

Bakalářské a magisterské studijní programy na Ústavu matematiky a statistiky Masarykovy univerzity

Rozvaha o struktuře a obsahu studijních programů garantovaných ústavem, vycházející ze zásad stanovených zákonem, Národním akreditačním úřadem a vedením univerzity, projednaná vedením ústavu dne 24. května 2017 a Radou ústavu dne 22. září 2017.

1. Obecné úvahy

1.1. Pro bakalářské studium budeme nabízet studijní program *Matematika* jako tzv. program se specializacemi. Kromě toho budeme nabízet ucelené studijní plány pro tzv. *sdužená studia*, tj. studijní plány na úrovních *maior* i *minor* víceméně svobodně volitelné v kombinacích napříč MU a *doporučené (resp. provozně přímo podporované) pro několik takových kombinací*.

1.2. Pro případný samostatný profesně zaměřený matematický program jsme zatím neidentifikovali dostatečně atraktivní příležitosti, ústav ale bude vyhledávat možnosti se na takových programech na Masarykově univerzitě podílet. Tímto směrem se ale v aktuální rozvaze nebudeme pouštět.

1.3. V magisterském studiu budeme nabízet dva studijní programy *Matematika* (Pure Mathematics) a *Aplikovaná matematika* (Applied Mathematics). V obou případech půjde o studijní programy se specializacemi, resp. v případě programu Matematika uvažujeme o volnější formě specifikace zaměření studentů. Je přitom možné také podporovat sdužená studia s minorem nebo maiorem matematiky (např. v období k současnému oboru „matematika s informatikou“), v kontextu strategie MU ale budou spíše přicházet do úvahy úzké spolupráce při společné realizaci mezioborových programů (např. pokračování dobré spolupráce propojující matematiku a ekonomii, tj. přírodovědecké a ekonomicko-správní fakulty, nebo matematické biologie, tj. uvnitř přírodovědecké fakulty).

1.4. V diskusi matematických studijních programů budeme sledovat *tři různé úrovně* z hlediska struktury nabídky a *tři různé pohledy* z hlediska obsahu. Půjde nám o tyto úrovně:

- specializace programu (resp. doporučené kombinace plánů maior či minor bloků dvou různých programů),
- odražení jednotlivých oblastí matematiky ve studijních plánech,
- jednotlivé vyučované předměty studia.

1.5. Na těchto úrovních chceme deklarovat, do jaké míry se budeme soustředit na pohledy

- *celkové koncepce a výstavby* teorie a vyjasnění souvislostí k dalším oblastem matematiky,
- osvojení si *rutiny důkazů a tvorby pojmů*,
- osvojení si *rutiny využívání* dotčených matematických pojmů a nástrojů (napříč oblastmi matematiky a zejména mimo matematiku).

1.6. Oblasti matematiky jsou v kontextu studijních programů dány závazným seznamem v definici vzdělávací oblasti Matematika. Jsou to (převzato doslovně z Nařízení vlády č. 275/2016 Sb., ze dne 24. srpna 2016, o oblastech vzdělávání ve vysokém školství):

- algebra a teorie čísel,
- geometrie a topologie,
- diskrétní matematika a matematická logika,
- matematická analýza,
- numerická matematika,
- matematické modelování,
- pravděpodobnost a statistika,

- finanční a pojistná matematika,
- aplikovaná matematika.

1.7. Z pohledu studijních programů je třeba toto rozdělení rozumně interpretovat, protože je na první pohled zřejmé, že se takto nazvané oblasti překrývají. Pro naše potřeby budeme zejména považovat poslední jmenovanou oblast „aplikovaná matematika“ za implicitně pokrytou v ostatních, a to tím způsobem, že některé části studijních plánů budou brát zřetel na přímé využívání budovaných teorií a nástrojů. Na úrovni programů bakalářských bychom měli poskytnout alespoň základní představu o všech oblastech pro všechny specializace.

1.8. Je třeba také vidět, že velmi často jsou pojmy a s nimi související dovednosti a intuice jednotlivých výše uvedených oblastí vykládány a používány hned v počátečních elementárních fázích budování oblastí jiných. Markantní je to např. na typických úvodních blocích přednášek lineární algebry a geometrie a ještě více v diferenciálním a integrálním počtu, kde se nutně setkáváme s postupy algebry, geometrie, topologie, diskrétní matematiky i logiky.

1.9. Ústav matematiky a statistiky by měl dále posílit své aktivity v popularizaci studia matematiky, včetně aktivní práce s talenty, organizace cílených zájmových akcí, expozice matematických témat v univerzitě třetího věku, snahy o prezentace v médiích, sociálních sítích a na internetu apod. Obecně je třeba popularizaci možností studia u nás profesionalizovat a velmi výrazně zlepšit informovanost o našich absolventech a spolupráci s nimi.

1.10. Přijímání do studia na magisterské úrovni by mělo být flexibilní, bez nadbytečných vazeb na naše vlastní bakalářské programy. Chceme podporovat příchod studentů po absolvování jiných škol, včetně zahraničních.

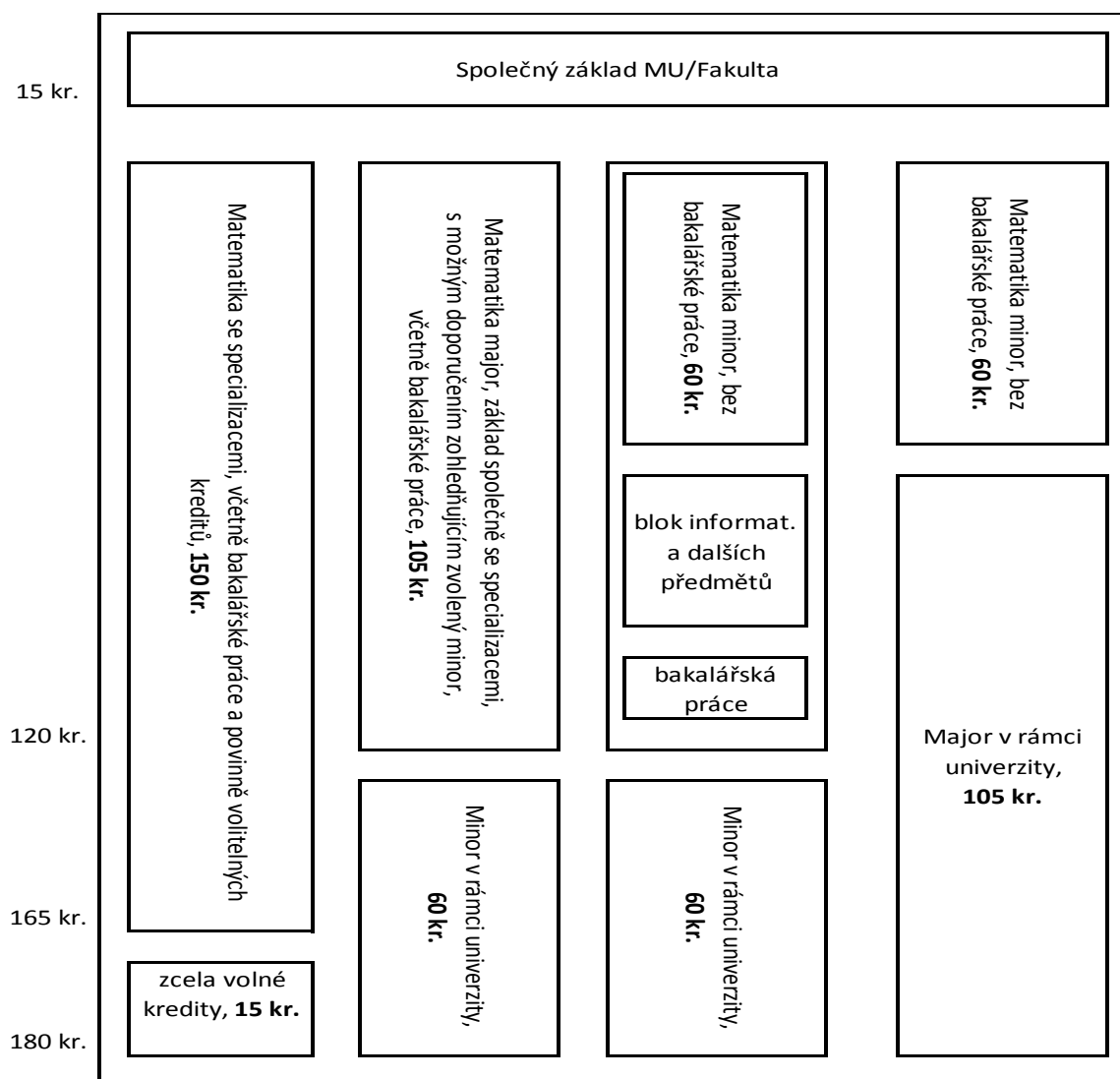
2. Struktura bakalářských programů a společné bloky kurzů

2.1. S ohledem na záměry Masarykovy univerzity a předběžné diskuse s partnery uvnitř univerzity (zejména Ekonomicko-správní fakulta MU (dále ESF), Fakulta informatiky MU, některé obory uvnitř Přírodovědecké fakulty MU), navrhujeme schéma výstavby programů znázorněné na obrázku níže.

2.2. V rámci bakalářského programu Matematika navrhujeme následující specializace:

- *Finanční a pojistná matematika* (Financial and Insurance Mathematics)
- *Modelování a výpočty* (Computational Mathematics)
- *Statistika a analýza dat* (Statistics and Data Analysis)
- *Obecná matematika* (Pure Mathematics).

2.3. Pro sdružená studia budeme mít navrženy *dvě možnosti* naplnění požadavků bloku typu *maior*. Jednak půjde o předměty a povinnosti převzaté z nabídky pro základní program se specializacemi, včetně bakalářské práce, bude ale také k dispozici kompaktní blok v hodnotě 32 kr. (4 semestry 4/2 po 8 kr.), který ekvivalentně nahradí podstatnou část základních přednášek v programu se specializacemi (zejména bloky analýzy, lineární algebry a geometrie, diskrétní matematiky a algebry). Doplněním o další přednášky (např. statistika, numerika – indikaci, o které přednášky může jít, lze vidět v tabulkách v příloze, a to ve sloupci minor) tak vznikne *celistvý blok typu minor* a zároveň bude možno zformovat alternativní blok typu *maior* se zahrnutím bloku informatických předmětů (podobný současnému oboru „Modelování a výpočty“, který chceme obdobně nabízet pod názvem „*Matematika v aplikacích*“ se zahrnutím minorů jiných oborů, zejména ekonomie a matematické biologie).



2.4. První z možností formování bloku maior v předchozím odstavci je předjednána s ESF jako cesta ke kombinacím *Matematika-Ekonomie* a předpokládáme, že budeme tyto kombinace nabízet zcela symetricky, tj. v tomto materiálu pojednáváme o verzi s maiorem v Matematice, druhou možností bude využít standardní minor Matematiky k maioru v Ekonomii, tak jak jej nadefinují na ESF. Strategie MU pravděpodobně umožní relativně snadné překlopení studentů během prvních let studia, pokud změní názor na svoji volbu části maior a zaměření bakalářské práce. Jednotlivé kurzy takto strukturovaného bloku minor budou také vhodné pro interdisciplinární program Matematická biologie.

2.5. Rozvaha v kontextu odstavců 1.4 – 1.6 na úrovni specializací studia je shrnuta v následující tabulce. Řádky zde odpovídají oblastem matematiky, sloupce specializacím studia, resp. minoru, a písmena K, D, A představují po řadě celkovou koncepci, důkazovou rutinu a rutinu v aplikacích. Číselné hodnoty 0 pak naznačují nevelkou důležitost, zatímco hodnota 2 poukazuje na velkou důležitost příslušného pohledu.

Obecné schéma	Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Algebra a teorie čísel	1	0	0	1	0	2	1	0	1	2	2	1	1	1	1
Geometrie a topologie	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2	2	1	1	1	1
Diskrétní matem. a matem. logika	1	1	0	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Matematická analýza	1	1	1	1	0	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
Numerická matematika	1	0	1	1	1	2	2	0	2	2	1	1	1	1	1
Matematické modelování	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	0	0	1	1	0
Pravděpodobnost a matem. statistika	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Finanční a pojistná matematika	2	1	2	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0

2.6. Pro jednotlivé oblasti matematiky bude třeba navrhnout vhodné základní kurzy a jejich zahrnutí do povinných/doporučených studijních plánů jednotlivých specializací či minoru. Zároveň bude vhodné pro tyto kurzy zvážit priority v období k obecné tabulce z 2.5. Tomuto problému se podrobně věnovala pracovní skupina na ÚMS v jarních měsících 2017.

2.7. Na základě intenzivních diskusí byly v pracovní skupině sestaveny možné studijní plány. Tento materiál je k dispozici, měl by dobře posloužit jako *iniciační rozvaha* proveditelnosti celkové koncepce a bude jistě sloužit jako východisko pro další diskuse a rozvahy. Ve čtvrté části tohoto dokumentu jsou v tabulkách uvedeny výše diskutované priority ve struktuře předmětů, jak byly diskutovány pracovní skupinou. Jde přitom o pokus specifikovat optimální profilování daného předmětu v kontextu jeho zařazení do celkové struktury a to z úzkého pohledu konkrétní specializace. Výsledkem má být srozumitelný podklad pro budoucí diskuse o kompromisním obsahu jednotlivých kurzů a určitě přitom nepůjde o vytvoření pěti různých paralelně realizovaných verzí. Je ale možné v některých případech uvažovat o verzích dvou a zároveň mohou být z toho pohledu vyprofilovány vhodné doplňující (volitelné) semináře či jiné aktivity, které případné odchylky od představ pro jednotlivé specializace zkorigují.

2.8. Z výstupu práce pracovní skupiny (viz přehledné tabulky níže) je zřejmé, že v kontextu základních bloků kurzů společných pro všechny specializace velmi výrazně dominuje oblast matematické analýzy (návrh obsahuje 14 semestrálních hodin přednášek analýzy, oproti 4 u statistiky

nebo lineární algebry, 2 u algebry nebo diskrétní matematiky atd.). To je pozitivní v tom smyslu, že diferenciální a integrální počet, stejně jako další pokročilejší oblasti matematické analýzy, jsou velmi přirozenou platformou pro pochopení základních pojmů a technik mnoha oblastí matematiky, viz komentář v odstavci 1.7 výše.

2.9. Z tabulek je také vidět, že velmi výrazná skupina studentů nebude navštěvovat pokročilejší kurzy v jednotlivých oblastech vůbec, čemuž je třeba pečlivě přizpůsobit obsah kurzů základních. Toto konstatování se zcela stejně dotýká všech ostatních základních přednášek povinných pro všechny specializace, tj. zejména analýzy, algebry, lineární algebry a geometrie, diskrétní matematiky.

2.10. V kontextu studijních plánů typu minor/maior může být výhodnější jiná celková struktura, protože tam nebude k dispozici dostatečný celkový rozsah studijního plánu na pokrytí kompletních základních bloků standardního programu. Způsob matematického myšlení, matematický přístup k řešení problémů, jakož i dostupné ilustrace aplikací, lze přitom rychleji rozvinout i prostřednictvím diskrétní matematiky a algebraických metod a role platforem z předcházejících dvou odstavců se může obrátit. Z tohoto pohledu by měl být koncipován alternativní blok základních přednášek pro minor zmíněný v odstavci 2.3.

3. Struktura magisterských programů

3.1. Magisterské studium by mělo být kvalitativně i organizačně výrazně odlišné od studia bakalářského. Klíčovou dovedností by zde měla být schopnost vnímání a aktivního osvojování výsledků z různých oblastí matematiky, zapojování se do praktických projektově orientovaných prací, případně zapojení do aktivní spolupráce ve výzkumu a vývoji nebo v konzultační praxi.

3.2. Zároveň je třeba studenty vychovávat pro jejich budoucí pracovní zařazení na mezinárodním pracovním trhu. Jako samozřejmé se v tomto kontextu jeví zavedení angličtiny jako alternativního jazyka pro výuku i komunikaci, včetně základních povinných přednášek a cvičení.

3.3. Kromě vlastních pracovníků s výraznou mezinárodní zkušeností je vhodné výše uvedených cílů dosahovat výrazným zapojením externích přednášejících a to jak zahraničních výzkumníků navštěvujících ústav, tak odborníků z partnerských institucí. Obojí by se mělo týkat obou magisterských programů.

3.4. Program Matematika. V rámci tohoto programu byly v diskusi zvažovány následující specializace

- algebra,
- geometrie,
- matematická analýza.

Alternativní možností je realizovat program Matematika jakožto program bez specializací, tj. zaměření studentů by bylo dáno jejich volbou diplomové práce a volitelných bloků předmětů, se kterými by samozřejmě byly spojeny volitelné bloky v rámci okruhů otázek ke státnicím.

3.5. Blok společných povinných předmětů bude poskytovat přehled základních matematických teorií, a to jak na úrovni hlubšího vhledu do vybrané užší partie, tak zejména z pohledu širších souvislostí a aplikací, ale také metodiky specifické pro danou oblast. Právě o tento blok předmětů by se měla opírat magisterská úroveň širšího rozhledu absolventů v matematice. Oproti stávajícímu stavu se zde jeví jako velmi žádoucí rozvinout schopnost studentů vnímat matematické výsledky, jejich význam a využití, aniž by nutně prošli všemi detaily jejich důkazů v plné obecnosti.

3.6. Další povinné či povinně volitelné bloky předmětů již budou specifické pro jednotlivé specializace, resp. budou odrážet zaměření studentů, a měly by primárně přispět k získání požadovaných schopností pro samostatnou tvůrčí práci v příslušné užší oblasti matematiky. Klíčovou zde musí být diplomová práce a zejména u vysoce kvalitních prací bychom měli výrazně preferovat jejich vypracování v angličtině.

3.7. Vzhledem k očekávaným nevelkým počtům studentů je vhodné koncipovat celkovou nabídku předmětů pro tento program úsporně, zaměřit se na samotné kvalifikační práce, umožňovat a doporučovat studentům výběr i z přednášek pro aplikovanou matematiku (zejména z jejich společných povinných a povinně volitelných kurzů) a doplňovat nabídku o specializované (často ad hoc organizované) přednášky nabízené společně magisterským i doktorským studentům.

3.8. Do značné míry je dělení na specializace v případě tohoto programu docela volné (pokud vůbec nastane) a z dosavadní praxe víme, že je často výběr diplomové práce cílen do jiné oblasti, než je student zapsán. Nejvíce je to vidět na dosavadním oboru „geometrie“, která může být prakticky zcela „analytická“ nebo zcela „algebraická“. Tuto volnost určitě nechceme narušit.

3.9. Program Aplikovaná matematika. V tomto programu budou nabízeny specializace

- finanční a pojistná matematika (Financial and Insurance Mathematics),
- modelování a výpočty (Computational Mathematics),
- statistika a analýza dat (Statistics and Data Analysis).
- diferenciální rovnice a jejich aplikace (Differential equations and their applications).

Poslední jmenovaná specializace se od předchozích odlišuje větším důrazem na propojení teoretických, numerických i aplikačních aspektů diferenciálních a diferenčních rovnic.

3.10. I v tomto programu bude samozřejmě společný blok povinných předmětů, jehož zaměření by mělo cílit na prakticky užitečné nástroje pro výstavbu, softwarové implementace, či aplikace matematických a statistických modelů, společně všem zaměřením.

3.11. Jednotlivé specializace tohoto programu by měly mít převážně praktické zaměření, absolventi by měli mít i okamžitě využitelné dovednosti. Podstatnou část kapacity programu bychom měli uvolnit pro prakticky orientované projekty nebo projektově vedené kurzy s přímou účastí externích spolupracujících osob/subjektů.

3.12. Zároveň musíme cílit i na hlavní přidanou hodnotu absolventů matematických programů – jejich schopnost logického a racionálního přístupu k formulaci a řešení problémů založenou na schopnosti abstraktního myšlení a dovozování věcí, tak jak je vlastní matematickým teoriím.

4. Nástin obsahu bakalářských kurzů po jednotlivých oblastech matematiky

V této části uvádíme stručné shrnutí výsledku diskuse pracovní skupiny se zahrnutím pohledů specifikovaných výše, viz např. odstavec 2.7.

4.1. Následující tabulky podávají přehled předmětů, jak je v kontextu jednotlivých specializací bakalářského programu a převážně na základě přednášek již existujících sestavila pracovní skupina v jarních měsících roku 2017. Nafialovělá pole ukazují, že s předmětem se nepočítá ani na úrovni doporučení, u minoru jsou vyznačeny plné varianty, které ale v prvních čtyřech tabulkách mohou být nahrazeny kompaktním blokem zmíněným v odstavci 2.3. Rozdělení předmětů po tabulkách je třeba brát s rezervou, např. lineární algebra by mohla být i v algebře, stochastické modely v modelování apod. Volbu je možné ale také brát jako naznačení akcentu, který by v předmětu měl být obsažen.

Algebra a teorie čísel		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Algebra I	2/2	1	1	1	1	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1
Algebra II	2/2										2	2	1			
Systémy počítač. algebry	2/1				1	0	2	1	0	2						

Geometrie a topologie		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Lineární algebra a geometrie I-II	2/2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2
Lineární algebra a geometrie III	2/2										2	2	1			
Topologie	2/1										2	1	1			

Diskrétní matematika a matematická logika		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Diskrétní matematika	2/2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	0	1	1	1
Teorie grafů	2/1										1	1	1			
Teorie množin	2/0										2	1	1			
Matematická logika	2/1										2	1	0			

Matematická analýza		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Matematická analýza I-III	4/2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	2
Matematická analýza IV	2/2	1	1	2	1	0	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1
Funkcionální analýza I	2/1										2	1	1			
Analýza v komplexním oboru	2/2										2	1	0			
Obyčejné diferenciální rovnice	2/2										2	1	1			
Diferenciální geometrie křivek a ploch	2/2										1	1	0			

Numerická matematika		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Numerické metody I	2/2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	2
Numerické metody II	2/1	0	0	1	1	1	2	1	0	1						
Výpočetní matematické systémy	2/2	1	0	1	1	1	1	1	0	1						
Výpočetní statistika	2/2	0	0	1	0	0	1	1	0	2						
Teorie optimalizace	2/2	1	1	2	1	1	2	1	0	1						
Algoritmizace a numerické výpočty	2/1	1	0	1	1	1	2	1	0	1						
Numerické výpočty algebry	2/1	1	0	0	1	1	1	1	0	0						

Matematické modelování		Finanč. a pojist. matematika			Modelování a výpočty			Statistika a analýza dat			Obecná matematika			Minor Matematika		
		K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A	K	D	A
Spojité deterministické modely I	2/2	1	0	1	1	1	2	1	1	1						
Diskrétní deterministické modely	2/2	1	0	1	1	1	2	1	0	2						
Nelineární dynamika	2/2	1	0	1	1	0	1	1	0	1						
Modelování a simulace	2/1	0	0	1	1	1	2	1	0	1						

5. Stručný přehled předjímaného obsahu bakalářského programu, společného všem specializacím, po oblastech matematiky.

Tato část také přímo navazuje na práci pracovní skupiny. Opět je uvedené třeba brát jako východisko k diskusi a jako ověření proveditelnosti celého konceptu. Zejména tento přehled nebere v potaz, ve kterých částech základních či jiných bloků budou zmiňované obsahové požadavky naplňovány (viz komentáře o překryvu oblastí v úvodu tohoto materiálu). Je proto třeba pečlivě zakomponovat do základních přednášek analýzy, algebry, geometrie atd. formou ilustrace využití budovaných pojmů a výsledků všechny koncepty a znalosti požadované níže alespoň informativně v těch oblastech, které v základních společných přednáškách zahrnutý vůbec nejsou.

5.1. Algebra a teorie čísel. *Detailně:* Základní algebraické struktury (grupa, okruh, obor integrity, těleso) - příklady a jejich základní vlastnosti. Homomorfismy a jejich jádra, podstruktury, dělitelnost v komutativním okruhu, ireducibilita, okruh s jednoznačným rozkladem. Základy elementární teorie čísel. Okruh polynomů jedné proměnné nad libovolným okruhem (speciálně nad tělesy: Euklidův algoritmus, jednoznačnost rozkladu, kořeny a jejich násobnost, souvislost s derivací). Okruh polynomů více proměnných (symetrické polynomy). *Informativně:* booleovské algebry a svazy, algebraické aspekty maticového počtu, vybrané aplikace teorie grup (akce grup a související aplikace v kombinatorice apod.).

5.2. Geometrie a topologie. *Detailně:* základní pojmy vektorového počtu s důrazem na lineární a kvadratické koncepty (báze, lineární zobrazení, souvislosti s maticovým počtem, lineární a kvadratické formy). Geometrická interpretace a využití maticového počtu (vlastní čísla, základní principy spektrální teorie, diagonalizace a Jordanův tvar). Základy analytické geometrie (afinní a euklidovské prostory, zobrazení). Základní koncepty množinové topologie (spojitost, kompaktnost). *Informativně:* kvadriky, grupy transformací, elementy projektivní geometrie, základní koncepty geometrické topologie (homotopie, homologie, diskretizace apod.).

5.3. Diskrétní matematika. *Detailně:* Elementy výrokové logiky a teorie množin (zobrazení, uspořádání, dobré uspořádání, ekvivalence a rozklady, kardinální a ordinální čísla). Elementární kombinatorika (pravidla součtu a součinu, Dirichletův princip, rozdělování předmětů do přihrádek), vytvářející funkce pro posloupnosti, řešení rekurencí. Základní pojmy teorie grafů. *Informativně:* příklady grafových algoritmů, příklady geometrických algoritmů, diskrétní varianty konceptů a postupů matematické infinitesimální analýzy.

5.4. Matematická analýza. *Detailně:* Diferenciální počet funkcí jedné a více proměnných (elementární funkce, limita, spojitost, derivace a diferenciál, volné a vázané extrémy). Integrální počet funkcí jedné a více proměnných (neurčitý integrál, Riemannův a Lebesgueův integrál, křivkový a plošný integrál, integrály závislé na parametru). Metrické prostory (metrika, konvergence, úplné a kompaktní prostory, Banachova věta o pevném bodu). ODR (existence a jednoznačnost počáteční úlohy pro rovnice 1. řádu, řešení rovnic 1. a 2. řádu, systémy lineárních rovnic s konstantními koeficienty). Číselné a mocninné řady. *Informativně:* základy teorie míry, základní pojmy z funkcionální analýzy (L^2 prostory, Hilbertovy a Banachovy prostory), základy Fourierovy analýzy (Fourierova řada a transformace, Laplaceova transformace, konvoluce), základy analýzy v komplexní proměnné (mocninné řady v \mathbb{C} , Cauchyova věta, Cauchyův vzorec). Příklady PDR. Základy optimalizace a variačního počtu.

5.5. Numerická matematika. *Detailně:* Problematika robustnosti výpočtu, iterativní numerické řešení rovnic (řešení systémů lineárních a nelineárních rovnic). Základy numerické optimalizace (metoda nejmenších čtverců, metoda zlatého řezu, metoda půlení intervalu apod.). Polynomiální interpolace (Lagrangeův a Newtonův interpolační polynom), numerické derivování a integrování. *Informativně:* Numerické problémy maticového počtu, rozklady matic (LU, singulární, QR), pseudoinverze. Numerická řešení diferenciálních rovnic (diferenční metody).

5.6. Matematické modelování. *Detailně:* algoritmizace úloh, základní numerické výpočty a použití softwaru (Matlab, R, Maple, Sage apod.), spojité a diskrétní deterministické modely (struktura řešení lineárního systému a jeho kvalitativní vlastnosti, užití Laplaceovy transformace a transformace Z, autonomní systémy, trajektorie, stabilita řešení a aplikace na modely dynamiky populací, epidemiologické modely, ekonomické modely apod.).

5.7. Pravděpodobnost a statistika. *Detailně:* Kolmogorova axiomatická definice pravděpodobnosti; podmíněná pravděpodobnost. Definice náhodných veličin a vektorů, diskrétní a absolutně spojitě náhodné veličiny, distribuční funkce, pravděpodobnostní funkce, hustota; číselné charakteristiky náhodných veličin a vektorů (střední hodnota, rozptyl, kvantily, kovariance, korelace); asymptotické vlastnosti náhodných veličin (zákon velkých čísel, centrální limitní věta). Náhodný výběr a statistiky (nestrannost a konzistence); bodové a intervalové odhady, metoda maximální věrohodnosti. Testování hypotéz (základní principy, formulace hypotéz, testovací statistika, p-hodnota, příklady jedno- a dvou-výběrových testů). Lineární regrese, analýza rozptylu, analýza kovariance, odhady a testy parametrů, korelační analýza. Stochastické modely (markovské řetězce, matice přechodu, Chapmanovy-Kolmogorovy rovnice).

5.8. Finanční a pojistná matematika. *Detailně:* Jednoduché úročení a diskontování, složené a spojitě úročení a diskontování, investice, současná a budoucí hodnota, vnitřní míra výnosnosti, doba návratnosti, spoření, důchody, úvěry, dluhopisy, durace a konvexita, akcie. *Informativně:* Modelování délky života, funkce přežití a intenzita úmrtnosti, princip ekvivalence a metody výpočtu čistého pojistného, současná hodnota a výpočet rezervy, modely počtu škod a jejich velikosti.

6. Nástin struktury společných bloků předmětů v magisterských programech.

6.1. Program Matematika. Všechny tři specializace budou mít společný blok směřovaný k širšímu vhledu do matematických teorií. Přibližně 30 kreditů tohoto bloku má být rozprostřeno do 4-6 povinných kurzů. Pracovní skupina diskutovala dvě varianty. V první variantě by „analytické“ předměty měly zahrnout PDR (včetně přesahu do variačních metod a výhledu směrem k numerickým aplikacím) a metody matematického programování, jeden z „geometrických“ předmětů by měl být blízký matematické analýze (tzv. globální analýza, Lieovy grupy apod.), druhý více algebraický (patrně algebraická topologie), diskuse o obsahu dvou algebraických předmětů (teorie modulů a teorie kategorií) ještě budou pokračovat. Ve druhé variantě by mělo být méně povinných kurzů, ale zato s většími hodinovými dotacemi a větší šíří.

6.2. Společně s diplomovou prací jsou tímto společným blokem celého programu naplněny formální strukturní požadavky. Povinně volitelné a doporučené předměty mohou být proto řešeny zvlášť po jednotlivých specializacích, resp. s ohledem na podporovaná zaměření.

6.3. Program Aplikovaná matematika. V tomto programu uvažujeme o pouze třech společných povinných předmětech – Časové řady, Stochastická analýza a Pokročilejší partie numerických metod (celkem do 20 kreditů). Dále bude nabízen rozsáhlý blok společných povinně volitelných předmětů zahrnující i kurzy primárně připravené pro teoretický program, resp. nabízené v rámci spolupráce s interdisciplinárními obory.