazykové korpusy a lingvistická anotace (zdroje dat, anotace, datové formáty, typologie korpusů, počítačová lexikografie, wordnety). Metody strojového učení (učení založené na konceptu, rozhodovací stromy, neuronové sítě, učení založené na příkladech, vyhodnocování hypotéz, výpočetní aspekty strojového učení). Stochastické metody a jejich aplikace v počítačové lingvistice (Teorie informace, Bayesovské učení, HMM, algoritmy učení a zpracování, aplikace v lingvistice). Návrh a vyhodnocování lingvistických experimentů (příprava dat, standardní evaluační metriky, typy evaluace podle úloh).

#### 3. Automatické zpracování přirozeného jazyka

Automatická analýza jazyka (morfologie, syntax povrchová a hloubková, aplikace). Generování přirozeného jazyka. Analýza a syntéza mluvené řeči (jazykové modely, kom-



binace modelů). Vyhledávání a extrakce informací. Strojový překlad (transfer, interlingua, metody překladu, systémy pro češtinu, počítačem podporovaný překlad).

### Doporučené předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPFL002	Úvodní seminář matematické lingvistiky I	3	0/2 Z	—
NPFL031	Úvodní seminář matematické lingvistiky II	3	—	0/2 Z
NPFL015	Nástroje pro automatický překlad	3	0/2 Z	—
NPFL026	Úvod do teoretické sémantiky	3	—	2/0 Zk
NPFL054	Úvod do strojového učení (v počítačové lingvistice)	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL063	Úvod do obecné lingvistiky	5	2/1 Z+Zk	—
NPFL070	Zdroje lingvistických dat	5	—	1/2 KZ
NPFL075	Pražský závislostní korpus	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL079	Algoritmy rozpoznávání mluvené řeči	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL083	Lingvistická teorie a gramatické formalismy	6	—	2/2 Z+Zk

## I4 - Diskrétní modely a algoritmy

**Garantující pracoviště:** Katedra aplikované matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.

### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN062	<b>Složitost I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN064	<b>Vyčísitelnost I</b>	3	2/0 Zk	—
NTIN066	<b>Datové struktury I</b>	3	2/0 Zk	—
NMAI064	<b>Matematické struktury</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI073	<b>Kombinatorika a grafy III</b> <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT018	<b>Základy nelineární optimalizace</b> <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z

<sup>1</sup> Předmět je povinný pouze pro studijní plány Diskrétní matematika a kombinatorická optimalizace, Matematické struktury informatiky; pro studijní plán Optimalizace je povinně volitelný. Posluchači, kteří zahájili studium v roce 2009 nebo dříve, mohou požádat o uznání tohoto předmětu na základě dřívějšího absolvování předmětu NDMI012 Kombinatorika a grafy II.

<sup>2</sup> Předmět je povinný pouze pro studijní plán Optimalizace; pro ostatní studijní plány je povinně volitelný. Posluchači, kteří zahájili studium v roce 2009 nebo dříve, mohou požádat o uznání tohoto předmětu na základě dřívějšího absolvování předmětu NOPT046 Základy spojité optimalizace.

**Povinně volitelné předměty**

Je požadováno splnění povinně volitelných předmětů z následujícího seznamu v rozsahu alespoň 45 kreditů:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN063	Složitost II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN065	Vyčíslitelnost II	3	—	2/0 Zk
NTIN067	Datové struktury II	3	—	2/0 Zk
NDMI073	Kombinatorika a grafy III <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT018	Základy nelineární optimalizace <sup>2</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI013	Kombinatorická a výpočetní geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI010	Grafové algoritmy	3	2/0 Zk	—
NDMI025	Pravděpodobnostní algoritmy	5	—	2/1 Z+Zk
NDMI015	Kombinatorické počítání	3	—	2/0 Zk
NMAI066	Topologické a algebraické metody	3	—	2/0 Zk
NTIN022	Pravděpodobnostní metoda	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI065	Základy teorie kategorií pro informatiky	3	2/0 Zk	—
NMAI040	Úvod do teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NMAI067	Logika v informatice	3	2/0 Zk	—
NOPT018	Základy nelineární optimalizace	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT008	Algoritmy nelineární optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT004	Optimalizační procesy I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT005	Optimalizační procesy II	3	—	2/0 Zk
NOPT001	Dynamické programování	3	—	2/0 Zk
NOPT015	Parametrická optimalizace	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT017	Vícekriteriální optimalizace	3	—	2/0 Zk
NOPT016	Celočíselné programování	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL076	Logické programování I	3	2/0 Zk	—
NTIN017	Paralelní algoritmy	3	—	2/0 Zk
NAIL083	Matematické modely činnosti buněk	3	2/0 Zk	—
NALG017	Úvod do teorie grup	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI018	Aproximační a online algoritmy	5	—	2/1 Z+Zk
NDMI028	Aplikace lineární algebry v kombinatorice	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI036	Kombinatorické struktury	3	—	2/0 Zk
NDMI037	Geometrické reprezentace grafů I	3	2/0 Zk	—
NDMI045	Analytická a kombinatorická teorie čísel	3	—	2/0 Zk
NDMI055	Vybrané kapitoly z kombinatoriky I	3	2/0 Zk	—
NDMI056	Vybrané kapitoly z kombinatoriky II	3	—	2/0 Zk
NDMI059	Úvod do grafových minorů a stromových rozkladů s aplikacemi	3	2/0 Zk	—
NDMI060	Barevnost grafů a kombinatorických struktur	3	2/0 Zk	—

NDMI064	Aplikovaná diskrétní matematika	3	2/0 Zk	—
NDMI065	Teorie matroidů	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI066	Algebraická teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NDMI067	Toky, cesty a řezy	3	2/0 Zk	—
NOPT013	Matematická ekonomie	6	—	4/0 Zk
NOPT021	Teorie her	3	2/0 Zk	—
NOPT034	Matematické programování a polyedrální kombinatorika	5	2/1 Z+Zk	—
NOPT042	Programování s omezujícími podmínkami	5	2/1 Zk	—
NMAA069	Teorie míry a integrálu I	3	2/0 Zk	—
NMAA021	Úvod do komplexní analýzy	6	2/2 Z+Zk	—
NRFA006	Úvod do funkcionální analýzy	6	2/2 Z+Zk	—

<sup>1</sup> Předmět je povinně volitelný pouze pro studijní plán Optimalizace; pro ostatní studijní plány je povinný.

<sup>2</sup> Předmět je povinně volitelný pouze pro studijní plány Diskrétní matematika a kombinatorická optimalizace, Matematické struktury informatiky; pro studijní plán Optimalizace je povinný.

a) studijní plán ***Diskrétní matematika a kombinatorická optimalizace***

### Zkušební okruhy

1. Kombinatorika a teorie grafů
2. Pravděpodobnostní metody a algoritmy
3. Kombinatorická optimalizace

### Zkušební požadavky

#### 1. Kombinatorika a teorie grafů

Barevnost grafů, regulární grafy, souvislost grafů, speciální vlastnosti orientovaných grafů, algebraické vlastnosti grafů, teorie párování, Ramseyova teorie, nekonečná kombinatorika, strukturální vlastnosti množinových systémů.

#### 2. Pravděpodobnostní metody a algoritmy

Kombinatorické počítání, vytvořující funkce, rekurence, základní pravděpodobnostní modely, linearita střední hodnoty, použití variace, aplikace na konkrétní příklady, asymptotické odhady funkcí, pravděpodobnostní konstrukce a algoritmy.

#### 3. Kombinatorická optimalizace

Grafové algoritmy, algebraické a aritmetické algoritmy, teorie mnohostěnnů, problém obchodního cestujícího, speciální matice, celočíselnost, párování a toky v sítích, teorie matroidů, elipsoidová metoda.

### Doporučené předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN022	Pravděpodobnostní metoda	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI025	Pravděpodobnostní algoritmy	5	—	2/1 Z+Zk
NDMI015	Kombinatorické počítání	3	—	2/0 Zk
NDMI018	Aproximační a online algoritmy	5	—	2/1 Z+Zk

NDMI028	Aplikace lineární algebry v kombinatorice	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI055	Vybrané kapitoly z kombinatoriky I	3	2/0 Zk	—
NDMI060	Barevnost grafů a kombinatorických struktur	3	2/0 Zk	—
NDMI065	Teorie matroidů	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI067	Toky, cesty a řezy	3	2/0 Zk	—
NOPT034	Matematické programování a polyedrální kombinatorika	5	2/1 Z+Zk	—

b) studijní plán *Matematické struktury informatiky***Zkušební okruhy**

1. Kombinatorická a výpočetní geometrie
2. Algebraické a topologické metody v informatice
3. Teorie čísel a kategorie v informatice

**Zkušební požadavky***1. Kombinatorická a výpočetní geometrie*

Geometrické úlohy v prostorech konečné dimenze, kombinatorické vlastnosti geometrických konfigurací, algoritmické aplikace, návrh geometrických algoritmů, geometrické reprezentace grafů.

*2. Algebraické a topologické metody v informatice*

Částečně uspořádané množiny; suprema a infima, polosvazy, svazy. Věty o pevných bodech. Speciální uspořádané struktury v informatice (DCPO, domény). Základy obecné topologie; topologické konstrukce. Speciální topologické otázky hrající roli v informatice (Scottova topologie, spojitě svazy). Kategorie topologických prostorů a některých typů částečných uspořádání hrající roli v informatice.

*3. Teorie čísel a kategorie v informatice*

Kategorie, funktory, transformace, konkrétní příklady. Limity a kolimity, speciální konstrukce a vytváření dalších. Adjunkce, vztah ke kategoriálním konstrukcím. Reflexe a koreflexe. Konkrétní příklady adjungovaných situací. Kartézsky uzavřené kategorie. Kategorie a struktury, zejména struktury užívané v informatice. Monadické algebry.

**Doporučené předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN022	Pravděpodobnostní metoda	6	2/2 Z+Zk	—
NMAI066	Topologické a algebraické metody	3	—	2/0 Zk
NMAI065	Základy teorie kategorií pro informatiky	3	2/0 Zk	—
NMAI040	Úvod do teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NMAI067	Logika v informatice	3	2/0 Zk	—
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI013	Kombinatorická a výpočetní geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI036	Kombinatorické struktury	3	—	2/0 Zk

NDMI037	Geometrické reprezentace grafů I	3	2/0 Zk	—
NDMI045	Analytická a kombinatorická teorie čísel	3	—	2/0 Zk
NDMI056	Vybrané kapitoly z kombinatoriky II	3	—	2/0 Zk
NDMI059	Úvod do grafových minorů a stromových rozkladů s aplikacemi	3	2/0 Zk	—

c) studijní plán **Optimalizace**

**Zkušební okruhy**

1. Nelineární programování
2. Optimalizační procesy
3. Parametrické, vícekritériální a celočíselné programování
4. Nehladká optimalizace a pravděpodobnostní dynamické modely

**Zkušební požadavky**

*1. Nelineární programování*

Vlastnosti konvexních množin a konvexních funkcí. Zobecnění konvexních funkcí. Nutné a postačující podmínky optimality pro volné a vázané extrémní úlohy nelineárního programování. Kvadratické programování. Dualita v nelineárním programování. Metody řešení úloh na volný a vázaný extrém, včetně penalizačních a bariérových metod. Jednorozměrná optimalizace.

*2. Optimalizační procesy*

Spojité: Princip maxima pro nelineární úlohy různých typů. Podmínky optimality pro základní úlohy variačního počtu. Lineární úlohy na minimalizaci času.

Diskrétní: Klasifikace úloh a jejich vztah k úloze nelineárního programování. Lineární a kvadratické úlohy. Základy řízení markovských systémů. Diskrétní dynamické programování - optimalizace vzhledem k počátečnímu stavu, koncovému stavu a počátečnímu a koncovému stavu.

*3. Parametrické, vícekritériální a celočíselné programování*

Obory stability řešení. Obory řešitelnosti. Funkce řešitelnosti pro jednoparametrické a víceparametrické programování. Různé přístupy k řešení úloh s více kritérii.

Funkcionál přiřazený k dané úloze vektorového programování. Eficientní body. Úlohy lineární a nelineární vektorové optimalizace. Metody pro získání eficientních bodů. Úlohy lineárního programování s podmínkami celočíselnosti, resp. s bivalentními proměnnými. Nelineární optimalizační problémy s podmínkami celočíselnosti.

*4. Nehladká optimalizace a pravděpodobnostní dynamické modely*

Clarkeův kalkulus a základy nehladké analýzy. Podmínky optimality. Numerické metody nehladké optimalizace. Modely s diskrétními stavy (Poissonův proces, modely hromadné obsluhy, Markovovy procesy a řetězce). Porovnání pravděpodobnostních a deterministických modelů. Modely se spojitými stavy (stochastický integrál a diferenciál, lineární stochastické diferenciální rovnice).

**Doporučené předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOPT018	Základy nelineární optimalizace	6	2/2 Z+Zk	—

NOPT008	Algoritmy nelineární optimalizace	6	—	2/2 Z+Zk
NOPT004	Optimalizační procesy I	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT005	Optimalizační procesy II	3	—	2/0 Zk
NOPT001	Dynamické programování	3	—	2/0 Zk
NOPT015	Parametrická optimalizace	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT017	Vícekritériální optimalizace	3	—	2/0 Zk
NOPT016	Celočíselné programování	6	2/2 Z+Zk	—
NOPT034	Matematické programování a polyedrální kombinatorika	5	2/1 Z+Zk	—
NDMI067	Toky, cesty a řezy	3	2/0 Zk	—

## I5 - Učitelství informatiky pro střední školy v kombinaci s odbornou informatikou

**Garantující pracoviště:** Kabinet software a výuky informatiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

Obor I5 má v navazujícím magisterském studijním programu Informatika poněkud odlišné postavení než základní obory I1 až I4. Je určen pro zájemce, kteří chtějí vedle odborného magisterského vzdělání v informatice získat také učitelskou aprobaci pro výuku informatiky na středních školách. Studium tohoto oboru se skládá z některého ze čtyř výše uvedených odborných informatických oborů I1 - I4 a navíc z předmětů povinných k získání učitelské aproby, které jsou vyučovány zároveň pro posluchače studijního oboru Učitelství matematiky - informatiky pro střední školy (obor zařazený do studijního programu Matematika).

Obor I5 se studuje podle individuálního studijního plánu. Posluchači se řídí **podmínkami studia jednoho z oborů I1 až I4** podle vlastní volby, v tomto jednom z oborů I1 - I4 také vypracují diplomovou práci a složí ústní část státní závěrečné zkoušky. Během studia navíc absolvují všechny **povinné předměty oboru I5** a v rámci státní závěrečné zkoušky navíc složí **zkoušku z didaktiky informatiky a zkoušku z pedagogiky a psychologie**.

### Povinné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NUIN014	Informační technologie <sup>1</sup>	6	2/2 Z+Zk	—
NPED034	Pedagogika I	3	2/0 Z	—
NPED035	Pedagogika II	3	—	0/2 Z
NPED033	Psychologie	6	—	2/2 Z
NDIN010	Didaktika informatiky I <sup>1</sup>	3	0/2 Z	—
NDIN013	Didaktika informatiky II <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN011	Didaktika uživatelského software I <sup>1</sup>	3	0/2 KZ	—
NDIN012	Didaktika uživatelského software II <sup>1</sup>	3	—	0/2 KZ
NDIN006	Pedagogická praxe z informatiky I <sup>2</sup>	1	1 týden Z	—

NDIN007	<b>Pedagogická praxe z informatiky II</b> <sup>2</sup>	1	2 týdny Z
NDIN008	<b>Pedagogická praxe z informatiky III</b> <sup>2</sup>	1	2 týdny Z

<sup>1</sup> Předmět není vyučován v každém akademickém roce (je vyučován zpravidla jednou za dva roky).

<sup>2</sup> Předmět lze zapsat v zimním nebo v letním semestru.

### **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce (ve zvoleném oboru odborného studia I1 - I4)
- z ústní zkoušky z informatiky (ve zvoleném oboru odborného studia I1 - I4)
- z ústní zkoušky z didaktiky informatiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

Státní závěrečnou zkoušku z pedagogiky a psychologie je možné skládat ještě před dokončením studia, nejdříve však v letním semestru 1. roku studia po získání alespoň 40 kreditů a splnění předmětů NPED034 Pedagogika I, NPED035 Pedagogika II a NPED033 Psychologie. Požadavky k této části státní závěrečné zkoušky jsou uvedeny u oboru Učitelství fyziky – matematiky pro střední školy.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z didaktiky informatiky**

Metodicky zajímavý krátký výklad jednoho z předem známých témat. V každém školním roce bude vypsáno 25 konkrétních témat. Hodnotí se především metodický přístup k výkladu a vystižení podstaty problematiky. Požadavky se shodují s didaktickými tématy zkušebního okruhu Informatika a didaktika informatiky platnými pro obor Učitelství matematiky – informatiky pro střední školy.

1. Jednoduchý třídící algoritmus
2. Quicksort
3. Heapsort
4. Vnější třídění
5. Rekurzivní podprogramy
6. Typy předávání parametrů v Pascalu
7. Reflexivní, symetrický a tranzitivní uzávěr
8. Dynamicky a staticky alokované proměnné v Pascalu
9. Práce s lineárním spojovým seznamem, srovnání s polem
10. Vyhledávání v poli (např. binární, užití zarážky)
11. Průchod stromem do hloubky a do šířky (zásobník, fronta)
12. Vyhledávání, vkládání a vypouštění v binárním vyhledávacím stromu
13. Problém stabilních manželství
14. Prohledávání s návratem (backtracking)
15. Srovnání programovacích jazyků Pascal a C
16. Důkaz správnosti jednoduchého programu (např. faktoriál, Fibonacciova čísla)
17. Seznamy v Prologu a jednoduché predikáty pro práci s nimi
18. Algoritmus minimaxu
19. Algoritmy vyčíslení hodnoty aritmetického výrazu
20. Výpočet hodnoty polynomu Hornerovým schématem

21. Algoritmus „binárního“ umocňování a násobení
22. Dijkstrův algoritmus
23. Určení délky nejdelší rostoucí vybrané podposloupnosti
24. Generování všech permutací v lexikografickém uspořádání
25. Statické a virtuální metody a jejich srovnání





# Studijní plány studijního programu UČITELSTVÍ PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY

## Navazující magisterské studium

*Garant studia:* Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

**Učitelství fyziky - matematiky pro 2. stupeň základní školy**

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

*Charakteristika studijního oboru:*

Toto navazující magisterské studium připravuje učitele kombinace fyzika-matematika pro 2. stupeň základní školy. Navazuje na bakalářské studium, z něhož si student přinesl základní odborné znalosti potřebné pro vyučování těchto předmětů na základní škole. Studium vedle některých dalších partií matematiky a fyziky zahrnuje zejména předměty nutné pro profesní přípravu učitele (pedagogicko-psychologické předměty a základy školského managementu) a předměty orientované na výuku (didaktiky obou předmětů, praktika školních pokusů, pedagogické praxe). Široká nabídka volitelných přednášek, seminářů a praktik a volba tématu diplomové práce (z fyziky nebo z matematiky) umožňuje studentům rozšířit si vzdělání v oblastech, které je zajímají.

*Cíle studia:*

Cílem je vzdělat učitele matematiky a fyziky pro základní školy dobře připravené jak po odborné, tak po profesní stránce, kteří budou podněcovat aktivní práci svých žáků, komunikovat s nimi i mimo svou odbornost. Absolventi musí umět zaujmout žáky pro své předměty, vést je a vychovávat po lidské stránce a dokáží se tomuto umění v průběhu své kariéry učitele dále učit.

*Profil absolventa:*

Absolvent je plně kvalifikovaným učitelem matematiky a fyziky pro základní školu. Má potřebné odborné znalosti základů matematiky a fyziky pro výuku na základní škole. Zvládá dostatečně široké spektrum metod a forem výuky, umí řídit práci žáků a reagovat na nejrůznější situace, které se ve výuce vyskytnou. Má potřebné znalosti z pedagogicko-psychologických předmětů tvořících základ jeho profesní orientace a umí těchto znalostí aktivně využívat. Má praktické zkušenosti s výukou ve škole a základní znalosti o organizaci práce základní školy.

V rámci diplomové práce získal absolvent hlubší vědomosti z některé části matematiky nebo fyziky nebo z problematiky týkající se vzdělávání v těchto oborech. To mu umožňuje v případě potřeby komunikovat se specialisty a může být východiskem jeho celoživotního vzdělávání.

### **Doporučený průběh studia**

Student si k povinné výuce zapisuje ještě povinně volitelné předměty a doporučené volitelné předměty minimálně v takovém rozsahu, aby za celé studium získal alespoň počet kreditů nutných k připuštění ke státní závěrečné zkoušce. Povinná výuka je v následujícím přehledu vyznačena tučným písmem. V prvním ročníku je třeba získat 4 kredity a ve druhém 5 kreditů z doporučených volitelných předmětů (vytištěny kurzívou).

#### **1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPED038	<b>Pedagogika (Z) I</b>	6	2/2 Z	—
NPED039	<b>Pedagogika (Z) II</b>	3	—	0/2 Z
NPED036	<b>Psychologie (Z) I</b>	3	0/2 Z	—
NPED037	<b>Psychologie (Z) II</b>	6	—	2/2 Z
NDIM012	<b>Didaktika matematiky I</b>	3	0/2 Z	—
NDIM015	<b>Didaktika matematiky II</b>	6	—	2/2 Z
NUMZ001	<b>Metody řešení matematických úloh I</b>	3	0/2 Z	—
NDIM008	<b>Pedagogická praxe z matematiky I</b>	1	1 týden Z	
NDIM009	<b>Pedagogická praxe z matematiky II</b>	1		2 týdny Z
NUFZ015	<b>Vybrané partie z fyziky I</b> <b>Kurz bezpečnosti práce I</b> <sup>1</sup>	3	2/0 Zk	—
NDFZ003	<b>Praktikum školních pokusů I</b>	3	0/2 Z	—
NDFZ004	<b>Praktikum školních pokusů II</b>	3	—	0/2 Z
NDFZ001	<b>Didaktika fyziky I</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDFZ005	<b>Pedagogická praxe z fyziky (Z) I</b>	1	1 týden Z	
NDFZ006	<b>Pedagogická praxe z fyziky (Z) II</b>	1		2 týdny Z
NSZZ023	<b>Diplomová práce I</b>	6	—	0/4 Z
NUFY010	<i>Elektronika</i>	3	2/0 Zk	—
NUFY084	<i>Praktický úvod do elektroniky II</i>	3	—	0/2 Z
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY051	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky I</i>	3	0/2 Z	—
NDFY053	<i>Heuristické metody ve výuce fyziky II</i>	3	—	0/2 Z
NDFY042	<i>Vývoj fyzikálních experimentů</i>	3	0/2 Z	—
NPED022	<i>Rétorika a komunikace s lidmi I</i>	3	0/2 Z	—
NPED042	<i>Rétorika a komunikace s lidmi II</i>	3	—	0/2 Z

NDFY055	<i>Fyzikální vzdělávání ve školních vzdělávacích programech I</i>	3	—	0/2 Z
NDFY058	<i>Fyzikální vzdělávání ve školních vzdělávacích programech II</i>	3	0/2 Z	—

<sup>1</sup> Kurz je organizován jednorázově zpravidla v letním semestru. Informace jsou vždy před začátkem semestru na <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/> .

## 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP016	<b>Logika a teorie množin</b>	3	2/0 Zk	—
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NDIM014	<b>Didaktika matematiky III</b>	3	0/2 Z+Zk	—
NUMZ002	<b>Metody řešení matematických úloh II</b>	3	—	0/2 Z
NDIM007	<b>Pedagogická praxe z matematiky III</b>	1	2 týdny Z	—
NDFZ002	<b>Didaktika fyziky II</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NUFZ016	<b>Vybrané partie z fyziky II</b>	6	4/0 Zk	—
NUFZ017	<i>Vybrané partie z fyziky III</i>	3	—	0/2 Z
NUFY020	<b>Astronomie a astrofyzika</b>	3	2/0 Zk	—
NDFZ007	<b>Praktikum školních pokusů III</b>	3	0/2 Z	—
NDFZ008	<b>Pedagogická praxe z fyziky (Z) III</b>	1	2 týdny Z	—
NSZZ024	<b>Diplomová práce II</b>	9	0/6 Z	—
NSZZ025	<b>Diplomová práce III</b>	15	—	0/10 Z
NPED023	<i>Školský management</i>	3	0/2 Z	—
NDFY068	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva I</i>	3	2/0 Zk	—
NDFY069	<i>Fyzika v kulturních dějinách lidstva II</i>	3	—	2/0 Zk
NDFY029	<i>Problémy fyzikálního vzdělávání</i>	3	0/2 Z	0/2 Z
NDFY048	<i>Praktikum školních pokusů IV</i>	4	—	0/3 Z
NUFY023	<i>Fyzikální obraz světa</i>	3	2/0 Zk	—

### Kurz bezpečnosti práce

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální diplomové práce) je získání zápočtu z kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### Diplomová práce

Diplomová práce z fyziky nebo matematiky nebo didaktik těchto oborů se zpravidla zadává v zimním semestru prvního ročníku. Téma diplomové práce z fyziky nebo matematiky nebo didaktik těchto oborů si student volí po dohodě s pracovištěm garantujícím výuku fyziky pro učitelské obory.

### **Státní závěrečná zkouška**

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze čtyř částí:

- z obhajoby diplomové práce
- z ústní zkoušky z fyziky a didaktiky fyziky s praktickou částí týkající se didaktiky fyziky
- z ústní zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z diplomního aprobačního předmětu**

- splnění všech povinných předmětů zvoleného oboru
- získání alespoň 120 kreditů
- odevzdání vypracované diplomové práce ve stanoveném termínu.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z nediplomního aprobačního předmětu**

- získání alespoň 90 kreditů.

### **Podmínky pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce z pedagogiky a psychologie**

- splnění předmětů Pedagogika (Z) I, Pedagogika (Z) II, Psychologie (Z) I a Psychologie (Z) II
- získání alespoň 40 kreditů.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z fyziky a didaktiky fyziky**

#### **Odborná témata**

Student musí prokázat dostatečný fyzikální nadhled nad partii fyziky, které bude ve své praxi vyučovat. Musí proto prokázat základní znalosti klíčových experimentů, fyzikálních teorií a jejich vzájemných souvislostí, umět vysvětlit základní fyzikální veličiny a způsob jejich měření, prokázat pochopení fyzikálních pojmů a zákonů, které se váží k výuce fyziky na základní škole a umět vysvětlit nejdůležitější praktické aplikace.

*Okruhy témat:*

#### *1. Mechanika*

Základní principy a zákony nerelativistické mechaniky, výchozí principy speciální teorie relativity a jejich důsledky.

#### *2. Elektrodynamika*

Základní elektrické a magnetické jevy a jejich kvantitativní popis; elektromagnetické vlny.

#### *3. Termodynamika, molekulová fyzika a fyzika kondenzovaného stavu*

Základní termodynamické veličiny a zákony pro plyny, základy kinetické teorie látek, mechanické vlastnosti pevných látek, fázové změny.

#### 4. Fyzika mikrosvětla

Experimentální východiska kvantové fyziky, základní myšlenky kvantové mechaniky a jejich důsledky, stavba a metody studia elektronového obalu atomu. Složení a charakteristiky atomového jádra a jeho přeměny; klasifikace elementárních částic, jejich vlastnosti a interakce.

#### 5. Fyzika hvězd a vesmíru

Základy moderních astronomických a astrofyzikálních představ o hvězdách a vesmíru.

### **Didaktická témata**

Student navrhne postup výkladu zadaného tématu pro ZŠ a předvede praktický výstup včetně příslušných pokusů. Musí při tom bez nepřijatelného zkreslení objasnit příslušné partie fyziky na úrovni přístupné žákům ZŠ. Při této příležitosti prokáže i znalost přístrojů a pomůcek, principů jejich činnosti a didaktického využití ve výuce na ZŠ.

Na závěr vzorově vyřeší zadanou fyzikální úlohu a didakticky vhodně vysvětlí postup řešení. V průběhu diskuse prokáže znalost zásad vyučování fyzice na ZŠ a schopnost prakticky je aplikovat. Posluchač má rovněž prokázat, že zná úkoly, cíle a obsah výuky fyziky na ZŠ a že si osvojil organizaci vyučování fyzice, charakteristické metody a formy práce učitele fyziky, že ovládá metodiku pokusů a řešení fyzikálních úloh a umí pracovat s učebními pomůckami. Předmětem diskuse může být i struktura učiva fyziky na ZŠ, fyzikální veličiny, elementarizace fyzikálních zákonů a vyvozování pojmů.

#### *Seznam témat určených k výkladu:*

Závislost dráhy rovnoměrného pohybu na době pohybu. Rychlost rovnoměrného pohybu. Zákon setrvačnosti. Třecí síla. Těžiště pevného tělesa. Otáčivý účinek síly; rovnoramenné váhy. Tlak v kapalině vyvolaný vnější silou; hydraulický lis. Hydrostatický tlak; hydrostatické paradoxon. Archimédův zákon. Atmosférický tlak. Aerodynamická odporová síla. Aerodynamická vztlačková síla na křídlo letadla. Vodič a izolant v elektrickém poli. Elektrické pole a jeho modelování. Elektrostatische zdroje (indukční elektrika, van de Graafův generátor). Ohmův zákon. Odpor vodiče. Tepelná pojistka. Užití reostatů k regulaci proudu a napětí. Zapojení spotřebičů za sebou a vedle sebe. Vedení elektrického proudu vodným roztokem látek. Vedení elektrického proudu v plynech. Polovodičová dioda. Tranzistor. Elektromagnet. Působení magnetického pole na vodič s proudem. Elektromagnetická indukce. Lenzův zákon. Střídavý proud. Transformátor. Trojfázový proud. Elektromotor. Odraz světla. Lom světla. Zobrazení kulovými zrcadly. Čočky. Rozklad světla hranolem. Teplotní roztažnost těles. Tepelná výměna. Tání krystalické látky. Var. Vypařování. Tepelné motory. Zdroje zvuku. Rychlost zvuku ve vzduchu. Odraz zvuku. Odraz a ohyb vlnění na vodní hladině. Kmitavý pohyb, kyvadlo.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z matematiky a didaktiky matematiky**

#### 1. Kardinální čísla, spočetné a nespočetné množiny.

Vlastnosti injektivních zobrazení, bijektivní zobrazení, věta Cantorova-Bernsteinova. Mohutnost množiny, spočetné množiny, spočetnost množiny racionálních čísel, nespočetné množiny, nespočetnost množiny reálných čísel.

## 2. Čísla a číselné obory.

Zlomky a racionální čísla. Reálná čísla. Komplexní čísla, jejich zobrazení v Gaussově rovině, Moivreova věta, řešení binomických rovnic a kvadratických rovnic; obory čísel přirozených, celých, racionálních, reálných a komplexních jako algebraické struktury.

## 3. Podílové těleso oboru integrity, konstrukce tělesa racionálních čísel.

## 4. Základní věta algebry, kořenové vlastnosti polynomů, rozklad na kořenové činitele, souvislosti násobnosti a derivace.

Formulace základní věty algebry (bez důkazu), její důsledky. Věta o dělení polynomů se zbytkem. Rozklady polynomů s reálnými a komplexními koeficienty. Derivace polynomů a její souvislost s násobností kořenů. Definice  $n$ -té odmocniny z jedné. Ilustrace těchto pojmů v případě tělesa komplexních čísel.

## 5. Rovnice, nerovnice a jejich soustavy.

Metody řešení lineárních rovnic, nerovnic a jejich soustav, kvadratických rovnic a nerovnic, exponenciálních, logaritmických a goniometrických rovnic. Rovnice, nerovnice a jejich soustavy s parametry.

## 6. Konstrukce tělesa reálných čísel.

Konstrukce množiny reálných čísel pomocí desetinných rozvoje. Axiomatický popis tělesa reálných čísel.

## 7. Funkce a posloupnosti.

Relace, zobrazení a funkce; vlastnosti funkcí; funkce lineární, kvadratická, mocninná, nepřímá úměrnost, funkce exponenciální a logaritmická, goniometrické funkce (zavedení, vlastnosti, průběh); parametrické systémy funkcí, funkce inverzní a funkce složená. Zavedení pojmů spojitost funkce, limita funkce, derivace funkce, užití diferenciálního počtu při studiu průběhu funkcí a v úlohách na extrémy, délka grafu funkce. Zavedení primitivní funkce a určitého integrálu, užití integrálního počtu k výpočtu obsahů a objemů. Posloupnosti a jejich vlastnosti, aritmetická a geometrická posloupnost, limita posloupnosti, nekonečná geometrická řada.

## 8. Funkce více proměnných.

Okolí bodů v  $\mathbb{R}^n$ , otevřené a uzavřené množiny, hranice, vnitřek a uzávěr množiny. Spojitá zobrazení z  $\mathbb{R}^n$  do  $\mathbb{R}^k$ . Vlastnosti spojitě funkce na omezené a uzavřené množině.

## 9. Diferenciální počet funkcí více proměnných.

Derivace ve směru, parciální derivace, totální diferenciál složeného zobrazení. Lokální extrémy.

## 10. Lineární diferenciální rovnice.

Lineární diferenciální rovnice  $n$ -tého řádu, homogenní a nehomogenní rovnice, fundamentální systém řešení, partikulární řešení. Metoda variace konstant, Wronského determinant. Rovnice s konstantními koeficienty, charakteristický polynom, speciální pravé strany.

## 11. Dvojný a trojný integrál.

Základní vlastnosti míry, vnější a vnitřní míra. Riemannův vícerozměrný integrál. Fubiniova věta, věta o substituci. Užití dvojných a trojných integrálů v geometrii a ve fyzice, výpočet objemů a povrchů těles.

12. *Hlavní myšlenky axiomatického zavedení eukleidovské geometrie. Neeukleidovské geometrie.*

13. *Planimetrie a stereometrie.*

Shodnost, podobnost, stejnolehlost, jejich vlastnosti a užití, řešení úloh z konstrukční geometrie (speciálně užitím mocnosti a kruhové inverze), množiny bodů daných vlastností; prostorové řešení stereometrických úloh. Rovinné obrazce, jejich obvody a obsahy; tělesa, jejich povrchy a objemy, sítě.

14. *Analytická geometrie.*

Vektor, operace s vektory, skalární a vektorový součin; rovnice přímky a roviny, vzájemné polohy přímek a rovin, odchylky, vzdálenosti; rovnice kružnice, elipsy, paraboly a hyperboly, tečny ke kuželosečkám, rovnice kvadrik v základním tvaru.

15. *Vlastní čísla a vlastní vektory, matice lineárního zobrazení.*

16. *Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika.*

Kombinace, variace, permutace (bez opakování, s opakováním) a jejich užití při řešení úloh, princip inkluze a exkluze; binomická věta, vlastnosti kombinačních čísel. Náhodný jev a jeho pravděpodobnost, pravděpodobnost sjednocení náhodných jevů, nezávislé jevy a jejich pravděpodobnost. Základní pojmy deskriptivní statistiky (statistický soubor, absolutní a relativní četnost, aritmetický průměr, modus, medián, směrodatná odchylka, rozptyl).

17. *Metody matematiky základní školy.*

Vytváření představ a pojmů, klasifikace pojmů, definice; tvorba hypotéz (s užitím neúplné indukce a analogie), věty a jejich důkazy (důkaz přímý, nepřímý, sporem, matematickou indukcí); axiomatická metoda ve středoškolské matematice. Příklady aplikací matematiky.

### **Požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie**

Požadavky jsou shodné s požadavky k státní závěrečné zkoušce uvedenými u studijního oboru 12 Učitelství fyziky-matematiky pro SŠ studijního oboru Fyzika. Specifikace otázek, problémů a situací přitom odpovídá tomu, že jde o studium učitelství pro 2. stupeň základní školy.





# Rozšiřující a doplňující studium

## 1. Rozšiřující a doplňující studium učitelství pro střední školy

Následné informace této a další kapitoly platí pro rozšiřující i doplňující studium. Proto zde není třeba oba typy studia rozlišovat a v textu použijeme z důvodů stručnosti jedno společné zástupné označení „rozšiřující studium.“

Rozšiřující studium je určeno absolventům učitelského vysokoškolského studia s titulem Mgr. nebo s titulem ekvivalentním. Doplňující studium je určeno absolventům neučitelského vysokoškolského studia s titulem Mgr. nebo s titulem ekvivalentním.

Cílem rozšiřujícího, resp. doplňujícího studia je rozšíření, resp. doplnění kvalifikace o učitelskou aprobaci z jednoho nebo více předmětů buď pro druhý stupeň základních škol (z nabídky: matematika, fyzika), nebo pro střední školy (z nabídky: matematika, fyzika, informatika, deskriptivní geometrie). Rozšiřující i doplňující studium trvá obvykle 3 roky.

### Státní závěrečná zkouška

Studium je zakončeno státní závěrečnou zkouškou, která se skládá ze dvou částí:

- z ústní zkoušky z příslušného předmětu a jeho didaktiky
- z ústní zkoušky z pedagogiky a psychologie

Požadavky státní závěrečné zkoušky rozšiřujícího i doplňujícího studia jsou stejné jako při studiu příslušného aprobačního předmětu (M, F, I, Dg) v prezenčním studiu učitelství. Podmínkou pro přihlášení ke státní závěrečné zkoušce je absolvování všech povinných předmětů příslušného oboru. K přihlášení k části státní závěrečné zkoušky z pedagogiky a psychologie je možné se přihlásit po absolvování předmětů Pedagogika I,II a Psychologie (případně předmětů Pedagogika (Z) I, II a Psychologie (Z) I, II u učitelství pro základní školy).

### 1.1. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství matematiky pro střední školy

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky matematiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

**Povinné předměty a doporučený průběh jejich studia:**

#### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	Matematická analýza Ia	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP002	Matematická analýza Ib	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP003	Lineární algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP004	Lineární algebra II	5	—	2/2 Z+Zk

NMUE021	Úvod do programování a práce s počítačem	6	2/2 Z+Zk	—
NMUE022	Základy algoritmizace a programování	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP008	Kombinatorika	3	2/0 KZ	—
NUMP009	Základy zobrazovacích metod	2	0/2 Z	—
NUMP010	Geometrie I	5	—	2/2 Z+Zk
NPED034	Pedagogika I	3	2/0 Z	—
NPED035	Pedagogika II	3	—	0/2 Z
NPED033	Psychologie	6	—	2/2 Z

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP005	Matematická analýza IIa	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP006	Matematická analýza IIb	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP019	Algebra I	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP020	Algebra II	6	—	2/2 Z+Zk
NUMP011	Geometrie II	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP013	Pravděpodobnost a statistika I	4	2/1 Z	—
NUMP023	Pravděpodobnost a statistika II	4	—	2/1 Z+Zk
NUMP014	Diferenciální geometrie I	5	—	2/2 Z+Zk

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP021	Moderní matematická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
NDIM001	Didaktika matematiky	6	—	2/2 Z+Zk
NUMV043	Metody řešení matematických úloh	3	0/2 Z	—
NUMP016	Logika a teorie množin	3	2/0 Zk	—
NUMP017	Geometrie III	3	2/0 Zk	—
NUMP015	Dějiny matematiky I	3	—	2/0 KZ
NDIM010	Pedagogická praxe z matematiky	1	Z	Z

**1.2. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství fyziky pro střední školy**

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Níže uvedené tučně vtištěné předměty jsou **povinné** ke státní závěrečné zkoušce.

Posluchači si dále mohou vybírat z doporučených volitelných předmětů uvedených v bakalářském studiu oboru *Fyzika zaměřená na vzdělávání* (studijní plán *Fyzika-matematika*) a v magisterském studijním oboru *Učitelství fyzika-matematika pro SŠ*. (Všechny tyto obory spadají pod studijní program Fyzika.) Bližší informace o těchto předmětech podá katedra didaktiky fyziky.

V případě zájmu si posluchači mohou zapsat i libovolné další přednášky a semináře studijního programu Fyzika, ev. i studijních programů Matematika a Informatika.

### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY080	<b>Fyzika I (mechanika a molekulová fyzika)</b>	8	5/2 Z+Zk	—
NUFY101	<b>Fyzika II (elektřina a magnetismus)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFY091	<b>Úvod do fyzikálních měření</b>	1	0/1 Z	—
NUFY093	<b>Fyzikální praktikum I pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	3	—	0/3 KZ
NUFY082	<b>Praktický úvod do elektroniky</b>	2	0/2 Z	—
NPRF026	<b>Úvod do programování a práce s počítačem</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUFY092	<b>Matematické metody ve fyzice</b>	4	—	2/2 Z+Zk
NPED034	<b>Pedagogika I</b>	3	2/0 Z	—
NPED035	<b>Pedagogika II</b>	3	—	0/2 Z
NPED033	<b>Psychologie</b>	6	—	2/2 Z
	<b>Kurz bezpečnosti práce I</b>			

### Kurz bezpečnosti práce

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (včetně praktik) je získání zápočtu z kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY102	<b>Fyzika III (optika)</b>	7	3/2 Z+Zk	—
NUFY103	<b>Fyzika IV (atomová fyzika)</b>	5	—	2/1 Z+Zk
NUFY028	<b>Teoretická mechanika</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY100	<b>Kvantová mechanika</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFY096	<b>Klasická elektrodynamika</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY097	<b>Teorie relativity</b>	3	—	2/0 Zk
NUFY098	<b>Fyzikální praktikum II pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	4	—	0/3 KZ
NDFY043	<b>Didaktika fyziky I</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NDFY045	<b>Praktikum školních pokusů I</b>	4	0/3 Z	—
NDFY046	<b>Praktikum školních pokusů II</b>	4	—	0/4 Z

### 3. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFY094	<b>Termodynamika a statistická fyzika</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFY104	<b>Fyzika kondenzovaného stavu</b>	4	3/0 Zk	—
NUFY018	<b>Jaderná fyzika</b>	3	—	2/0 Zk

NUFY020	<b>Astronomie a astrofyzika</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY023	<b>Fyzikální obraz světa</b>	3	2/0 Zk	—
NUFY099	<b>Fyzikální praktikum III pro obor Fyzika zaměřená na vzdělávání</b>	4	0/3 KZ	—
NDFY044	<b>Didaktika fyziky II</b>	3	0/2 Z	—
NDFY038	<b>Pedagogická praxe z fyziky (R)</b> <sup>1</sup>	1	4 týdny Z	

<sup>1</sup> Po dohodě s katedrou didaktiky fyziky si posluchači mohou rozložit pedagogickou praxi z fyziky do obou semestrů.

Požadavky ke státním závěrečným zkouškám jsou totožné s požadavky k části státních závěrečných zkoušek z fyziky a didaktiky fyziky a z pedagogiky a psychologie v magisterském studijním oboru *Učitelství fyzika-matematika pro SŠ* studijního programu Fyzika.

### 1.3. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství informatiky pro střední školy

**Garantující pracoviště:** Kabinet software a výuky informatiky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Pavel Töpfer, CSc.

U studentů rozšiřujícího studia učitelství informatiky se předpokládá schopnost matematického uvažování a základní vědomosti z klasických partií matematiky. Potřebné znalosti z diskrétní matematiky posluchač získá při studiu.

Student může požádat o uznání zkoušky z předmětu učebního plánu, pokud absolvoval ve svém dřívějším studiu předmět s obdobným obsahem.

V případě zájmu je studentům rozšiřujícího studia umožněno skládat zkoušky z více příbuzných předmětů najednou (např. NTIN060 + NTIN061).

**Povinné předměty a doporučený průběh jejich studia:**

#### 1. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPRG030	<b>Programování I</b>	6	3/2 Z	—
NDMI002	<b>Diskrétní matematika</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NSWI120	<b>Principy počítačů a operačních systémů</b>	5	3/0 Zk	—
NPRG031	<b>Programování II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NTIN060	<b>Algoritmy a datové struktury I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NSWI095	<b>Úvod do UNIXu</b>	5	—	2/2 Z+Zk

#### 2. rok studia

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN061	<b>Algoritmy a datové struktury II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL062	<b>Výroková a predikátová logika</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI096	<b>Internet</b>	4	2/1 KZ	—
NPRG005	<b>Neprocedurální programování</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NTIN071	<b>Automaty a gramatiky</b>	6	—	2/2 Z+Zk

NPED034	Pedagogika I	3	2/0 Z	—
NPED035	Pedagogika II	3	—	0/2 Z
NPED033	Psychologie	6	—	2/2 Z

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPGR003	Počítačová grafika I	6	2/2 Z+Zk	—
NTIN090	Základy složitosti a vyčíslitelnosti	5	2/1 Z+Zk	—
NDBI025	Databázové systémy	6	2/2 Z+Zk	—
NUIN014	Informační technologie	6	2/2 Z+Zk	—
NDIN010	Didaktika informatiky I	3	0/2 Z	—
NDIN013	Didaktika informatiky II	3	—	0/2 KZ
NDIN011	Didaktika uživatelského software I	3	0/2 KZ	—
NDIN012	Didaktika uživatelského software II	3	—	0/2 KZ
NDIN009	Pedagogická praxe z informatiky	2	Z	Z

**1.4. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství deskriptivní geometrie pro střední školy**

Garantující pracoviště: katedra didaktiky matematiky

Odpovědný učitel: Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

**1. ročník**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDGE001	Deskriptivní geometrie Ia	8	4/2 Z+Zk	—
NDGE002	Deskriptivní geometrie Ib	5	—	2/2 Z+Zk
NDGE003	Projektivní geometrie I	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE020	Neeuklidovská geometrie I	6	2/2 Z	—
NDGE021	Neeuklidovská geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE008	Projektivní geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NPED034	Pedagogika I	3	2/0 Z	—
NPED035	Pedagogika II	3	—	0/2 Z
NPED033	Psychologie	6	—	2/2 Z

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDGE022	Počítačová geometrie I	6	2/2 Z	—
NDGE023	Počítačová geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE005	Deskriptivní geometrie IIa	9	2/4 Z+Zk	—
NDGE006	Deskriptivní geometrie IIb	9	—	4/2 Z+Zk
NDGE010	Grafický projekt	6	0/4 Z	—

NDGE011	<b>Algebraická geometrie</b>	3	2/0 Zk	—
---------	------------------------------	---	--------	---

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDGE013	<b>Didaktika deskriptivní geometrie</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE012	<b>Diferenciální geometrie II</b>	6	2/2 Z+Zk	—
NDGE014	<b>Deskriptivní geometrie III</b>	6	—	2/2 Z+Zk
NDGE019	<b>Pedagogická praxe z deskriptivní geometrie</b>	1	Z	Z

**2. Rozšiřující a doplňující studium učitelství pro 2. stupeň ZŠ****2.1. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství matematiky pro 2. stupeň základní školy**

Garantující pracoviště: katedra didaktiky matematiky

Odpovědný učitel: Prof. RNDr. Adolf Karger, DrSc.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP001	<b>Matematická analýza Ia</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUMP002	<b>Matematická analýza Ib</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUMP003	<b>Lineární algebra I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMP004	<b>Lineární algebra II</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMZ010	<b>Algebra a teoretická aritmetika I</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NUMZ011	<b>Algebra a teoretická aritmetika II</b>	3	—	2/0 Z
NUMZ012	<b>Úvod do geometrie I</b>	3	0/2 Z	—
NUMZ013	<b>Úvod do geometrie II</b>	3	—	0/2 KZ
NPED038	<b>Pedagogika (Z) I</b>	6	2/2 Z	—
NPED039	<b>Pedagogika (Z) II</b>	3	—	0/2 Z
NPED036	<b>Psychologie (Z) I</b>	3	0/2 Z	—
NPED037	<b>Psychologie (Z) II</b>	6	—	2/2 Z

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMZ003	<b>Matematická analýza II</b>	6	0/2 Z	0/2 Z
NUMZ001	<b>Metody řešení matematických úloh I</b>	3	0/2 Z	—
NUMZ008	<b>Kombinatorika, pravděpodobnost a statistika</b>	5	2/2 Z+Zk	—

NUMP010	<b>Geometrie I</b>	5	—	2/2 Z+Zk
NUMP011	<b>Geometrie II</b>	5	2/2 Z+Zk	—
NDIM012	<b>Didaktika matematiky I</b>	3	0/2 Z	—
NDIM015	<b>Didaktika matematiky II</b>	6	—	2/2 Z
NMUE022	<b>Základy algoritmizace a programování</b>	6	—	2/2 Z+Zk

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMZ002	<b>Metody řešení matematických úloh II</b>	3	—	0/2 Z
NDIM014	<b>Didaktika matematiky III</b>	3	0/2 Z+Zk	—
NUMP015	<b>Dějiny matematiky I</b>	3	—	2/0 KZ
NDIM011	<b>Pedagogická praxe z matematiky</b>	1	Z	Z

**2.2. Doporučený průběh rozšiřujícího studia učitelství fyziky pro 2. stupeň základní školy**

**Garantující pracoviště:** katedra didaktiky fyziky

**Odpovědný učitel:** Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Níže uvedené tučně vtištěné předměty jsou **povinné** ke státní závěrečné zkoušce.

Posluchači si dále mohou vybírat z doporučených předmětů uvedených v bakalářském studiu oboru *Fyzika zaměřená na vzdělávání* (studijní plán *Fyzika-matematika pro základní vzdělávání*) a v magisterském studijním oboru *Učitelství fyzika-matematika pro 2. stupeň základních škol*. (Všechny tyto obory spadají pod studijní program *Fyzika*.) Bližší informace o těchto předmětech podá katedra didaktiky fyziky.

V případě zájmu si posluchači mohou zapsat i libovolné další přednášky a semináře studijního programu Fyzika, ev. i studijních programů Matematika a Informatika.

**1. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFZ001	<b>Fyzika I (mechanika)</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFZ002	<b>Fyzika II (mechanika tekutin, kmity a vlny)</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFZ020	<b>Základní matematické metody ve fyzice I</b>	3	2/0 Zk	—
NUFZ021	<b>Základní matematické metody ve fyzice II</b>	4	—	2/1 Z+Zk
NUFZ010	<b>Úvod do fyzikálních měření</b>	1	—	0/1 Z
NUFZ018	<b>Výpočetní technika (uživatelský kurz) I</b>	3	0/3 Z	—
NUFZ019	<b>Výpočetní technika (uživatelský kurz) II</b>	3	—	0/3 Z
NPED038	<b>Pedagogika (Z) I</b>	6	2/2 Z	—
NPED039	<b>Pedagogika (Z) II</b>	3	—	0/2 Z



NPED036	<b>Psychologie (Z) I</b>	3	0/2 Z	—
NPED037	<b>Psychologie (Z) II</b>	6	—	2/2 Z

**2. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFZ003	<b>Fyzika III (molekulová fyzika a termodynamika)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFZ004	<b>Fyzika IV (elektřina a magnetismus)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFY082	<b>Praktický úvod do elektroniky</b>	2	0/2 Z	—
NUFZ011	<b>Fyzikální praktikum I</b>	3	0/2 KZ	—
NUFZ012	<b>Fyzikální praktikum II</b>	3	—	0/2 KZ
NDFZ003	<b>Praktikum školních pokusů I</b>	3	0/2 Z	—
NDFZ004	<b>Praktikum školních pokusů II</b>	3	—	0/2 Z
	<b>Kurz bezpečnosti práce I</b>			
NUFZ015	<b>Vybrané partie z fyziky I</b>	3	2/0 Zk	—
NDFZ001	<b>Didaktika fyziky I</b>	6	—	2/2 Z+Zk

**Kurz bezpečnosti práce**

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (včetně praktik) je získání zápočtu z kurzu bezpečnosti práce, který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

**3. rok studia**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUFZ005	<b>Fyzika V (optika)</b>	8	4/2 Z+Zk	—
NUFZ006	<b>Fyzika VI (úvod do fyziky mikrosvěta)</b>	8	—	4/2 Z+Zk
NUFZ013	<b>Fyzikální praktikum III</b>	3	0/2 KZ	—
NDFZ002	<b>Didaktika fyziky II</b>	5	2/1 Z+Zk	—
NUFZ016	<b>Vybrané partie z fyziky II</b>	6	4/0 Zk	—
NUFY020	<b>Astronomie a astrofyzika</b>	3	2/0 Zk	—
NDFZ007	<b>Praktikum školních pokusů III</b>	3	0/2 Z	—
NDFY052	<b>Pedagogická praxe z fyziky (RZ) <sup>1</sup></b>	1	4 týdny Z	

<sup>1</sup> Po dohodě s katedrou didaktiky fyziky si posluchači mohou rozložit pedagogickou praxi z fyziky do obou semestrů.

Požadavky ke státním závěrečným zkouškám jsou totožné s požadavky k části státních závěrečných zkoušek z fyziky a didaktiky fyziky a z pedagogiky a psychologie v magisterském studijním oboru *Učitelství fyzika-matematika pro 2. stupeň základních škol* studijního programu *Fyzika*. Vzhledem k nutnosti prokázat potřebný nadhled nad znalostmi, které budou absolventi vyučovat, se přirozeně předpokládá i znalost témat, které jsou detailněji rozvedeny v požadavcích k fyzikální části státní závěrečné zkoušky na bakalářském studijním oboru *Fyzika zaměřená na vzdělávání* ve studijním plánu *Fyzika-matematika pro základní vzdělávání* studijního programu *Fyzika*.

### 3. Cykly přednášek

#### 3.1. Cyklus přednášek pro pojistné matematiky

**Garantující pracoviště:** katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

**Odpovědný učitel:** Prof. RNDr. Petr Mandl, DrSc.

Cyklus je určen posluchačům fakulty se zájmem o uplatnění v pojišťovnictví, o doktorské studium pojistné matematiky v rámci oboru m7 Finanční a pojistná matematika a pro mimořádné studenty zvyšující svou odbornost v programu celoživotního vzdělávání.

Cyklus zahrnuje tyto předměty:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFAP016	Životní pojištění		2/2 Z	2/2 Z+Zk
NFAP015	Neživotní pojištění		2/0 —	2/0 Zk
NFAP034	Teorie rizika	9	4/2 Z+Zk	—
NFAP011	Seminář z aktuárských věd <sup>1</sup>	3	0/2 Z	0/2 Z
NFAP009	Úvod do financí	3	—	2/0 Zk
NFAP008	Finanční management	3	—	2/0 Zk
NFAP012	Stochastické finanční modely	3	2/0 Zk	—
NFAP014	Účetnictví II	6	—	2/2 Z+Zk
NFAP019	Pojišťovací právo	3	2/0 Zk	—

<sup>1</sup>Zapisují se tři semestry

Absolvování cyklu přednášek představuje splnění požadavků na vzdělání při certifikaci členů České společnosti aktuárů majících magisterský diplom v některé z matematických oborů. K doplnění matematického vzdělání v programu celoživotního vzdělávání slouží předmět NFAP043 Matematika III.

S výjimkou studentů magisterského studia oboru Finanční a pojistná matematika a s výjimkou předmětů Úvod do financí a Finanční management pro bakalářské studium oboru Finanční matematika mohou posluchači zapisovat předměty cyklu pouze jako nepovinnou výuku. Předměty cyklu se nemohou stát součástí povinné nebo povinně volitelné výuky jiných studijních plánů.



# Z historie Univerzity Karlovy

Pražská univerzita založená českým králem a římským císařem Karlem IV. dne 7. dubna 1348 vstoupila do dějin jako první středoevropská univerzita. Již od svého vzniku měla plný počet fakult středověké univerzity. Vstupní branou ke studiu na právnické, lékařské a teologické fakultě byla fakulta svobodných umění (artistická), později zvaná filozofická. Součástí studia na této fakultě byly i přednášky z matematiky, fyziky a astronomie. Výuka se opírala o spisy antických a středověkých autorit (zejména Aristotela). Například podle Aristotelovy „Fysiky“ se fyzika pojímala jako nauka o celé přírodě. K předním osobnostem univerzity patřili v 15. století přírodovědci Křišťan z Prachatic (1360–1439) a Jan Ondřejův zvaný Šindel (1375(?)–1456), patrně spoluvtvůrce pražského orloje, kteří pozvedli svůj zájem od tradičního sestavování kalendáře k vlastnímu astronomickému bádání. V 16. století se již objevují prakticky zaměřené práce z matematiky a astronomie.

Koncem 16. století a počátkem 17. století, zejména za vlády císaře Rudolfa II. (1576–1612), byly v Praze velmi příznivé podmínky pro rozvoj přírodovědného bádání. Všestranný přírodovědec a lékař Tadeáš Hájek z Hájku (1525–1600) udržoval písemný styk s mnoha světovými vědci; měl velký podíl na tom, že v Praze vzniklo významné astronomické centrum. Od roku 1599 pracoval v Praze dánský astronom Tycho Brahe (1546–1601), který do Prahy pozval Jana Keplera (1571–1630). Kepler strávil v Praze 12 let, bydlel zde u svého přítele, tehdejšího rektora Martina Bacháčka z Nauměřic (1541–1612) v univerzitní koleji. Profesorem pražské univerzity se však nestal. V Praze zformuloval své první dva zákony.

Po bitvě na Bílé hoře byla Karlova univerzita jako „semeniště kacírství“ spojena s jezuitskou akademií v Klementinu a od roku 1654 byla nazývána univerzitou Karlo-Ferdinandovou. Jestliže v předbělohorském období univerzitní výuka vycházela vstříc potřebám měšťanské kultury a přála rozvoji praktických předmětů, pod patronací jezuitů bylo jejím hlavním úkolem vychovávat novou církevní inteligenci. Tak nastala více než stoletá stagnace přírodovědných disciplín na půdě univerzity. Výjimečnou osobností té doby byl přírodovědec Jan Marcus Marci z Kronlandu (1595–1667), profesor lékařské fakulty a osobní lékař Ferdinanda III., který dosáhl vynikajících výsledků v mechanice a optice (disperze světla).

Od poloviny 18. století, kdy rostoucí zájem o exaktní vědy již silně kontrastoval s úrovní jejich výuky, byl vliv jezuitů ve školství státem postupně oslabován a po zániku řádu (1773) ochabl docela. Významným průkopníkem reformy studia se stal profesor matematiky a ředitel klementinské hvězdárny Joseph Stepling (1716–1778). Propagoval newtonovskou fyziku, experimentální práci a jako první náš matematik sepsal systematický výklad diferenciálního počtu. Jako direktor (tj. státní dohlizitel) filozofických studií podnítil vznik latinsky psaných učebnic matematiky a fyziky. Steplingův žák Jan Tesánek (1728–1788) vydal v Praze komentované Newtonovy Principie. Ještě za Steplingova života se klementinská hvězdárna zapojila do přírodovědného průzkumu Čech a zahájila systematická meteorologická pozorování, která trvají dodnes. Zásahu na tom měl jiný Steplingův žák — Antonín Strnad (1749–1799), správce hvězdárny. K mimo-

řádným osobnostem té doby patřil matematik, fyzik, astronom a inženýr František Josef Gerstner (1756–1832), který působil na stoličce vyšší matematiky a astronomie v letech 1789–1820. Své matematické znalosti dokázal aplikovat v technické praxi, zasloužil se o založení Českého stavovského polytechnického institutu v roce 1803.

Nejvýznamnějším matematikem a filozofem působícím v Praze v první polovině 19. století byl Bernard Bolzano (1781–1848), na pražské univerzitě působil v letech 1805–1820 jako profesor náboženství. Pro své pokrokové názory byl však perzekvován a po smrti Stanislava Vydry (1741–1804), úspěšného popularizátora matematiky, marně usiloval o stoličce elementární matematiky. Řadu let působil na pražské technice významný fyzik a matematik Christian Doppler (1803–1854). V letech 1867–1895 přednášel na pražské univerzitě proslulý německý fyzik Ernst Mach (1838–1916). Během své vědecko-pedagogické činnosti vybudoval skutečnou fyzikální školu, která vchovala řadu pozdějších českých profesorů fyziky (Seydlera, Strouhala, Kolářka aj.).

Na základě školských reforem z konce čtyřicátých let 19. století filozofická fakulta pozbyla svého propedeutického charakteru a získala rovnocenné postavení s ostatními fakultami. Mohla se tak zaměřit na rozvoj jednotlivých oborů a na výchovu středoškolských profesorů. Vznikem nových kateder, zavedením docentur na univerzitě a zvýšením váhy středoškolského studia se rozšířil počet učitelských míst v oblasti přírodních věd.

Vzrůstající intenzita národního obrozeného hnutí ve druhé polovině 19. století se začala projevovat i ve vědeckém životě. Vznikala česká odborná literatura, ve které se konstitovala česká přírodovědecká terminologie, na univerzitě se objevily první přednášky v českém jazyce. Po pádu Bachova absolutismu se obnovil spolkový život a začaly vznikat i první studentské spolky. Jako první se v roce 1862 zformoval *Spolek pro volné přednášky z matematiky a fyziky*, předchůdce pozdější *Jednoty českých matematiků* (od roku 1912 *Jednoty českých matematiků a fyziků*). Jednota zprostředkovávala kontakt středoškolských učitelů a jiných zájemců s fakultní vědou a vydávala prostřednictvím vlastního nakladatelství odborné časopisy a publikace.

Roku 1882 došlo k rozdělení univerzity na českou a německou část. Pro českou vědu tak vzniklo několik nových profesorských a asistentůvých míst. Možnosti vědecké práce se rozšířily. Prvním profesorem matematiky na české univerzitě se stal autor českých vysokoškolských učebnic matematiky a přírodovědeckých spisů František Josef Studnička (1836–1903), neúnavný organizátor českého vědeckého života, první děkan české filozofické fakulty, rektor české univerzity letech 1888–89. Jeho zásluhou začala Jednota od roku 1872 vydávat *Časopis pro pěstování matematiky a fyziky*, který pod názvem *Mathematica Bohemica* vychází dodnes. Současně se Studničkou přednášel matematiku na české univerzitě Eduard Weyr (1852–1903), který byl řádným profesorem české techniky.

Profesorem experimentální fyziky byl na české univerzitě Čeněk Strouhal (1850–1922), autor vynikající čtyřdílné učebnice experimentální fyziky. Výsledkem jeho dlouholetého úsilí bylo postavení nové budovy Fyzikálního ústavu na Karlově, kam se roku 1907 ústav přestěhoval z Klementina. Profesorem teoretické fyziky a astronomie a ředitelem astronomického ústavu se stal August Seydler (1849–1891), autor třídílné učebnice základů teoretické fyziky, po jeho smrti byl profesorem teoretické fyziky František Kolářek (1851–1913) a profesorem astronomie Gustav Gruss (1854–1922). Z fyziků té doby je ještě třeba připomenout Bohumila Kučeru (1874–1921), který spolupracoval při zařizování nové budovy Fyzikálního ústavu, a profesora meteorologie Františka Augustina (1846–1908).

Předválečný rozmach fyziky se projevil i na německé univerzitě, kde v roce 1911 vznikl ústav teoretické fyziky, který v letech 1911–1912 vedl Albert Einstein.

Po smrti Studničky a Weyra působili na české univerzitě profesori matematiky Karel Petr (1868–1950) a Jan Sobotka (1862–1931). Jejich zásluhou vzrostla úroveň univerzitních přednášek z matematiky a tak postupně rostla i úroveň středoškolských profesorů. Karel Petr napsal velmi kvalitní učebnice matematické analýzy, působil i jako rektor univerzity. Rektorem byl i profesor Bohumil Bydžovský (1880–1969), který se věnoval hlavně algebraické geometrii. Z dalších matematiků je možno připomenout profesora aplikované matematiky Václava Lásku (1862–1943), analytika Miloše Kösslera (1884–1961) a geometra Václava Hlavatého (1894–1964), který odešel do USA. Řada dnešních trendů ve vědeckém výzkumu i ve výuce navazuje na dílo profesorů Vojtěcha Jarníka (1897–1970), autora dodnes užívaných učebnic matematické analýzy, algebraika Vladimíra Kořínka (1899–1981) a geometra a topologa Eduarda Čecha (1893–1960), který podstatně ovlivnil též výuku matematiky na našich středních školách. Eduard Čech založil roku 1956 Matematický ústav UK a o tři roky později mezinárodní časopis *Commentationes Mathematicae Universitatis Carolinae*.

Roku 1920 bylo univerzitě vráceno jméno *Universita Karlova*. Téhož roku se z filozofické fakulty vyčlenily přírodovědné obory a začaly se vyučovat na nově vytvořené přírodovědecké fakultě.

V období mezi válkami působil na Karlově univerzitě profesor teoretické fyziky František Závíška (1879–1945), který zemřel vysílením po pochodu smrti z likvidovaného koncentračního tábora, a další fyzici: Viktor Trkal (1888–1956), který se zabýval hlavně kvantovou teorií a teorií relativity, Václav Posejpal (1874–1935), profesor experimentální fyziky a autor půvabné knížky *Dějepis Jednoty Českých Matematiků* (1912), Augustin Žáček (1882–1961), profesor experimentální fyziky, Václav Dolejšek (1895–1945), významný odborník v rentgenové spektroskopii, který vybudoval Spektroskopický ústav (zemřel v Terezíně).

Dnešní Matematicko-fyzikální fakulta vznikla roku 1952 vyčleněním z fakulty přírodovědecké. S postupujícím rozvojem věd a s rostoucími požadavky praxe rostl na jedné straně počet studentů matematiky a fyziky i počet zaměstnanců fakulty, na druhé straně docházelo k postupné diferenciaci a ke vzniku specializovaných kateder a vědeckých ústavů. Fakulta za dobu své existence vychovala řadu vědců a vysokoškolských i středoškolských učitelů.



# Seznam zaměstnanců

Za číslem stránky je v závorce uveden kód útvaru

Alster Jan	31 (113)	Bican Ladislav	14 (3), 44 (301)
Anděl Jiří	13 (2), 47 (305), 15 (4), 17 (5)	Bičák Jiří	35 (116), 14 (3)
Anfilová Blanka	48 (305)	Biederman Hynek	29 (110)
Antoch Jaromír	47 (305)	Bílek Oldřich	31 (113)
Antoš Roman	18 (102)	Bílka Ondřej	36 (201)
Artemenko Anna	29 (110)	Bílý Tomáš	37 (202)
Arzhakov Dmitry	29 (110)	Bittnerová Jana	21 (104)
Augustovičová Lucie	31 (113)	Blahušová Eva	53 (513)
Babka Vlastimil	38 (203)	Blažková Alena	45 (302)
Babuín Simone	26 (107)	Boček Leo	45 (302)
Bálek Martin	43 (402)	Boháč Jiří	26 (107)
Balík Jaroslav	25 (106)	Böhm Pavel	21 (104)
Barchuk Mykhailo	27 (109)	Böhmová Hana	21 (104)
Bárta Tomáš	46 (303)	Bojar Ondřej	41 (207)
Barták Roman	40 (205)	Bok Jiří	18 (102), 16 (5)
Barto Libor	44 (301)	Božovský Petr	40 (205)
Barvík Ivan	18 (102)	Branda Martin	48 (305)
Baudiš Petr	37 (202)	Brdičková Libuše	41 (207)
Baumruk Vladimír	18 (102)	Brechler Josef	34 (115)
Bečvář František	26 (107)	Brom Cyril	36 (201)
Bečvář Jindřich	45 (302), 50 (306)	Brož Jan	33 (114)
Bečvářová Martina	45 (302)	Brož Josef	53 (513)
Bednárek David	39 (204), 16 (5)	Brož Miroslav	17 (101)
Bednář Jan	34 (115)	Bubeníková Miluša	52 (512)
Bednář Vojtěch	37 (202)	Bugár Marek	18 (102)
Bedrníková Ludmila	57 (731)	Bucha Václav	30 (111)
Běhounková Marie	30 (111)	Bulant Petr	30 (111)
Bejček Eduard	41 (207)	Bulej Lubomír	38 (203)
Bejček Michal	50 (306)	Bulíček Miroslav	50 (306)
Belas Eduard	18 (102)	Bumbová Kamila	40 (205)
Belda Michal	34 (115)	Burda Jaroslav	31 (113)
Beneš Antonín	39 (204)	Bureš Tomáš	38 (203)
Beneš Luděk	34 (115)	Buriánek Jaromír	25 (106)
Beneš Roman	31 (113)	Búryová Marcela	29 (110)
Beneš Viktor	47 (305)	Cabala Miloš	23 (105)
Benešová Ivana	19 (102)	Cajthamlová Blanka	42 (207)
Beran Pavel	25 (106)	Calda Emil	45 (302)
Beránek Martin	23 (105)	Calda Jiří	41 (206), 16 (5)
Bernovská Radka	21 (104)	Carva Karel	27 (109)



## Seznam zaměstnanců

Cejnar Pavel	32 (114)	Doležal Ladislav	26 (107)
Cibulka Josef	37 (202)	Doležal Miroslav	56 (731)
Cibulková Radana	51 (511)	Doležal Zdeněk	32 (114)
Cieslar Miroslav	25 (106), 16 (5)	Domalipová Šárka	53 (513)
Cikán Robert	21 (104)	Dostál Jakub	31 (113)
Cimrová Věra	29 (110)	Dostál Petr	47 (305)
Cinková Silvie	41 (207)	Drábik Martin	29 (110)
Cipra Tomáš	47 (305)	Drahná Dagmar	20 (103)
Císařová Hana	20 (103)	Drahoš Jaroslav	46 (303)
Čada Roman	44 (402)	Drahotová Eva	30 (111)
Čadek Ondřej	30 (111)	Drápal Aleš	44 (301)
Čelikovská Lucie	21 (104)	Drásal Zbyněk	33 (114)
Čelikovský Vít	21 (104)	Drbohlav Tomáš	56 (728)
Čepeck Ondřej	40 (205)	Drietomská Andrea	18 (102)
Čepová Marta	25 (106)	Drozd Zdeněk	12 (1), 21 (104), 16 (5)
Čermáková Kristýna	42 (207)	Dupač Václav	14 (3), 47 (305)
Černá Jaroslava	20 (103)	Dupačová Jitka	47 (305)
Černá Regina	25 (106)	Řurech Josef	17 (101)
Černý Jaroslav	33 (114)	Dušek Miroslav	31 (113)
Černý Karel	32 (114)	Dušková - Smrčková Miroslava	29 (110)
Černý Miloš	19 (102)	Dvořák Jaroslav	54 (721)
Černý Robert	46 (303)	Dvořák Leoš	21 (104)
Červený Vlastislav	30 (111), 14 (3)	Dvořák Tomáš	36 (201)
Čeřovská Jana	33 (114)	Dvořák Zdeněk	43 (402)
Čížek Jakub	26 (107)	Dvořáková Irena	21 (104), 16 (5)
Čížek Martin	35 (116)	Dzetskulič Tomáš	40 (205)
Čížek Pavel	35 (116)	Eckhardt Alan	39 (204), 40 (205)
Čížková Hana	30 (111)	Eiseltová Jana	56 (726)
Čtyroký Jiří	31 (113)	Eliášek Jiří	35 (116)
Daine Denise Wynone	52 (512)	Emmerová Eva	52 (512)
Daniš Stanislav	27 (109)	Englich Jiří	26 (107)
Davídek Tomáš	33 (114)	Espinoza Herrera Shirly Josefina	19 (102)
Deaoras Anoop	42 (207)	Exner Pavel	35 (116)
Děcký Martin	38 (203), 15 (5)	Fabian František	48 (305)
Dědek Jan	40 (205)	Fabiánová Lenka	54 (722)
Dědic Roman	31 (113)	Fährnich Jaromír	29 (110)
Dědič Václav	18 (102)	Farská Jana	41 (206)
Dejmková Jana	39 (204)	Fašangová Eva	46 (303)
Dian Juraj	31 (113)	Feistauer Miloslav	14 (3), 46 (304)
Dítětová Ivana	55 (722)	Felcman Jiří	47 (304)
Diviš Martin	27 (109)	Fencl Tomáš	21 (104)
Dlab Vlastimil	45 (302)	Ferencová Marie	54 (613)
Dlouhý Martin	39 (204)	Fesh Roman	18 (102)
Dobiášová Květoslava	51 (511)	Fiala Jiří	37 (202)
Dobroň Patrik	25 (106)	Fidler Vladimír	53 (513)
Dolejší Jiří	12 (1), 32 (114), 16 (5)	Filipenská Lucie	21 (104)
Dolejší Vít	46 (304)	Filipová Helena	42 (207)

Filipová Petra	45 (302)	Hájek Petr	40 (205)
Finger Michael	26 (107)	Hajič Jan	41 (207)
Finger Miroslav	26 (107)	Hajičová Eva	41 (207), 14 (3)
Fink Jiří	43 (402)	Hála Jan	31 (113), 14 (3)
Fischer Jan	35 (116)	Halas Zdeněk	45 (302)
Fláška Václav	44 (301)	Halenka Tomáš	34 (115)
Flusser Jan	36 (201)	Hana Jiří	42 (207)
Foniok Jan	43 (402)	Hanika Jiří	42 (207)
Formánek Jiří	32 (114)	Hankeová Jitka	26 (107), 52 (512)
Formánková Jana	55 (723)	Hanks Patrick	42 (207)
Forst Libor	41 (206), 16 (5)	Hanuš Jan	29 (110)
Forstová Lenka	41 (206)	Hanuš Josef	17 (101)
Franc Jan	18 (102)	Hanuš Martin	18 (102)
Franek Peter	49 (306)	Hanyk Ladislav	30 (111)
Frcalová Blažena	48 (305)	Hanyková Lenka	29 (110)
Fučík Milan	41 (207)	Hanzal Vojtěch	20 (103), 41 (206), 16 (5)
Fučíková Eva	41 (207)	Harcuba Petr	25 (106)
Fuka Vladimír	34 (115)	Harmanec Petr	17 (101)
Futera Zdeněk	24 (105)	Hartman David	43 (402)
Gabriel Petr	31 (113)	Haslinger Jaroslav	47 (304), 15 (5)
Galamboš Leo	39 (203)	Havela Ladislav	28 (109)
Gallovič František	30 (111)	Havelka Jiří	43 (207)
Garai Csaba	36 (201)	Havle Oto	50 (306)
Gášková Dana	18 (102)	Havličková Alena	16 (5), 55 (725)
Gavenčiak Tomáš	37 (202)	Havránek Antonín	29 (110)
Gerlich Dieter	23 (105)	Havrda Jaroslav	50 (306)
Gillibert Pierre	44 (301)	Hedrlín Zdeněk	37 (202)
Giorgadze Nana	36 (202)	Heida Martin	50 (306)
Glosík Juraj	22 (105)	Heinzel Petr	18 (101)
Goncharov Oleksandr	23 (105)	Hejda Jindřich	23 (105)
Gordeev Ivan	29 (110)	Hencl Stanislav	46 (303)
Gottwald Stanislav	21 (104)	Herrmann Blanka	36 (201)
Grafnetter Michael	39 (204)	Heřman Petr	18 (102)
Granko Galyna	23 (105)	Heyrovský David	35 (116)
Gregor Petr	40 (205)	Hirn Adrian	50 (306)
Grill Roman	12 (1), 18 (102)	Hladík Milan	37 (202)
Grocký Marián	26 (107)	Hlaváč Václav	36 (201)
Gronych Tomáš	23 (105)	Hlaváčová Jaroslava	42 (207)
Grygarová Libuše	37 (202)	Hlávka Zdeněk	47 (305)
Gürlebeck Norman	35 (116)	Hlídek Pavel	18 (102)
Gutynska Olga	23 (105)	Hliněný Petr	37 (202)
Habibi Sakineh	50 (306)	Hlubinka Daniel	47 (305), 15 (5)
Habuda Pavol	55 (725)	Hnětynka Petr	38 (203)
Hacklová Radmila	41 (206)	Hnětynková Iveta	47 (304)
Hadrava Petr	35 (116)	Hodgson Jonathan Edward	52 (512)
Hájek Leoš	57 (733)	Hofbauerová Kateřina	18 (102)
Hájek Michal	25 (106)	Hoffmann Petr	21 (104)

## Seznam zaměstnanců

Hoffmannová Petra	51 (511)	Chvosta Petr	29 (110)
Holan Tomáš	36 (201)	Chýla Jiří	14 (3)
Holeňa Martin	40 (205)	Iorio Alfredo	33 (114)
Holický Petr	46 (303)	Jaček Josef	20 (103)
Holman Štěpán	56 (731)	Jačková Kateřina	21 (104)
Holub Martin	42 (207)	Jágrová Jana	55 (724)
Holub Štěpán	44 (301)	Jákl Vojtěch	41 (206)
Holubec Viktor	29 (110)	Jančák Tomáš	56 (726)
Holý Václav	27 (109), 14 (3)	Jandová Hana	47 (305)
Holzknichtová Marie	53 (512)	Janeček Jan	39 (204)
Homola Petr	42 (207)	Janeček Karel	48 (305)
Homolka Josef	21 (104)	Janeček Miloš	25 (106)
Horáček Jiří	35 (116), 14 (3)	Janeček Tomáš	25 (106)
Horák Lukáš	28 (109)	Janečková Zuzana	25 (106)
Horodyská Petra	31 (113)	Janiš Václav	35 (116), 14 (3)
Hořejší Jiří	32 (114)	Janotová Jana	26 (107)
Hořká Zuzana	52 (512)	Janovský Vladimír	47 (304)
Höschl Pavel	18 (102), 14 (3)	Janský Jaromír	30 (111)
Houfek Karel	35 (116)	Janů Zdeněk	26 (107)
Houšková Marie	52 (512)	Janžura Martin	48 (305)
Houštěk Jan	53 (612)	Jaroš Tomáš	53 (513)
Houžvičková Šolcová Karolína	55 (725)	Javorský Jakub	23 (105)
Hrach Rudolf	22 (105)	Javorský Pavel	27 (109)
Hrachová Věra	22 (105)	Jelínek Frederick	42 (207)
Hrejsemnová Lenka	43 (207)	Jelínek Jakub	41 (206)
Hric Jan	12 (1), 40 (205)	Jelínek Karel	23 (105)
Hromadová Jana	45 (302), 16 (5)	Jelínková Eva	37 (202)
Hron Jaroslav	50 (306)	Jermář Jakub	21 (104)
Hrubý Dag	45 (302)	Jeřáb Martin	23 (105)
Hrubý Vojtěch	23 (105)	Jex Igor	14 (3)
Hruška Jakub	35 (116)	Ježek Jaroslav	44 (301)
Hrušková Drahomíra	15 (5), 51 (511)	Ježek Pavel	39 (203)
Hubička Jan	43 (402)	Ježilová Jana	54 (721), 55 (725)
Hurt Jan	47 (305)	Jindrová Petra	23 (105)
Huszár Peter	34 (115)	Jínová Pavlína	42 (207)
Hušek Miroslav	45 (303), 15 (5)	Jirotko Tomáš	12 (1), 15 (5)
Hušková Marie	14 (3), 47 (305)	Jirovský Václav	41 (206)
Hykšová Magdalena	45 (302)	Jiříčková Markéta	51 (511)
Chábera Tomáš	33 (114)	Johánek Viktor	23 (105)
Chaloupka Roman	18 (102)	Johanis Michal	46 (303)
Charamza Pavel	48 (305)	John Oldřich	46 (303)
Chichina Mariya	24 (105), 54 (721)	Jungwiert Bruno	18 (101)
Chlan Vojtěch	26 (107)	Jungwirth Pavel	31 (113)
Chmelík František	25 (106)	Jurczyk Tomáš	48 (305)
Chundak Mykhailo	23 (105)	Jurečková Jana	47 (305), 15 (5)
Chvál Martin	21 (104)	Jusko Pavol	23 (105)
Chvalkovská Marcela	23 (105)	Justová Iva	48 (305)

Kacafírková Hana	23 (105)	Knobloch Petr	47 (304)
Kadlec Rudolf	40 (205)	Kobera Marek	50 (306)
Kadlecová Andrea	19 (102)	Kocán Pavel	22 (105)
Kadlecová Hedvika	35 (116)	Kočíšová Eva	18 (102)
Kahounová Marcela	51 (511)	Kodedová Marie	18 (102)
Kaiser Tomáš	37 (202)	Kodyš Peter	33 (114)
Kálalová Jana	25 (106)	Kofroň David	35 (116)
Kalenda Ondřej	46 (303)	Kofroň Jan	38 (203)
Kalibera Tomáš	38 (203)	Kofroň Josef	47 (304)
Kališová Emília	56 (727)	Kohout Jaroslav	26 (107)
Kalvová Jaroslava	34 (115)	Kolář Karel	33 (114)
Kampf Karol	33 (114)	Kolářová Růžena	21 (104)
Kaňka Adolf	23 (105)	Kolářová Veronika	42 (207)
Kaňkovský Pavel	23 (105)	Kolesár Marián	33 (114)
Kaplanová Ludmila	43 (207)	Kolingerová Ivana	36 (201)
Kaplický Petr	46 (303)	Kolkusová - Diblíková Petra	17 (5),
Kapsa Vojtěch	31 (113)		53 (513)
Kára Jan	43 (402)	Kolman Petr	12 (1), 37 (202)
Karásek Michal	37 (202)	Kolorenč Přemysl	35 (116), 16 (5)
Karger Adolf	45 (302), 50 (306)	Kolovratník David	15 (4), 16 (5)
Karhan Pavel	33 (114)	Komárek Arnošt	48 (305)
Karnoltová Jana	34 (115)	Kopa Miloš	48 (305)
Kashdan Jay Michael	52 (512)	Kopal Vojtěch	12 (1)
Kašpar Jan	45 (302), 56 (725)	Kopecký Michal	39 (204)
Kašparová Zlatuše	55 (722)	Kopecký Vladimír	18 (102)
Kaštil Jiří	28 (109)	Korvas Matěj	43 (207)
Kazda Alexandr	15 (4), 17 (5)	Kos Petr	41 (206)
Kebrt Michal	43 (207)	Kosek Tomáš	33 (114)
Kechlibar Marian	44 (301)	Kotalíková Eva	35 (116)
Kekule Martina	21 (104)	Kotecký Roman	35 (116)
Kepka Tomáš	44 (301)	Kotěšovcová Anna	41 (207)
Kettnerová Václava	42 (207)	Kotřík Tomáš	23 (105)
Kisvetrová Helena	55 (724)	Kotrla Miroslav	35 (116)
Kladiva Miroslav	33 (114)	Koubek Václav	40 (205)
Klavík Pavel	37 (202)	Koubková Alena	38 (203)
Klazar Antonín	53 (513)	Koucký Michal	40 (205)
Klazar Martin	37 (202), 15 (5)	Koupilová Zdeňka	21 (104)
Klebanov Lev	47 (305)	Kouřil Karel	26 (107)
Klementová Ilona	51 (511)	Kouřilová Hana	29 (110)
Kleprlík Luděk	50 (306)	Kousal Jaroslav	29 (110)
Klíma Jan	27 (109)	Kovář Petr	31 (113)
Klimeš Luděk	30 (111)	Kowalski Oldřich	14 (3), 49 (306)
Klímová Ivana	43 (207)	Kozák Martin	53 (513)
Klimovič Josef	29 (110)	Krajíček Jan	44 (301)
Klusáček David	42 (207)	Krakovský Ivan	29 (110)
Klyueva Nataliya	42 (207)	Král Jaroslav	39 (204)
Knapp František	33 (114)	Král Robert	25 (106)

Seznam zaměstnanců

Krář Daniel	43 (402)	Kulich Michal	12 (1), 47 (305)
Králíková Marcela	22 (105)	Kunc Jan	19 (102)
Krállová Kateřina	53 (612)	Kuriplach Jan	26 (107)
Krářlová Michaela	26 (107)	Kurka Bohumil	20 (103)
Kratochvíl Jan	36 (202), 14 (3), 50 (306)	Kurzweil Jaroslav	14 (3)
Kratochvíl Petr	25 (106)	Kutková Helena	15 (5), 53 (612)
Krčál Marek	43 (402)	Kužel Petr	31 (113)
Krejčí Pavel	14 (3)	Kužel Radomír	27 (109)
Krejčík Stanislav	33 (114)	Kvasil Jan	32 (114)
Krejčová Ema	43 (207)	Kvasnička Peter	33 (114)
Kreml Ondřej	50 (306)	Kvita Jiří	33 (114)
Kreuziger Filip	53 (612)	Kylián Ondřej	29 (110)
Krlín Ladislav	35 (116)	Kynčl Jan	44 (402)
Kroll Jiří	33 (114)	La Mantia Marco	26 (107)
Kronus David	37 (202)	Lachout Petr	47 (305)
Krsek Martin	56 (725)	Lančok Adriana	27 (107)
Kršková Andrea	54 (613)	Lang Jan	26 (107)
Krtička Milan	32 (114)	Langer Jiří	35 (116), 15 (5)
Krtouš Pavel	12 (1), 35 (116)	Lanková Dana	16 (5), 54 (722)
Krump Lukáš	49 (306)	Laštovička Jan	14 (3)
Krumphanzl Pavel	33 (114)	Lávička Roman	49 (306)
Kryl Rudolf	12 (1), 36 (201)	Ledvinka Tomáš	35 (116)
Krylová Naděžda	37 (202)	Leitner Rupert	32 (114)
Krýsl Svatopluk	12 (1), 49 (306)	Libič Peter	38 (203)
Křepinská Alexandra	52 (512)	Lidický Bernard	37 (202)
Křišťan Josef	50 (306)	Ligurský Tomáš	50 (306)
Křivánek Jaroslav	36 (201)	Lipavský Pavel	18 (102)
Křivánek Mirko	40 (205)	Lipovský Jiří	12 (1)
Křivka Ivo	20 (103), 29 (110)	Líska Antonín	13 (2), 54 (721)
Křížková Marie	41 (207)	Lišková Eva	19 (102)
Kubát Jan	19 (102)	Livingston Amy B	52 (512)
Kubát Václav	45 (302), 17 (5)	Loebl Martin	37 (202)
Kubík Petr	33 (114)	Lokajíčková Monika	21 (104)
Kubínová Ivana	19 (102)	Lopatková Markéta	41 (207), 15 (5)
Kuboň Vladislav	41 (207)	Lukáč Pavel	25 (106)
Kuča Jiří	30 (111), 51 (511)	Lukeš Dan	41 (206)
Kučera Antonín	13 (2), 40 (205), 14 (3), 15 (4), 16 (5)	Lukeš Jaroslav	14 (3), 45 (303)
Kučera Luděk	37 (202)	Lustig František	20 (103)
Kučera Miroslav	18 (102)	Lustigová Zdena	21 (104)
Kučera Petr	40 (205)	Lvová Michala	43 (207)
Kučera Václav	47 (304)	Lynnyk Andrii	23 (105)
Kučerová Hana	18 (102)	Macek Michal	33 (114)
Kučová Milena	51 (511)	Macl Jiří	25 (106)
Kudrna Pavel	23 (105)	Mádlík Martin	50 (306)
Kuchař Jan	56 (728)	Mácha Václav	50 (306)
Kukalová Dagmar	54 (721)	Macharová Dana	16 (5), 55 (724)
		Majerech Vladan	40 (205), 16 (5)

Malečková Ludmila	21 (104)	Mikšovský Jiří	34 (115)
Málek Josef	49 (306)	Mikuláš Martin	52 (512)
Málek Přemysl	25 (106)	Mikulová Marie	42 (207)
Malina Lukáš	25 (106)	Milbrandt Rodney Howard	21 (104)
Malohlava Michal	38 (203)	Miler Miroslav	31 (113)
Malý Jan	45 (303)	Miliyanchuk Khrystyna	28 (109)
Malý Petr	31 (113), 15 (5)	Milota Jaroslav	46 (303)
Maňcal Tomáš	19 (102)	Minárik Peter	25 (106)
Mandíková Dana	21 (104)	Minářová Lenka	27 (107)
Mandl Petr	48 (305)	Mírovský Jiří	42 (207)
Mareček David	42 (207)	Mixa Martin	28 (109)
Marek Ivo	14 (3), 47 (304)	Mládková Eva	39 (204)
Marek Lukáš	38 (203)	Mladová Lucie	42 (207)
Marek Vít	19 (102)	Mlček Josef	40 (205)
Mareš Martin	37 (202), 16 (5)	Mlynář Jakub	42 (207)
Mareš Milan	14 (3)	Mlýnková Irena	39 (204)
Markl Martin	50 (306)	Mojzeš Peter	18 (102)
Maršík František	49 (306)	Moravec Pavel	18 (102)
Maršík Jan	53 (513)	Moreaux Marie-Anne	43 (207)
Martí Xavier	28 (109)	Mošnová Hana	56 (731)
Martinec Zdeněk	30 (111)	Motloch Pavel	12 (1)
Marvan Milan	29 (110)	Mráčková Jana	54 (721)
Maslowski Bohdan	47 (305)	Mráz František	36 (201)
Mašek Jan	43 (207)	Mrázek Václav	56 (728)
Mašek Karel	22 (105)	Mrázová Iveta	40 (205)
Mašková Silvie	28 (109)	Müller Sebastian	44 (301)
Matas Jiří	20 (103)	Müllerová Božena	56 (727)
Matěj Zdeněk	28 (109)	Murtinová Eva	46 (303)
Matějová Jana	28 (109)	Mysliveček Josef	23 (105)
Mathis Kristián	25 (106)	Nábělek František	20 (103)
Matlák Jan	28 (109)	Nadějová Dagmar	53 (513)
Matolín Vladimír	22 (105)	Najmanová Anna	50 (306)
Matolínová Iva	22 (105)	Najzar Karel	47 (304)
Matouš Ondřej	41 (206)	Napoleao Dos Reis Eva	52 (512)
Matoušek Jiří	37 (202)	Nápravníková Ludmila	55 (724)
Matúš František	48 (305)	Navrátil Radim	48 (305)
Matyska Ctirad	30 (111)	Navrátilová Anežka	21 (104)
Mautsková Jarmila	26 (107)	Navrátilová Marie	32 (114)
Mayer Pavel	18 (101)	Nečaský Martin	39 (204)
Mazurová Lucie	48 (305)	Nedbal Dalibor	33 (114)
Měchurová Lenka	51 (511)	Nedbal Jan	29 (110)
Melikhova Oksana	26 (107)	Nedoluzhko Anna	42 (207)
Mészáros Attila	17 (101)	Nehasil Václav	22 (105)
Mifková Hana	17 (101)	Nekardová Michaela	31 (113)
Mihovič Jiří	31 (113)	Němec Ludvík	21 (104)
Michálková Věra	55 (724)	Němec Petr	31 (113), 43 (207)
Mikšová Kateřina	27 (109)	Němeček Zdeněk	22 (105), 13 (2), 13 (3)

## Seznam zaměstnanců

Neruda Roman	40 (205)	Pavelková Isabella	21 (104)
Nešetřil Jaroslav	37 (202)	Pávková Terezie	54 (721)
Netočný Karel	35 (116)	Pavliček Libor	50 (306)
Netuka Ivan	14 (3), 49 (306)	Pavlík Roman	41 (206)
Nguy Giang Linh	42 (207)	Pavlíková Pavla	45 (302)
Niebler Gabriel	28 (109)	Pavlíková Veronika	43 (207)
Niederle Jiří	35 (116)	Pavlů Jiří	22 (105)
Nichtová Lea	28 (109)	Pavluch Jiří	22 (105)
Nižňanský Daniel	27 (107), 31 (113)	Pawlas Zbyněk	48 (305), 16 (5)
Nosek Dalibor	33 (114)	Pecina Pavel	42 (207)
Novák Michal	43 (207)	Pecinová Eliška	45 (302)
Novák Miloš	56 (731)	Pěč Viktor	33 (114)
Nováková Jana	33 (114)	Pech Jan	50 (306)
Nováková Marcela	24 (105)	Pecháčková Iva	21 (104)
Novotná Petra	38 (203), 40 (205)	Peksa Ladislav	23 (105)
Novotná Veronika	21 (104)	Pelant Ivan	31 (113)
Novotný Igor	20 (103)	Pelikán Josef	36 (201)
Novotný Jiří	33 (114)	Pergel Martin	36 (201)
Novotný Oldřich	30 (111)	Pergler Jiří	42 (207)
Novotný Tomáš	28 (109)	Perlík Václav	19 (102)
Nožičková Marcela	56 (727)	Pešička Josef	12 (1), 25 (106)
Obdržálek David	39 (204)	Pešková Klára	36 (201)
Obdržálek Jan	35 (116)	Peterek Nino	42 (207)
Ocelák Radek	42 (207)	Peterka Jiří	39 (204)
Odvárko Oldřich	45 (302)	Petříček Václav	28 (109)
Olšina Jan	19 (102)	Pfeffer Miloš	26 (107), 17 (5), 53 (512)
Olšinová Marta	56 (731)	Picek Jan	48 (305)
Omelka Marek	48 (305)	Pick Luboš	45 (303)
Opic Bohumír	45 (303)	Piguetová Diana	44 (402)
Opršal Ivo	30 (111)	Pišoft Petr	34 (115)
Orlita Milan	19 (102)	Pišťeková Helena	45 (303)
Ostatnický Tomáš	31 (113)	Plandorová Eva	47 (304)
Ošťádal Ivan	22 (105)	Plášek Jaromír	18 (102)
Otradovcová Martina	43 (207)	Plašil Radek	22 (105)
Otruba Karel	45 (302)	Plašil František	38 (203), 14 (3)
Palacký Jan	19 (102)	Plátek Martin	40 (205)
Palacký Jiří	33 (114)	Plch Tomáš	36 (201)
Palata Jan	36 (202)	Plicka Vladimír	30 (111)
Palouš Jan	18 (101)	Pluhař Zdeněk	33 (114)
Pančoška Petr	37 (202)	Poddaný Stanislav	17 (101)
Panevová Jarmila	41 (207)	Podolská Hana	54 (722)
Pangrác Ondřej	37 (202)	Podolský Jiří	35 (116), 15 (4), 16 (5)
Papřok Richard	23 (105)	Pognan Patrice	43 (207)
Parada Carolina	43 (207)	Poch Tomáš	39 (203)
Parfenenko Kseniya	25 (106)	Pokorný Jaroslav	13 (2), 39 (204), 14 (3), 15 (5)
Parízek Pavel	38 (203)		
Paulík Marek	53 (513)	Pokorný Milan	49 (306)

Poláková Věra	19 (102)	Radecki Marek	12 (1), 29 (110), 15 (4)
Polifka Richard	33 (114)	Radosa Jean - Jacques	52 (512)
Polišenská Hana	44 (402)	Raidl Aleš	34 (115)
Polonskyi Oleksandr	29 (110)	Ramešová Eva	44 (301)
Poltierová Vejpravová Jana	27 (109)	Rašková Hana	51 (511)
Pop Tomáš	39 (203)	Rataj Jan	48 (305), 49 (306)
Popel Martin	42 (207)	Reitermanová Zuzana	40 (205)
Popelka Jan	42 (207)	Režná Milena	52 (512)
Porubský Jindřich	56 (731)	Ridgill Stephen Charles	53 (512)
Pöschl Radko	21 (104)	Richta Karel	39 (204)
Pospíšil David	44 (301)	Richter Jaroslav	50 (306)
Pospíšil Jiří	28 (109)	Richterová Ivana	23 (105)
Pospíšil Miroslav	31 (113)	Rishko Lesya	23 (105)
Pospíšilová Olga	31 (113)	Rob Ladislav	33 (114)
Pošta Miroslav	50 (306)	Robová Jarmila	45 (302)
Prachařová Marcela	28 (109)	Röhlichová Martina	21 (104)
Prášková Zuzana	12 (1), 47 (305)	Rokyta Mirko	46 (303), 50 (306), 17 (5)
Praus Petr	18 (102)	Roszak Katarzyna	28 (109)
Pražák Dalibor	46 (303)	Rotter Miloš	26 (107)
Prchal Jiří	27 (109)	Roubíček Tomáš	49 (306)
Profant Václav	19 (102)	Rubač Tomáš	39 (204)
Procházka Ivan	26 (107)	Rudajevová Alexandra	28 (109)
Procházka Jan	19 (102)	Ruszová Kateřina	18 (102)
Procházka Ladislav	14 (3), 44 (301)	Růžička Pavel	44 (301)
Procházka Marek	18 (102)	Rysová Magdaléna	43 (207)
Procházková Jana	21 (104)	Rytíř Pavel	40 (205)
Prokeš Jan	29 (110)	Řepa Petr	22 (105)
Prokešová Michaela	48 (305)	Řepková Kateřina	51 (511)
Prokleška Jan	27 (109)	Řezníček Josef	19 (102)
Prokop Brokešová Johana	30 (111)	Řezníček Pavel	33 (114)
Průša Vít	50 (306)	Římal Václav	26 (107)
Přecechtělová Tereza	48 (305)	Řípa Jakub	17 (101)
Předota Milan	35 (116)	Santolík Ondřej	22 (105)
Přech Lubomír	22 (105)	Sedláčková Jitka	23 (105)
Příhoda Pavel	44 (301)	Sedlák Bedřich	26 (107), 14 (3), 15 (5)
Pshenichnyuk Ivan	35 (116)	Sedláková Zdeňka	29 (110)
Pšenčík Ivan	30 (111)	Sechovský Štěpán	28 (109)
Pšenčík Jakub	31 (113)	Sechovský Vladimír	27 (109), 13 (2)
Ptáček Jan	42 (207)	Seidler Jan	48 (305)
Pudl Jan	23 (105)	Semerád Pavel	41 (206)
Pudlák Pavel	37 (202)	Semerák Oldřich	35 (116)
Puchmajerová Jitka	20 (103)	Serov Anton	29 (110)
Pultr Aleš	37 (202), 14 (3)	Setvín Martin	23 (105)
Pustějovská Petra	50 (306)	Sgall Jiří	37 (202)
Pyrih Pavel	45 (303)	Shick Alexander	28 (109)
Pysková Daniela	55 (724)	Shukurov Andrey	29 (110)
Raab Jan	42 (207)	Scheirich Daniel	33 (114)



Seznam zaměstnanců

Scheirich Jan	33 (114)	Straková Jana	42 (207)
Schlesinger Pavel	42 (207)	Straňák Pavel	42 (207)
Schmiedt Lukáš	23 (105)	Stránský Pavel	33 (114)
Schmoranzer David	26 (107)	Stráský Josef	25 (106)
Schnauberthová Petra	43 (207)	Strmisková Lucie	32 (113)
Scholtz Martin	35 (116)	Stronkowski Michal	44 (301)
Schránilová Jiřina	55 (722)	Studený Milan	48 (305)
Simon Petr	40 (205)	Stulíková Ivana	20 (103)
Skála Lubomír	31 (113), 13 (2), 15 (4), 17 (5)	Suchý Ondřej	37 (202)
Skopal Tomáš	39 (204)	Suk Michal	34 (114), 14 (3)
Skrbek Ladislav	26 (107)	Surá Lucie	15 (4)
Skwarska Karolína	43 (207)	Surynek Pavel	40 (205)
Sladký Petr	31 (113)	Surynková Renata	51 (511)
Slanina František	35 (116)	Süss Martin	53 (513)
Slavík Antonín	45 (302)	Svítek Otakar	35 (116)
Slavínská Danko	29 (110)	Svoboda Antonín	31 (113)
Smola Bohumil	25 (106)	Svoboda Emanuel	21 (104)
Smolík Tomáš	39 (204)	Svoboda Miroslav	21 (104)
Smolíková Petra	37 (202)	Svoboda Pavel	27 (109), 13 (2), 16 (5)
Smrž Otakar	43 (207)	Svobodová Jitka	55 (722)
Sobota Karel	57 (731)	Swart Jan	48 (305)
Sobotík Pavel	22 (105)	Swierczewska - Gwiazda Agnieszka	50 (306)
Sokolovský Zbyněk	39 (204)	Sychra Dominik	53 (612)
Solař Pavel	29 (110)	Sýkora Rudolf	28 (109)
Soldán Pavel	31 (113)	Sýkora Tomáš	33 (114)
Somberg Petr	49 (306)	Száráz Zoltán	25 (106)
Souček Vladimír	49 (306)	Šafránková Jana	22 (105)
Soukup František	27 (107)	Šálek David	33 (114)
Soustružník Karel	33 (114)	Šámal Robert	37 (202), 16 (5)
Spousta Martin	33 (114)	Šanda František	18 (102)
Spousta Miroslav	42 (207)	Šaroch Jan	44 (301)
Spoustová Drahomíra	42 (207)	Šarounová Alena	45 (302)
Spurný Jiří	12 (1), 46 (303)	Šebek František	41 (206), 17 (5)
Srb Pavel	26 (107)	Šejnoha Jiří	12 (1)
Srba Ondřej	25 (106)	Šerý Ondřej	39 (203)
Staněk Miroslav	25 (106)	Šestáková Vlasta	56 (731)
Stanovský David	12 (1), 44 (301)	Ševčíková Magda	42 (207)
Stará Jana	46 (303)	Šíbl Pavel	17 (5), 54 (721)
Stehno Stanislav	12 (1), 53 (513)	Šícha Miloš	23 (105)
Stelmakhovych Olha	28 (109)	Šíchová Hana	28 (109)
Sterzik Marek	44 (402)	Šilha Roman	19 (102)
Stetsovych Oleksandr	23 (105)	Šíma Vladimír	25 (106)
Stiborová Milena	16 (5), 55 (723)	Šimánek Milan	31 (113)
Stolař Rudolf	37 (202)	Šimko Viliam	39 (203)
Straka Milan	37 (202)	Šimlovič Juraj	43 (207)
Strakoš Zdeněk	47 (304)	Šimůnek Josef	41 (206)

Šimůnková Lucie	53 (612)	Tomšů Kristýna	43 (207)
Šindler Michal	26 (107)	Töpfer Pavel	36 (201), 15 (4), 16 (5)
Šindlerová Jana	42 (207)	Töpfer Zdeněk	36 (201)
Šír Zbyněk	50 (306)	Toušek Jiří	29 (110)
Škoda Michal	23 (105)	Toušková Jana	29 (110)
Škopová Věra	48 (305)	Trlifaj Jan	44 (301)
Šmíd Břetislav	23 (105)	Trnka Jaroslav	34 (114)
Šmíd Dalibor	50 (306)	Trnková Věra	49 (306)
Šmíd Miloš	36 (201)	Trojánek František	31 (113)
Šmídek Petr	22 (104)	Trojánková Petra	54 (722)
Šmiedová Milena	31 (113)	Trojanová Zuzanka	25 (106)
Šolc Martin	17 (101)	Tsud Nataliya	23 (105)
Šomvářský Ján	29 (110)	Tuček Jan	19 (102)
Špačková Hana	54 (722)	Tůma Jiří	44 (301)
Špitová Ladislava	55 (724)	Tůma Karel	50 (306)
Šťastná Eva	43 (207)	Tůma Petr	38 (203)
Šťastná Jana	49 (306)	Turba Kryštof	25 (106)
Šťastná Julie	29 (110)	Turek Ilja	28 (109)
Štěpán Josef	13 (2), 47 (305)	Turek Lukáš	36 (201)
Štěpánek Jan	42 (207)	Turzík Daniel	37 (202)
Štěpánek Josef	18 (102), 14 (3), 17 (5)	Tvrdík Pavel	14 (3)
Štěpánek Petr	40 (205)	Tvrz Jan	53 (513)
Štěpánková Eva	43 (207)	Uhlířová Eva	31 (113)
Štěpánková Hana	43 (207)	Uhlířová Klára	28 (109)
Štěpánková Helena	26 (107)	Ulrych Jan	19 (102)
Šťovíček Jan	44 (301)	Ulrych Oldřich	50 (306), 16 (5)
Šubr Ladislav	17 (101)	Urban Ludvík	23 (105), 16 (5)
Šustková Hana	22 (104)	Urbánková Eva	18 (102)
Švanda Michal	17 (101)	Urbář Jaroslav	23 (105)
Švarc Robert	12 (1), 35 (116)	Urešová Zdeňka	42 (207)
Švec Jakub	22 (104)	Uxa Štěpán	19 (102)
Švecová Jaroslava	50 (306)	Uzlová Eva	51 (511)
Švejda Jan	33 (114)	Vacek Jaroslav	37 (202)
Švindrych Zdeněk	27 (107)	Vacek Karel	31 (113), 51 (511)
Tancer Martin	44 (402)	Vacek Petr	26 (107)
Tas Petr	33 (114)	Václavík Jiří	12 (1)
Teimoori Faal Hossein	37 (202)	Václavů Michal	23 (105)
Telfah Ahmad	26 (107)	Vágnerová Kateřina	26 (107)
Teplý Jiří	53 (513)	Vachalovská Lenka	53 (512)
Teplý Pavel	22 (104)	Vachoušek Jan	19 (102)
Tesař Marek	37 (202)	Vajnerová Hana	55 (722)
Thér Pavel	57 (732)	Valenta Jan	12 (1), 31 (113)
Tichý Jakub	50 (306)	Valentová Helena	29 (110)
Tichý Milan	22 (105)	Valeš Václav	28 (109)
Tkachenko Oksana	23 (105)	Valkár Štefan	33 (114)
Tomassetti Giuseppe	50 (306)	Valkárová Alice	33 (114)
Tomášková Marcela	16 (5), 54 (722)	Valla Tomáš	44 (402)

## Seznam zaměstnanců

Valtr Pavel	12 (1), 36 (202)	Youssef Ahmed	26 (107)
Valvoda Václav	27 (109), 15 (5)	Zádrapová Dagmar	55 (724)
Vaníčková Zuzana	53 (513)	Zahoranová Tatiana	23 (105)
Varju Jozef	23 (105)	Zahradník Jiří	30 (111), 14 (3)
Vavryčuk Václav	30 (111)	Zahradník Miloš	46 (303)
Večeř Jaroslav	18 (102)	Zachová Jana	19 (102)
Veis Martin	18 (102)	Zajíček Luděk	45 (303)
Velický Bedřich	27 (109)	Zajíček Ondřej	15 (4)
Velímský Jakub	30 (111)	Zakouřil Pavel	56 (728)
Veltruská Kateřina	23 (105)	Zamastil Jaroslav	31 (113), 39 (204)
Velychko Vitaliy	29 (110)	Zasche Petr	17 (101)
Venzarová Miloslava	55 (722)	Závěta Karel	26 (107)
Veselá Kateřina	42 (207)	Zavoral Filip	39 (204), 16 (5)
Veselovská Kateřina	43 (207)	Zdeňková Jana	43 (207)
Veselý Jiří	49 (306)	Zdráhal Martin	33 (114)
Veselý Petr	33 (114)	Zelená Zuzana	53 (512)
Vidová - Hladká Barbora	42 (207)	Zelenda Stanislav	21 (104), 16 (5)
Víšek Jan Ámos	48 (305)	Zelendová Světlá	21 (104)
Višňovský Štefan	19 (102)	Zelený Miroslav	46 (303), 15 (5)
Vlach Martin	20 (103)	Zelinka Miroslav	27 (107)
Vlach Milan	40 (205)	Zeman Daniel	42 (207)
Vlasák Miloslav	47 (304)	Zemková Milena	57 (734)
Vlášek Petr	16 (5), 56 (728)	Zieleniecová Pavla	22 (104)
Vlášek Zdeněk	46 (303)	Zichová Jitka	47 (305)
Voců Michal	50 (306)	Zikánová Šárka	42 (207)
Vojtáš Peter	39 (204)	Zíma Vlastimil	19 (102)
Vokrouhlický David	17 (101)	Zimmermann Karel	37 (202), 48 (305)
Volec Jan	37 (202)	Zinburg Petr	20 (103), 17 (5)
Volenec David	51 (511)	Zítko Jan	47 (304)
Vomlelová Marta	40 (205)	Zollitsch Kim	53 (512)
Vopěnka Petr	14 (3)	Zvánovec Jan	44 (301)
Voráčová Šárka	45 (302), 16 (5)	Zvára Karel	47 (305)
Vorobel Vít	32 (114)	Zvára Milan	19 (102)
Vorokhta Mykhailo	23 (105)	Zvárová Jana	47 (305)
Vrátná Jitka	25 (106)	Zymak Illia	23 (105)
Vrtálková Kateřina	51 (511)	Žabokrtský Zdeněk	41 (207)
Vrzal Jan	34 (114)	Žáček Josef	32 (114)
Všechovská Marcela	55 (724)	Žák Michal	34 (115)
Vyskočil Tomáš	44 (402)	Žák Vojtěch	21 (104)
Walter Jindřich	19 (102)	Žaludová Naďa	20 (103)
Wiedermann Jiří	14 (3)	Žára Jiří	36 (201)
Wild Jan	22 (105)	Žďánská Marcela	56 (725)
Wilhelm Ivan	32 (114)	Žemlička Jan	44 (301)
Wilkie Alexander	36 (201)	Žemlička Michal	39 (204)
Witzany Jiří	48 (305)	Žilavý Peter	21 (104), 16 (5)
Wolf Marek	17 (101)	Živný Stanislav	37 (202)
Yaghob Jakub	39 (204)	Žofka Martin	35 (116)

Žukauskas Aivaras

34 (114)