

# Studijní plán

## Název plánu: Kvantová informatika

Sou část VUT (fakulta/ústav/další): Fakulta informačních technologií

Katedra:

Obor studia, garantovaný katedrou: Úvodní stránka

Garant oboru studia.:

Program studia: Kvantová informatika

Typ studia: Navazující magisterské prezenční

Předepsané kredity: 116

Kredity z volitelných předmětů: 4

Kredity v rámci plánu celkem: 120

Poznámka k plánu:

Název bloku: Povinné předměty programu

Minimální počet kreditů bloku: 96

Role bloku: PP

Kód skupiny: QNI-PP

Název skupiny: Povinné předměty programu Kvantová informatika 1

Podmínka kredity skupiny: V této skupině musíte získat 96 kreditů

Podmínka předmětů skupiny: V této skupině musíte absolvovat 12 předmětů

Kredity skupiny: 96

Poznámka ke skupině:

| Kód     | Název předmětu / Název skupiny předmětů<br>(u skupiny předmětů seznam kódů jejich členů)<br>Využijí, autoři a garant (gar.) | Zakonění | Kredity | Rozsah | Semestr | Role |
|---------|---|----------|---------|--------|---------|------|
| QNI-KKP | <b>Kryptologie a kvantové počítačnictví</b><br>Róbert Lörencz   | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | Z       | PP   |
| QNI-KOS | <b>Kvantové optické komunikace a sítě</b>   | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | L       | PP   |
| QNI-QC1 | <b>Kvantové výpočty 1</b><br>Marcel Jiřina  | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | Z       | PP   |
| QNI-QC2 | <b>Kvantové výpočty 2</b><br>Aurél Gábor Gábris Aurél Gábor Gábris Aurél Gábor Gábris (Gar.)                                | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | L       | PP   |
| QNI-LOM | <b>Lineární optimalizace a metody</b><br>Dušan Knop   | Z,ZK     | 5       | 2P+1C  | Z       | PP   |
| QNI-DIP | <b>Magisterská práce</b><br>Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář (Gar.)  | Z        | 30      | 270ZP  | L,Z     | PP   |
| QNI-MPR | <b>Magisterský projekt</b><br>Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář (Gar.)   | Z        | 7       |        | Z,L     | PP   |
| QNI-MQI | <b>Matematika pro kvantovou informatiku</b><br>Štěpán Starosta  | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | Z       | PP   |
| QNI-PPS | <b>Programování paralelních systémů</b><br>Pavel Tvrdlík Pavel Tvrdlík Pavel Tvrdlík (Gar.)                                 | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | L       | PP   |
| QNI-TIN | <b>Teorie informace</b><br>Pavel Hrabák Pavel Hrabák Pavel Hrabák (Gar.)  | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | L       | PP   |
| QNI-CPX | <b>Teorie složitosti</b><br>Dušan Knop  | Z,ZK     | 6       | 3P+1C  | Z       | PP   |
| QNI-UKT | <b>Úvod do kvantové teorie</b>  | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | Z       | PP   |

### Charakteristiky předmětů této skupiny studijního plánu: Kód=QNI-PP Název=Povinné předměty programu Kvantová informatika 1

|  |                                      |      |   |
|--|--------------------------------------|------|---|
| QNI-KKP  | Kryptologie a kvantové počítačnictví | Z,ZK | 6 |
| Obsahem předmětu jsou metody a algoritmy kryptologie a jejich vztah ke kvantovému počítačnictví. V prvních úvodních přednáškách budou studenti seznámeni se základními principy a algoritmy kryptografie. V návaznosti na tato témata budou studenti seznámeni se základními kryptoanalytickými metodami. Pak budou uvedeny některé kryptoanalytické algoritmy běžící na kvantových počítačích. V souvislosti s tím bude diskutován problém bezpečnosti souvisejících kryptografických schémat. Další přednášky se budou věnovat postkvantovým algoritmům. Poslední přednášky se zabývají kryptosystémy využívajícími kvantových jevů.   |                                      |      |   |
| QNI-KOS  | Kvantové optické komunikace a sítě   | Z,ZK | 6 |
| The course focuses on the basic principles and technologies for building and using quantum networks. Students will learn about the key components of quantum networks, including quantum repeaters, routers and switches, and their role in creating a scalable quantum Internet. Emphasis will be placed on quantum cryptography systems. Students will also learn the fundamentals of optics, optical networks, and classical cryptography as they relate to quantum key distribution (QKD) and quantum networks. The course will cover types and architectures of QKD systems (including practical implementation of quantum protocols) according to international standards, key generation and distribution in these systems, and integration of QKD with classical communication systems. Students will also have the opportunity to explore satellite and FSO QKD systems and integrated quantum photonics and electronics. |                                      |      |   |

|         |   |      |    |
|---------|---|------|----|
| QNI-QC1 | Kvantové výpočty 1<br>P ední uvádí studenta do základních princip kvantového počítačání a ukazuje rozdíl mezi klasickou a kvantovou mechanikou. Kvantové počítačání využívá kvantové obvody, které budou demonstrovány v softwarovém nástroji Qiskit. P ední postupně seznámí studenta s pojmy jako je stav kvantového systému a jeho vizualizace, měření, základní hradla a jejich skládání a tzv. entanglementem. Student bude seznámen s protokoly BB84 a E91 jako demonstrací vlastností kvantových stavů. P ední se bude dále zabývat i kvantovou teleportací, dotazováním orákula, Deutschovým-Jozsovým algoritmem, kvantovou Fourierovou transformací, algoritmem pro odhad fáze a Shorovým algoritmem.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-QC2 | Kvantové výpočty 2<br>Pokračování Kvantových výpočtů 1 se zaměřuje na složitější algoritmy a jejich implementace: Groverův algoritmus a jeho aplikace, kvantové algoritmy a řešení problémů lineární algebry, HHL pro řešení soustav lineárních rovnic. Úvod do variačních metod a korekce chyb.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-LOM | Lineární optimalizace a metody<br>Studenti získají přehled o aplikacích optimalizačních metod v informatice, ekonomické a průmyslové praxi. Budou seznámeni s praktickým významem lineárního a celoročního programování. Budou umět pracovat s optimalizačním softwarem a ovládat jazyky užívané při jeho programování. Dokážou formalizovat optimalizační problémy z oblasti informatiky (například plánování úloh procesoru, analýza síťových toků), distribuce a alokace zdrojů (dopravní problémy, problém obchodního cestujícího, apod.), z ekonomické praxe a modelování konfliktních situací pomocí teorie her. Získají přehled o problematice výpočetní složitosti v optimalizaci. Získají dobrou orientaci v algoritmech lineárního programování.  | Z,ZK | 5  |
| QNI-DIP | Magisterská práce<br>Samostatná práce studenta pod vedením vedoucího práce. Výuka je založena na individuálních konzultacích s vedoucím práce, případně dalšími konzultanty. Rozsah výuky 30 ECTS (tj. cca 900 hodin) v sobě zahrnuje konzultace, přípravu teoretické i praktické části práce, psaní, přípravu na obhajobu a obhajobu práce před komisí. Garant předem tu garantuje kvalitu zadání magisterských prací a jejich soulad s profilem absolventa.   | Z    | 30 |
| QNI-MPR | Magisterský projekt<br>1. Student si na začátku semestru vybere téma práce (viz Instrukce pro výběr tématu a jeho registraci). S vedoucím si domluví dílčí úkoly, které na zpracování zadání vykoná během semestru. Pokud tyto úkoly splní, udělí mu vedoucí práce na konci semestru zápočet z předem tu NI-MPR. 2. Externí vedoucí práce zadá informaci o udělení zápočtu pomocí formuláře Udělení zápočtu od externího vedoucího závěrečné práce (viz Ke stažení). Vyplněný a podepsaný formulář je poté e-doručen osobně nebo e-mailem referentce pro SZZ, která udělení zápočtu zařídí. 3. Je-li téma práce, které si student rezervoval, formulováno obecněji, může být úkoly, které mu vedoucí na semestr uloží, směřovat primárně k dohodě zadání tak, aby mohlo být zadání práce koncem semestru doplněno a schváleno. Domluva s vedoucím práce, týkající se upřesnění požadavků pro předem tu NI-MPR by měla probíhat v prvních týdnech semestru. Aktivita a odpovědnost leží na studentovi, nikoliv na vedoucím práce. Z hlediska splnění podmínek rozhodně není, aby si student vybral téma. Může dojít k situaci, že se student na konci semestru rozhodne na tématu závěrečné práce dále nepracovat a zvolí si jiné. Stejně tak může vedoucí práce ukončit spolupráci se studentem. I v tomto případě je možné udělit zápočet. | Z    | 7  |
| QNI-MQI | Matematika pro kvantovou informatiku<br>Lineární algebra na konečně dimenzionálním prostoru se skalárním součinem, Hilbertovy prostory, Diracova bra-ketový formalismus, normální, hermitovské a unitární operátory, spektrum operátoru, ortonormalizace, diagonalizace, maticová exponenciála, tenzorový součin vektorových prostorů a operátorů. Diskrétní Fourierova transformace a rychlá Fourierova transformace.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-PPS | Programování paralelních systémů<br>V dnešní době se vícejádrové procesory a GPU akcelerátory staly běžnou částí výpočetních klastrů a vysoce výkonných výpočetních systémů a proto znalosti a dovednosti týkající se paralelního programování jsou nezbytnou výbavou každého informatika. Cílem předem tu je seznámit studenty s architekturami a s metodami programování paralelních počítačů se sdílenou pamětí, s GPU akcelerátory a s distribuovanou pamětí. Pro efektivní využití těchto moderních výpočetních systémů je nezbytné kombinovat techniky paralelizace na všech těchto úrovních. Studenti získají znalosti příslušných programovacích modelů, jazyků a prostředí. Seznámí se s fundamentálními paralelními algoritmy a budou schopni analyzovat limitace, efektivnost a škálovatelnost paralelních řešení vybraných problémů na výkonných výpočetních systémech. Vedle nezbytné teorie v přednáškách budou studenti v rámci cvičení získávat praktické zkušenosti a dovednosti s programováním v prostředí OpenMP, CUDA a MPI.   | Z,ZK | 6  |
| QNI-TIN | Teorie informace<br>Předem tu cílí na matematický popis náhodného zdroje zpráv, jeho kódování a přenos zdroje šumovým kanálem. Úloha kódování je nahrazena pravděpodobnostní, je akcentována souvislost stěžejní délky optimálního kódu s entropií a rychlostí entropie náhodného zdroje, v případě šumového kanálu se zaměří na množinu typických zpráv a její vhodné kódování samoopravními kódy. Součástí předem tu je i připomenutí potencionálních pojmů jako podmíněné rozdělání, testy dobré shody a testy nezávislosti, úvod do náhodných čet.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-CPX | Teorie složitosti<br>Studenti se dozvědí o základních třídách teorie výpočetní složitosti a různých modelech algoritmů a o implikacích této teorie týkajících se praktické algoritmické (ne)řešitelnosti složitých úloh.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-UKT | Úvod do kvantové teorie<br>Předem tu seznamuje studenty se základy kvantové teorie. Jsou vysvětleny základní principy, formalismus a interpretace kvantové teorie na jednoduchých modelech zejména z konečně-rozměrné kvantové mechaniky. Důraz je kladen na další využití kvantové teorie pro zpracování a přenos informace. Jsou diskutovány možné fyzikální realizace qubitu, popis složených systémů, kvantové provázání a jeho využití. V závěru kurzu je zmíněn popis spojitých kvantových systémů v nekonečně-rozměrných Hilbertových prostorech, zejména lineární harmonický oscilátor jako popis módu kvantovaného elektromagnetického pole.   | Z,ZK | 6  |

Název bloku: Povinně volitelné předem tu

Minimální počet kreditů bloku: 20

Role bloku: PV

Kód skupiny: QNI-PV

Název skupiny: Povinně volitelné předem tu programu QNI Kvantová informatika

Podmínka kredity skupiny: V této skupině musíte získat alespoň 20 kreditů (maximálně 63)

Podmínka předem tu skupiny: V této skupině musíte absolvovat alespoň 4 předem tu (maximálně 12)

Kredity skupiny: 20

Poznámka ke skupině: Pozor na znalostní prerekvizitu předmětu QNI-QML. Ten si můžete zapsat pouze s předchozími znalostmi, které se probírají v těchto bakalářských předmětech: BI-ML1.21 Strojové učení 1  
BI-ML2.21 Strojové učení 2

| Kód     | Název předem tu / Název skupiny předem tu<br>(u skupiny předem tu seznam kódů jejich členů)<br>Využijí, autoři a garant (gar.) | Zakonění | Kredity | Rozsah | Semestr | Role |
|---------|--|----------|---------|--------|---------|------|
| QNI-AVM | Adiabatic computing and variational methods  | Z,ZK     | 6       | 2P+2C  | *       | PV   |
| QNI-QEC | Kvantová korekce chyb  | Z,ZK     | 5       | 2P+2C  | Z       | PV   |
| QNI-QOM | Kvantová optika, metrologie, snímání a zobrazování   | Z,ZK     | 5       | 2P+2C  | Z       | PV   |

|         |   |      |   |       |   |    |
|---------|---|------|---|-------|---|----|
| QNI-QML | <b>Kvantové strojové učení</b><br><i>Daniel Vašata</i>  | Z,ZK | 5 | 2P+1C | Z | PV |
| QNI-NMK | <b>Numerické metody pro kvantové výpočty</b>  | Z,ZK | 5 | 2P+2C |   | PV |
| QNI-OQC | <b>Optical quantum computing</b><br><i>Aurél Gábor Gábris</i>   | Z,ZK | 5 | 2P+1C |   | PV |
| QNI-OPM | <b>Optická měření</b>   | Z,ZK | 6 | 2P+2C |   | PV |
| QNI-OVV | <b>Optimalizace pro vlnkové výpočty</b>   | Z,ZK | 5 | 2P+1C |   | PV |
| QNI-PNM | <b>Paralelizace numerických metod</b>   | Z,ZK | 5 | 2P+2C |   | PV |
| QNI-PJK | <b>Programovací jazyky pro kvantové počítačování</b>  | Z,ZK | 5 | 2P+1C |   | PV |
| QNI-VOT | <b>Vláknové optické technologie</b>   | Z,ZK | 6 | 2P+2C |   | PV |
| QNI-PON | <b>Vybrané partie z optimalizace a numeriky</b><br><i>Karel Klouda Karel Klouda Karel Klouda (Gar.)</i> | Z,ZK | 5 | 2P+1C | L | PV |

**Charakteristiky jednotlivých předmětů této skupiny studijního plánu: Kód=QNI-PV Název=Povinný volitelný předmět programu QNI Kvantová informatika**

|   |   |      |   |  |  |  |
|---|---|------|---|--|--|--|
| QNI-AVM   | <b>Adiabatic computing and variational methods</b>        | Z,ZK | 6 |  |  |  |
| The course introduces adiabatic computing and variational quantum algorithms (VQA). We start with a broad introduction to variational methods in physical chemistry (e.g., for calculating ground state of small molecules) and a recapitulation of advances in theoretical computer science (computational complexity and problems such as MAXCUT). We will present the EQA Conjecture and the unique games conjecture. We will present the adiabatic theorem and quantum speedup by quantum annealing (QA). We will build up an understanding of variational quantum algorithms by introducing and analysing, in turn, Variational quantum eigensolver (VQE), Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA), and their Warm-started variants. As applications, we will highlight variational solvers for systems of linear equations and variational solvers for Markowitz portfolio management, with some discussion of the challenges in benchmarking of VQA. |   |      |   |  |  |  |
| QNI-QEC   | <b>Kvantová korekce chyb</b>                              | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| V předmětu vybudujeme teorii konstrukce kvantových samoopravných kódů. V úvodní části budou shrnuty potřebné kapitoly z klasické teorie, nad níž poté prezentujeme kvantovou obdobu. Ukážeme, jakým způsobem mohou být koherentně uchovaná kvantová informace odolná vůči ztrátám a šumu. V závěru předmětu dospějeme k principu chybové tolerance, na jehož základě jsou kvantové počítače schopny oprávněně opravovat chyby vzniklé za běhu programu a dosahovat tak správných výsledků i s chybujícími bity, hradly i měřeními.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-QOM   | <b>Kvantová optika, metrologie, snímání a zobrazování</b> | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Studenti jsou seznámeni s úvodem do kvantové teorie světla a souvisejících základních principů s důrazem na praktické aspekty. Získají teoretické a experimentální základy pro vývoj specificky kvantově-mechanických přístupů k metrologii a zobrazování v oblasti kvantové informatiky a komunikací. Mezi konkrétní diskutované problémy patří elementární procesy s fotony (absorpce, emise, stimulovaná emise), interference, provázání, neklasické jevy s fotony, metody potlačení optických aberací a disperze. Jednotlivé techniky jsou vysvětleny teoreticky a také s využitím experimentů, které demonstrují tyto principy v praxi.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-QML   | <b>Kvantové strojové učení</b>                            | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Cílem předmětu je uvést studenty do problematiky kvantového strojového učení. Studenti se nejprve teoreticky i prakticky seznámí s kvantovou reprezentací klasických dat. Dále se v rámci scénářů učení s úkolem budou zabývat především jádrovými metodami, kvantovým SVM modelem a také využitím kvantových variací metod. V předmětu budou též představeny kvantové neuronové sítě a v rámci scénářů učení bez úkolu také kvantové generativní adversariální modely. Primárním zaměřením předmětu jsou kvantové algoritmy pro klasická data. Na cvičeních se k práci s daty a modely budou využívat knihovny pandas a qiskit pro jazyk Python.   |   |      |   |  |  |  |
| QNI-NMK   | <b>Numerické metody pro kvantové výpočty</b>              | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení okrajových a smíšených úloh pro obyčejné a parciální diferenciální rovnice. Jedná se o metody konečných diferencí, prvky a objemy pro eliptické, parabolické a hyperbolické parciální diferenciální rovnice. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-OQC   | <b>Optical quantum computing</b>                          | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| The course covers the basic theoretical methods and concepts for optical quantum computing, complemented by on hands-on exercise and applications using quantum programming libraries, Strawberry Fields and Piquasso. Theoretical concepts include measurement-based quantum computation, Gaussian Boson Sampling, and quantum supremacy. Applications feasible on current and near-term hardware include recent generative and discriminative machine-learning algorithms, as well as molecular vibration simulations.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-OPM   | <b>Optická měření</b>                                     | Z,ZK | 6 |  |  |  |
| Cílem tohoto předmětu je seznámit studenty s měřeními optickými metodami od detekce mikročástic, neregularit a porušení povrchů, přes využití vláknové optiky v oblastech, kde není možné použít standardní elektronické senzory, i v místech se zvýšeným nebezpečím výbuchu a v nemocnicích, lidary využívané v inteligentních dopravních infrastrukturách až po makroskopické snímání (dálkový průzkum, remote sensing) Země, atmosféry a vesmíru. Zahrnutí těchto měření vyžaduje zejména pochopení samotných fyzikálních mechanismů, na kterých jsou založeny a dále pak znalost měřících postupů a specifických zpracování a rekonstrukcí dat.   |   |      |   |  |  |  |
| QNI-OVV   | <b>Optimalizace pro vlnkové výpočty</b>                   | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení nelineárních optimalizací, konvexní optimalizace, stochastické optimalizace, optimálního řízení, aplikace pro QC, genetického a evolučního programování, strojového učení, hlubokých neuronových sítí. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-PNM   | <b>Paralelizace numerických metod</b>                     | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení matematických modelů se zaměřením na jejich paralelizaci a použití těchto metod v QC. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.   |   |      |   |  |  |  |
| QNI-PJK   | <b>Programovací jazyky pro kvantové počítačování</b>      | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Výpočetní modely pro kvantové počítačování: Kvantový Turingův stroj, QRAM, lambda kalkulus s qubity. Vyšší programovací jazyky pro kvantové počítačování: imperativní jazyky (Silq), funkcionální jazyky (QML, Quipper). Na cvičení se student seznámí se základy programování ve vyšším programovacím jazyku Silq.   |   |      |   |  |  |  |
| QNI-VOT   | <b>Vláknové optické technologie</b>                       | Z,ZK | 6 |  |  |  |
| Cílem předmětu je seznámení s mechanismy šíření optických vln v optických vláknech a vláknových komponentách. Dále pak znalost optické měřicí techniky a měřících metod pro charakterizaci optických vláken. Obsahem jsou jak metodiky měření konstrukčních a provozních parametrů pro optické komunikační systémy jako jsou numerická apertura, útlum, disperze, tak i měření základních charakteristik aktivních i pasivních prvků optických komunikačních soustav konektorů, spojek, vazebních členů, index lomu.  |   |      |   |  |  |  |
| QNI-PON   | <b>Vybrané partie z optimalizace a numeriky</b>           | Z,ZK | 5 |  |  |  |
| Studenti se seznámí se speciálními optimalizačními problémy, které se objevují v oblasti strojového učení a umělé inteligence a rozšíří si tak základní znalosti spojité optimalizace získané v předchozím studiu. Seznámí se také s detaily implementace řešení těchto problémů na počítači a souvisejícími matematickými koncepty zejména z numerické lineární algebry.   |   |      |   |  |  |  |

Název bloku: Volitelný předmět

Minimální počet kreditů bloku: 0

Role bloku: V

Kód skupiny: QNI-V

Název skupiny: list volitelné magisterské p edm ty programu Kvantová informatika

Podmínka kredity skupiny:

Podmínka p edm ty skupiny:

Kredity skupiny: 0

Poznámka ke skupině: Vedle zde uvedených předmětů si jako volitelný můžete zapsat kterýkoliv předmět, který se nabízí v rámci vašeho studijního programu a formy studia, který jste si nezapsal(a) jako povinný předmět programu/oboru/zaměření nebo povinně volitelný předmět. Předměty této skupiny, které student absolvoval v bakalářském studiu na ČVUT, nelze znovu absolvovat v magisterském studiu.

| Kód     | Název p edm tu / Název skupiny p edm t<br>(u skupiny p edm t seznam kód jejích len )<br>Vyu ující, auto i a garantí (gar.)                    | Zakon ení | Kredity | Rozsah   | Semestr | Role |
|---------|---|-----------|---------|----------|---------|------|
| NI-AOA  | <b>Absolvování odborné akce</b><br>Zden k Muziká  | Z         | 1       |          |         | v    |
| NI-ATH  | <b>Algoritmická teorie her</b><br>Tomáš Valla, Dušan Knop <b>Tomáš Valla</b> Tomáš Valla (Gar.)   | Z,ZK      | 4       | 2P+2C    | L       | v    |
| NI-AFP  | <b>Aplikované funkcionální programování</b><br>Robert Pergl, Marek Suchánek, Daniel N mec <b>Robert Pergl</b> Robert Pergl (Gar.)             | KZ        | 5       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-APH  | <b>Architektura po íta ových her</b><br>Adam Vesecký <b>Adam Vesecký</b> Adam Vesecký (Gar.)  | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | Z       | v    |
| NI-BPS  | <b>Bezdrátové po íta ové sít</b><br>Alexandru Moucha, Ji í Kašpar <b>Alexandru Moucha</b> Alexandru Moucha (Gar.)                             | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NIE-BLO | <b>Blockchain</b><br>Josef Gattermayer, Marek Bielik, Jakub R ži ka, Róbert Lórencz <b>Josef Gattermayer</b> Róbert Lórencz (Gar.)            | Z,ZK      | 5       | 1P+2C    | Z       | v    |
| NI-CTF  | <b>Capture The Flag</b><br>Ji í Dostál, Martin Šutovský, Ivana Trummová, Ladislav Marko, František Ková <b>Ji í Dostál</b> Ji í Dostál (Gar.) | KZ        | 4       | 3C       | Z       | v    |
| NI-DPH  | <b>Design po íta ových her</b><br>Adam Vesecký  | Z,ZK      | 5       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-DSW  | <b>Design Sprint</b><br>Michal Manda, Ond ej Brém <b>Michal Manda</b> David Pešek (Gar.)  | Z         | 2       | 30B      | Z       | v    |
| NI-PSD  | <b>Design ve ejných služeb</b><br>Ond ej Brém, David Pešek <b>David Pešek</b> Ond ej Brém (Gar.)  | KZ        | 4       | 1P+2C    |         | v    |
| NI-DID  | <b>Digital drawing</b><br>Denisa Nová ková, Eliška Novotná <b>Denisa Nová ková</b> Denisa Nová ková (Gar.)                                    | Z         | 2       | 4C       | Z,L     | v    |
| NI-DZO  | <b>Digitální zpracování obrazu</b>  | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-DDM  | <b>Distribuovaný data mining</b>  | KZ        | 4       | 3C       | L       | v    |
| NI-PAM  | <b>Efektivní p edzpracování a parametrizované algoritmy</b><br>Ond ej Suchý <b>Ond ej Suchý</b> Ond ej Suchý (Gar.)                           | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-ESC  | <b>Experimentální projektový kurz</b><br>Ond ej Brém, Jan Matoušek <b>Ond ej Brém</b> Ond ej Brém (Gar.)                                      | KZ        | 8       | 0P+3R+5C | L       | v    |
| NI-GLR  | <b>Games and reinforcement learning</b>   | Z,ZK      | 4       | 2P+2C    | L       | v    |
| NI-GNN  | <b>Grafové neuronové sít</b><br>Miroslav epek <b>Miroslav epek</b> Miroslav epek (Gar.)   | Z,ZK      | 4       | 1P+1C    | L       | v    |
| NI-GRI  | <b>Grid Computing</b><br>André Sopczak, Petr Fiedler <b>Pavel Tvrđík</b> André Sopczak (Gar.)   | Z,ZK      | 5       | 2P+1C    | Z       | v    |
| NI-HCM  | <b>Hacking mysli</b><br>Marcel Ji ina, Josef Holý <b>Marcel Ji ina</b> Marcel Ji ina (Gar.)   | ZK        | 5       | 2P+1C    | Z       | v    |
| NI-HSC  | <b>Hardwarové útoky postranními kanály</b><br>Vojt ch Miškovský, Petr Socha <b>Petr Socha</b> Vojt ch Miškovský (Gar.)                        | Z,ZK      | 4       | 2P+2C    | Z       | v    |
| NI-HMI2 | <b>Historie matematiky a informatiky 2</b><br>Alena Šolcová <b>Alena Šolcová</b> Alena Šolcová (Gar.)   | ZK        | 3       | 2P+1C    | Z       | v    |
| NI-IBE  | <b>Informa ní bezpe nost</b>  | ZK        | 2       | 2P       | Z       | v    |
| NI-IVS  | <b>Inteligentní vestavné systémy</b><br>Miroslav Skrbek <b>Miroslav Skrbek</b> Miroslav Skrbek (Gar.)   | KZ        | 4       | 1P+3C    | L       | v    |
| NI-IKM  | <b>Internet a klasifika ní metody</b><br>Martin Hole a <b>Martin Hole a</b> Martin Hole a (Gar.)  | Z,ZK      | 4       | 1P+1C    | L       | v    |
| NI-IAM  | <b>Internet a multimédia</b>  | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-IOT  | <b>Internet of Things</b>   | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-KTH  | <b>Kombinatorická teorie her</b><br>Tomáš Valla <b>Tomáš Valla</b> Tomáš Valla (Gar.)   | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-FMT  | <b>Kone ná teorie model</b><br>Tomáš Jakl <b>Tomáš Jakl</b> Tomáš Jakl (Gar.)   | Z,ZK      | 4       | 2P+1C    | L       | v    |
| NI-CCC  | <b>Kreativní programování</b><br>Josef Kortán, Radek Richtr <b>Radek Richtr</b> Radek Richtr (Gar.)   | KZ        | 4       | 1P+2C    | Z,L     | v    |
| NI-KYB  | <b>Kybernalita</b>  | ZK        | 5       | 2P       | Z       | v    |

|           |  |      |   |         |     |   |
|-----------|--|------|---|---------|-----|---|
| NI-LSM2   | <b>Laborato statistického modelování</b><br>Kamil Dedecius <b>Kamil Dedecius</b> Kamil Dedecius (Gar.)   | KZ   | 5 | 3C      | Z,L | v |
| NI-LOM    | <b>Lineární optimalizace a metody</b><br>Dušan Knop <b>Dušan Knop</b> Dušan Knop (Gar.)  | Z,ZK | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-MPL    | <b>Manažerská psychologie</b><br>Jan Fiala <b>Jan Fiala</b> Jan Fiala (Gar.)   | ZK   | 2 | 2P      | Z,L | v |
| NI-MSI    | <b>Matematické struktury v informatice</b><br>Jan Starý  | Z,ZK | 4 | 2P+1C   | L   | v |
| NI-MZI    | <b>Matematika pro znalostní inženýrství</b><br>Št pán Starosta   | Z,ZK | 4 | 2P+1C   | L   | v |
| NI-MOP    | <b>Moderní objektové programování ve Pharo</b><br>Jan Blízni enko <b>Robert Pergl</b> Robert Pergl (Gar.)  | KZ   | 4 | 3C      | Z   | v |
| NI-NLM    | <b>Neuronové jazykové modely</b>   | Z    | 5 | 2P+1C   | L   | v |
| NI-NMU    | <b>Nová média v um ní a designu</b><br>Zden k Svejkovský <b>Zden k Svejkovský</b> Zden k Svejkovský (Gar.)   | ZK   | 3 | 2P+0C   | Z   | v |
| NI-OLI    | <b>Ovlada e pro Linux</b><br>Miroslav Skrbek, Jaroslav Borecký <b>Jaroslav Borecký</b> Miroslav Skrbek (Gar.)  | Z,ZK | 4 | 2P+2C   | L   | v |
| NIE-PML   | <b>Personalized Machine Learning</b><br>Rodrigo Augusto Da Silva Alves <b>Karel Klouda</b> Rodrigo Augusto Da Silva Alves (Gar.)   | Z,ZK | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-ARI    | <b>Po íta ová aritmetika</b><br>Pavel Kubalík <b>Pavel Kubalík</b> Alois Pluhá ek (Gar.)   | Z,ZK | 4 | 2P+1C   | Z,L | v |
| NI-PG1    | <b>Po íta ová grafika 1</b><br>Radek Richtr <b>Radek Richtr</b> Radek Richtr (Gar.)  | ZK   | 4 | 2P+1C   | L   | v |
| NI-EDW    | <b>Podnikové datové sklady</b><br>Jakub Krej í, Robert Kottlá <b>Jakub Krej í</b> Magda Friedjungová (Gar.)  | Z,ZK | 5 | 1P+1C   | L   | v |
| NI-PVR    | <b>Pokro ilá virtuální realita</b><br>Petr Pauš <b>Petr Pauš</b> Petr Pauš (Gar.)  | KZ   | 4 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-AML    | <b>Pokro ilé techniky strojového u ení</b><br>Miroslav epek, Rodrigo Augusto Da Silva Alves, Petr Šimánek, Vojt ch Rybá , Zden k Buk <b>Miroslav epek</b> Miroslav epek (Gar.) | Z,ZK | 5 | 2P + 1C | L   | v |
| NI-IOS    | <b>Pokro ilé techniky v iOS aplikacích</b><br>Rostislav Babá ek, Jakub Olejník, Igor Rosocha <b>Martin P lpilet</b> Martin P lpilet (Gar.)                                     | KZ   | 4 | 2P+2C   | L   | v |
| NI-APT    | <b>Pokro ilé testování program</b><br>Pierre Donat-Bouillud <b>Pierre Donat-Bouillud</b> Pierre Donat-Bouillud (Gar.)  | Z,ZK | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-PVS    | <b>Pokro ilé vestavné systémy</b><br>Miroslav Skrbek   | Z,ZK | 4 | 2P+2C   | Z   | v |
| NI-DNP    | <b>Pokro ilý .NET</b><br>Nikolas Jíša, David Šenký <b>David Šenký</b> Nikolas Jíša (Gar.)  | Z,ZK | 4 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-PYT    | <b>Pokro ilý Python</b>  | KZ   | 4 | 3C      | Z   | v |
| NIE-PDL   | <b>Practical Deep Learning</b><br>Martin Barus, Yauhen Babakhin <b>Karel Klouda</b> Karel Klouda (Gar.)  | KZ   | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-GOL    | <b>Programování distribuovaných systém v jazyce GO</b>   | KZ   | 5 | 0P+3C   | Z   | v |
| NI-PSL    | <b>Programování v jazyku Scala</b><br>Ji í Dan ek <b>Ji í Dan ek</b> Ji í Dan ek (Gar.)  | Z,ZK | 4 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-RUB    | <b>Programování v Ruby</b><br>Cyril erný <b>Cyril erný</b> Cyril erný (Gar.)   | KZ   | 4 | 3C      | Z   | v |
| NI-ROZ    | <b>Rozpoznávání</b><br>Radek Richtr, Michal Haindl <b>Michal Haindl</b> Michal Haindl (Gar.)   | Z,ZK | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| NI-PLS1   | <b>Seminá na téma programovacích jazyk</b><br>Pierre Donat-Bouillud  | Z    | 2 | 0P+1C   | Z   | v |
| NI-PLS2   | <b>Seminá na téma programovacích jazyk</b><br>Pierre Donat-Bouillud  | Z    | 2 | 0P+1C   | L   | v |
| NI-PLS3   | <b>Seminá na téma programovacích jazyk</b><br>Pierre Donat-Bouillud  | Z    | 2 | 0P+1C   | Z   | v |
| NI-PLS4   | <b>Seminá na téma programovacích jazyk</b><br>Pierre Donat-Bouillud, Filip K ikava <b>Pierre Donat-Bouillud</b> Pierre Donat-Bouillud (Gar.)                                   | Z    | 2 | 0P+1C   | L   | v |
| NI-SCE1   | <b>Seminá po íta ového inženýrství I</b><br>Hana Kubátová <b>Miroslav Skrbek</b> Hana Kubátová (Gar.)  | Z    | 4 | 2C      | L,Z | v |
| NI-SCE2   | <b>Seminá po íta ového inženýrství II</b><br>Hana Kubátová <b>Hana Kubátová</b> Hana Kubátová (Gar.)   | Z    | 4 | 2C      | L,Z | v |
| NI-SZ1    | <b>Seminá znalostního inženýrství magisterský I</b><br>Pavel Kordík <b>Magda Friedjungová</b> (Gar.)   | Z    | 4 | 2C      | L,Z | v |
| NI-SZ2    | <b>Seminá znalostního inženýrství magisterský II</b><br>Pavel Kordík <b>Magda Friedjungová</b> (Gar.)  | Z    | 4 | 2C      | L,Z | v |
| PI-SCN    | <b>Seminá e z íslicového návrhu</b><br>Petr Fišer <b>Petr Fišer</b> Petr Fišer (Gar.)  | ZK   | 4 | 2P+1C   | Z,L | v |
| NI-MLP    | <b>Strojové u ení v praxi</b><br>Jan Hu ín <b>Daniel Vašata</b> Daniel Vašata (Gar.)   | Z,ZK | 5 | 2P+1C   | Z   | v |
| BI-ML1.21 | <b>Strojové u ení 1</b><br>Karel Klouda, Daniel Vašata <b>Daniel Vašata</b> Daniel Vašata (Gar.)   | Z,ZK | 5 | 2P+2C   | Z   | v |
| BI-ML2.21 | <b>Strojové u ení 2</b><br>Daniel Vašata <b>Daniel Vašata</b> Daniel Vašata (Gar.)   | Z,ZK | 5 | 2P+2C   | L   | v |

|         |  |      |    |       |     |   |
|---------|--|------|----|-------|-----|---|
| NI-SEP  | <b>Sv tová ekonomika a podnikání II.</b><br><i>Tomáš Evan Tomáš Evan Tomáš Evan (Gar.)</i>   | Z,ZK | 4  | 2P+1C | Z,L | v |
| NI-TVR  | <b>Technologie virtuální reality</b><br><i>Tomáš Nová ek Tomáš Nová ek Tomáš Nová ek (Gar.)</i>                                      | Z,ZK | 3  | 1P+1C | L,Z | v |
| NI-TS1  | <b>Teoretický seminář magisterský I</b><br><i>Tomáš Valla, Dušan Knop, Ondřej Suchý Tomáš Valla Tomáš Valla (Gar.)</i>               | Z    | 4  | 2C    | Z   | v |
| NI-TS2  | <b>Teoretický seminář magisterský II</b><br><i>Tomáš Valla, Ondřej Suchý Tomáš Valla Tomáš Valla (Gar.)</i>                          | Z    | 4  | 2C    | L   | v |
| NI-TS3  | <b>Teoretický seminář magisterský III</b><br><i>Tomáš Valla, Ondřej Suchý Tomáš Valla Tomáš Valla (Gar.)</i>                         | Z    | 4  | 2C    | Z   | v |
| NI-TS4  | <b>Teoretický seminář magisterský IV</b><br><i>Tomáš Valla, Ondřej Suchý Tomáš Valla Ondřej Suchý (Gar.)</i>                         | Z    | 4  | 2C    | L   | v |
| NI-TKA  | <b>Teorie kategorií</b><br><i>Jan Starý Jan Starý Jan Starý (Gar.)</i>   | Z,ZK | 4  | 2P+1C | L   | v |
| NI-TNN  | <b>Teorie neuronových sítí</b><br><i>Martin Hole a Martin Hole a Martin Hole a (Gar.)</i>  | Z,ZK | 5  | 2P+1C | L   | v |
| NI-CPX  | <b>Teorie složitosti</b><br><i>Dušan Knop, Ondřej Suchý Ondřej Suchý Ondřej Suchý (Gar.)</i>   | Z,ZK | 5  | 3P+1C | Z   | v |
| FI-TOP  | <b>Tvorba odborných publikací</b><br><i>Tomáš Nová ek</i>  | Z    | 2  | 10B   | Z   | v |
| NI-DVG  | <b>Úvod do diskretní a výpočetní geometrie</b><br><i>Maria Saumell Mendiola Maria Saumell Mendiola Maria Saumell Mendiola (Gar.)</i> | Z,ZK | 5  | 2P+1C | L   | v |
| NI-VOL  | <b>Volby a volební systémy</b><br><i>Dušan Knop Dušan Knop Dušan Knop (Gar.)</i>   | Z,ZK | 5  | 2P+1C | L   | v |
| NI-VYC  | <b>Vyšší matematika</b><br><i>Jan Starý Jan Starý Jan Starý (Gar.)</i>   | Z,ZK | 4  | 2P+2C | L   | v |
| NI-VPR  | <b>Výzkumný projekt</b><br><i>Štěpán Starosta Štěpán Starosta Štěpán Starosta (Gar.)</i>   | Z    | 5  |       | Z,L | v |
| NI-ZS10 | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 10 kreditů</b><br><i>Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář (Gar.)</i>                          | Z    | 10 |       | Z,L | v |
| NI-ZS20 | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 20 kreditů</b><br><i>Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář (Gar.)</i>                          | Z    | 20 |       | Z,L | v |
| NI-ZS30 | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 30 kreditů</b><br><i>Zdeněk Muzikář Zdeněk Muzikář (Gar.)</i>                          | Z    | 30 |       | Z,L | v |

### Charakteristiky jednotlivých skupin studijního plánu: Kód=QNI-V Název= název volitelné magisterské předměty programu Kvantová informatika

|   |                                      |      |   |
|---|--------------------------------------|------|---|
| NI-AOA  | Absolvování odborné akce             | Z    | 1 |
| Náplň předmětu je ústřední na jednorázové odborné akci, zpravidla přednáška zahraničního hosta FIT VUT, zakončená workshopem, testem, vypracováním zprávy apod. Takováto akce musí být předem schválena prokázaním pedagogickou činností nebo přednáškou pro využití v rámci FIT prostřednictvím webových stránek, infomailu apod. Navíc je odkazována i zde v sekci Novinky (News).  |                                      |      |   |
| NI-ATH  | Algoritmická teorie her              | Z,ZK | 4 |
| Klasická teorie her je oblastí matematiky, která má široké aplikace ve společenských vědách, zejména ekonomii, biologii, politice a informatice. Tato teorie se snaží pochytit chování účastníků (hráčů) v určité kompetitivní situaci zavedením matematického modelu a studiem strategií hráčů. Tradičním úkolem klasické teorie her je nalézání rovnovážných bodů, tzv. ekvilibrií. To jsou stavy hry, ve kterých všichni hráči zaujali takovou strategii, kterou se jim již nevyplatí změnit. Vzhledem k současnému rozvoji výpočetní techniky, internetu, sociálních sítí, online aukcí, reklamy, multiagentních systémů a dalších konceptů se dostává do popředí zájmu algoritmická stránka věci. Kromě otázek existenciálního charakteru tedy studujeme i otázky efektivního nalezení efektivních řešení různých konceptů v herních teoretických problémech. V rámci tohoto předmětu vybudujeme základy teorie her mnoha hráčů, koncepty řešení (tedy typicky rovnovážných stavů tzv. ekvilibrií) a metody jejich efektivního výpočtu. Předmět je zaměřen na teoretickou analýzu her a budování jejich teorie, nikoli na praktické programování herních algoritmů, zabývá se tedy čistě matematickým aspektem věci. Předmět vyžaduje samostatnou práci studentů, jejich schopnost matematicky myslet, analyzovat a dokazovat. Předmět je vhodný i pro bakalářské studenty ve třetím ročníku, kteří za sebou mají nějaký úvod do teorie grafů, i pro doktorské studenty, kteří z něj mohou čerpat výzkumná témata. |                                      |      |   |
| NI-AFP  | Aplikované funkcionální programování | KZ   | 5 |
| Funkcionální programování představuje jedno z tradičních programovacích paradigmat. Jelikož v současné době jsou na vzestupu tradiční i nové funkcionální jazyky a funkcionální paradigma se stává důležitým prvkem tradičních imperativních jazyků (C++, C#, Java), je nutnou kompetencí softwarového inženýra toto paradigma ovládat jak po stránce teoretické, tak především praktické.  |                                      |      |   |
| NI-APH  | Architektura počítačových her        | Z,ZK | 4 |
| Předmět pokrývá celou řadu témat, postupně a metodicky spojených s vývojem počítačových her - z technického, ale také z designerského a filozofického hlediska. V rámci přednášek studenti provedou postupně historii vývoje, strukturou herních engine, komponentovou a funkcionální architekturu typickou pro vývoj her, fyzikou, grafikou, umělou inteligencí a multiplayerem. Cvičení pak do většího detailu pokryjí vybraná technologická témata, včetně implementace některých herních mechanik. Součástí předmětu je semestrální práce, kde bude kladen důraz na implementaci netriviálních herních mechanik. Předmět je ekvivalentní s MI-APH.  |                                      |      |   |
| NI-BPS  | Bezdrátové počítačové sítě           | Z,ZK | 4 |
| Studenti získají znalosti současných technologií bezdrátových sítí, seznámí se s protokoly a standardy bezdrátových sítí. Budou znát mechanismy sdílení v ad-hoc sítích, mechanismy multicast a broadcast komunikace a mechanismy řízení toku. Studenti se rovněž seznámí s principy komunikace u sensorových sítí. Získají znalosti mechanismů zabezpečení bezdrátových sítí a dále získají dovednosti konfigurace bezdrátových síťových prvků a dovednosti simulace bezdrátových sítí pomocí vhodných nástrojů.   |                                      |      |   |
| NIE-BLO   | Blockchain                           | Z,ZK | 5 |
| Students will understand the foundations of blockchain technology, smart contract programming, and gain an overview of most notable blockchain platforms. They will be able to design, code and deploy a secure decentralized application, and assess whether integration of a blockchain is suitable for a given problem. The course places an increased emphasis on the relationship between blockchains and information security. It is concluded with a defense of a research or applied semester project, which prepares the students for implementing or supervising implementation of blockchain-based solutions in both academia and business.  |                                      |      |   |
| NI-CTF  | Capture The Flag                     | KZ   | 4 |
| Předmět má za cíl seznámit studenty s CTF soutěží a nechat je získat praktické zkušenosti z oboru kybernetické bezpečnosti.   |                                      |      |   |

|   |   |      |   |
|---|---|------|---|
| NI-DPH  | Design počítačových her                             | Z,ZK | 5 |
| <p>P edním t volně doplňuje kurz NI-APH (Architektura počítačových her) a BI-VHS (Virtuální herní svety), přičemž se zaměřuje primárně na herní design. Je určen pro zájemce, kteří chtějí získat hlubší povědomí o principech používaných při designu her jako je: level design, gameplay design, character design, design herních mechanik, storytelling a vývojový proces her. Studenti získají pohled o herním vývoji z pozice designéra, od teoretických konceptů až po praktickou implementaci v rámci semestrální práce.</p>   |   |      |   |
| NI-DSW  | Design Sprint                                       | Z    | 2 |
| <p>Studenti budou pracovat metodou design sprint, vyvinutou společností Google, díky které lze během 5 dnů přejít od nápadu přes testování až k finálnímu návrhu produktu nebo služby. Během kurzu se seznámí s metodou Design Sprint z pohledu účastníka. Na praktickém problému si vyzkouší celý 5ti denní proces od výzkumu po testování prototypu. Díky zařazení před začátkem semestru mají studenti možnost vyzkoušet si metodu, která vyžaduje kontinuálnější časovou alokaci než běžná výuka.</p>   |   |      |   |
| NI-PSD  | Design veřejných služeb                             | KZ   | 4 |
| <p>P edním t seznámí studenty se specifickými user experience a service designu a vývoje veřejných služeb a už se jedná o státní správu, veřejnou správu, jiné instituce placené za veřejných prostředků. Podíváme se na designový a vývojový proces z dodavatelské i zadavatelské stránky věci. V malých týmech budou studenti pracovat na projektech partnerských institucí a vyzkouší si spolupráci se zástupci zadavatele. Kurz je určený pro studenty designéry i zadavatele projektů. Studenti se nad specifiky designu veřejných služeb seznámí s tím, jak při návrhu efektivně spolupracovat v týmu a s metodami jak zajistit úspěšný průběh projektu.</p>  |   |      |   |
| NI-DID  | Digital drawing                                     | Z    | 2 |
| <p>P edním t má za cíl přiblížit studentům základní principy digitální kresby a grafické tvorby. Studenti získají povědomí o základech kompozice, perspektivy i teorie barev, což následně budou aplikovat ve svých samostatných pracích. Studenti také získají zkušenosti s kresbou v průběhu praktických cvičení. Kurz je vhodný pro kohokoli s chutí více kreslit a malovat, jelikož právě to je nedílnou součástí výuky. P edním t bude organizovaný formou tematických cvičení pokrývajících část teorie a tvrdých cvičení, která jsou zaměřena na procvičování.</p>   |   |      |   |
| NI-DZO  | Digitální zpracování obrazu                         | Z,ZK | 4 |
| <p>P edním t srozumitelným způsobem prezentuje řadu moderních metod interaktivní editace digitálního obrazu a videa. Důraz je kladen především na algoritmy, které vynikají jednoduchostí implementace, ale zároveň mají zajímavý teoretický základ. Umožňuje tak skrze vizuálně atraktivní aplikace proniknout k hlubším teoretickým základům a tyto následně aplikovat k řešení podobných problémů v praxi i mimo oblast zpracování obrazu. Budou probírány algoritmy řešící následující praktické úlohy: editace obrazu respektující hrany, komprese vysokého dynamického rozsahu intenzit, zaostrění obrazu ve frekvenční oblasti, interaktivní mapování tónů, abstrakce, tvorba hybridních obrazů, editace v gradientní oblasti, bežešvá říze, digitální fotomontáž, klonování, konverze barevného obrazu na šedotónový, zvýraznění kontextu, interaktivní deformace obrazu zajišťující lokální tuhost, N-bodová registrace obrazu, syntéza textur, interaktivní segmentace, kolorizace černobílých snímků a vybarvování ručních kreseb.</p>   |   |      |   |
| NI-DDM  | Distribuovaný data mining                           | KZ   | 4 |
| <p>Kurz se zaměřuje na state-of-the-art přístupy k distribuovanému data miningu a k paralelizaci algoritmů strojového učení. Studenti získají praktickou zkušenost s frameworkem pro škálovatelné zpracování velkých dat Apache Spark a s existujícími distribuovanými algoritmy strojového učení a data miningu. Seznámí se s principy jejich paralelní implementace a budou schopni navrhovat paralelizaci dalších algoritmů.</p>   |   |      |   |
| NI-PAM  | Efektivní předpracování a parametrizované algoritmy | Z,ZK | 4 |
| <p>Existuje řada optimalizačních problémů, pro které nejsou známy polynomiální algoritmy (např. NP-úplné problémy). Přesto je v praxi nutné takové problémy přesně řešit. Ukážeme si, že mnoho problémů lze řešit značně efektivněji, než prostým zkoušením všech řešení. Často lze nalézt společnou vlastnost (parametr) vstupů z praxe - například všechna řešení jsou malá. Parametrizované algoritmy toho využívají tak, že jejich časová složitost je exponenciální pouze v tomto (malém) parametru, kdežto polynomiální vzhledem k délce vstupu (která může být obrovská). Parametrizované algoritmy také představují způsob jak formalizovat pojem efektivního polynomiálního předpracování vstupu pro těžké problémy, což v klasické výpočetní složitosti není možné. Takové polynomiální předpracování je pak vhodným prvním krokem, a už následně řešení hledáme libovolným způsobem. Ukážeme si řadu metod jak parametrizované algoritmy navrhovat a zmíníme také jak ukázat, že pro jistý problém (a parametr) takový algoritmus neexistuje. Neopomineme také souvislosti s dalšími přístupy k těžkým problémům jako jsou mírně exponenciální algoritmy nebo aproximace schémata.</p> |   |      |   |
| NI-ESC  | Experimentální projektový kurz                      | KZ   | 8 |
| <p>"Kurz Design Project nabízí ucelené zkoumání procesu navrhování a poskytuje studentům komplexní porozumění principům, metodikám a nástrojům používaným při navrhování technologických řešení, která jsou zaměřena na uživatele a relevantní pro praxi. V průběhu semestru budou studenti pracovat na reálných projektech designu, spolupracovat s odborníky z oboru a učít se propojovat teorii s praktickým využitím. Prostřednictvím praktického, na projektech založeného přístupu k výuce budou studenti rozvíjet své dovednosti v oblasti designu zaměřeného na uživatele a hodnocení uživatelských zkušeností a získají také zkušenosti s prací v týmu při navrhování a vytváření prototypů funkčních řešení."</p>   |   |      |   |
| NI-GLR  | Games and reinforcement learning                    | Z,ZK | 4 |
| <p>The field of reinforcement learning is very hot recently, because of advances in deep learning, recurrent neural networks and general artificial intelligence. This course is intended to give you both theoretical and practical background so you can participate in related research activities. Presented in English.</p>  |   |      |   |
| NI-GNN  | Grafové neuronové sítě                              | Z,ZK | 4 |
| <p>V rámci přednášek se studenti seznámí s pokročilými technikami umělé inteligence pro práci s grafy. Přednášky se soustředí na nejnovější grafové neuronové sítě pro vytváření vektorových reprezentací uzlů, hran a celých grafů. Probírané techniky pokrývají různé typy grafů, včetně grafů proměnných váz. Poslední část kurzu se také zabývá generováním grafů a interpretabilitou grafových neuronových sítí. V rámci cvičení si studenti vyzkouší vybrané techniky a úlohy.</p>  |   |      |   |
| NI-GRI  | Grid Computing                                      | Z,ZK | 5 |
| <p>Grid computing and gain knowledge about the world-wide network and computing infrastructure.</p>   |   |      |   |
| NI-HCM  | Hacking myslí                                       | ZK   | 5 |
| <p>Kognitivní bezpečnost (cognitive security) je nově vznikající disciplína, která je v úzkém vztahu s kybernetickou bezpečností (cyber security). Zatímco doménou kybernetické bezpečnosti je ochrana sítí, informačních systémů a majetku, doménou kognitivní bezpečnosti je ochrana lidské myslí před úmyslnými i neúmyslnými digitálními manipulacemi. Téma kognitivní bezpečnosti narůstá na významu v souvislosti s informační válkou, rostoucí digitální závislostí a rozvojem umělé inteligence, kdy tyto jevy z prostoru internetu mají své reálné společenské dopady jako je narušení společenské soudržnosti, ohrožení demokracie i válka. Garantem přednášek je Ing. Josef Holý, externí učitel.</p>  |   |      |   |
| NI-HSC  | Hardwarové útoky postranními kanály                 | Z,ZK | 4 |
| <p>P edním t se v rámci tématu únik informací v hardwarových zařízeních prostřednictvím tzv. postranních kanálů, a to jak jejich teoretické analýze, tak i praktickým útokem. Studenti se seznámí s různými druhy postranních kanálů, hlouběji se pak budou věnovat především útokům pomocí měření elektrického potenciálu. Naučí se realizovat různé druhy profilovaných i neprofilovaných útoků a seznámí se s útoky vyšších řádů. Dále si vyzkouší návrh protiopatření proti těmto útokům a naučí se analyzovat množství a charakter informací unikající prostřednictvím postranních kanálů.</p>   |   |      |   |
| NI-HMI2   | Historie matematiky a informatiky 2                 | ZK   | 3 |
| <p>Vybraná témata (infinitesimální počet, pravděpodobnost, teorie čísel, obecná algebra, různé algoritmy, transformace, rekursivní funkce, eliptické křivky etc.) upozorňují na možnosti aplikací některých matematických metod v informatice a jejím rozvoji.</p>  |   |      |   |
| NI-IBE  | Informační bezpečnost                               | ZK   | 2 |
| <p>Studenti se seznámí se systémy řízení bezpečnosti informací a IS/ICT, s metodami řízení přístupu k informacím a se základními normami a mezinárodními standardy v této oblasti. Naučí se metody, jak eliminovat a vnímat hrozby informační bezpečnosti, jak provádět audit IS/ICT a provádět bezpečnost aplikací (např. penetrační testy).</p>   |   |      |   |
| NI-IVS  | Inteligentní vestavné systémy                       | KZ   | 4 |
| <p>P edním t Inteligentní vestavné systémy pro magisterské studium reflektuje současné trendy vývoje a aplikace složitých vestavných systémů s prvky umělé inteligence. Je pokračováním přednášek z kurzu Základy inteligentních vestavných systémů pro bakalářskou etapu. Cílem přednášek je seznámit studenty s moderním robotem humanoidního typu a naučit je vyvíjet pro něj pokročilejší aplikace. V přednáškách se studenti seznámí s principy ovládání a navigace robota, aplikacemi rozhraními a nástroji pro vývoj aplikací v programovacích jazycích. Hlavní důraz je kladen na cvičení, kde studenti budou po dobu semestru vyvíjet vlastní pokročilejší aplikace, ve kterých mohou kombinovat znalosti získané v jiných přednáškových tématech s iródu inspirované algoritmy, algoritmy data miningu, rozpoznávání obrazu a webových technologií.</p>   |   |      |   |

|  |                                      |      |   |
|--|--------------------------------------|------|---|
| NI-IKM   | Internet a klasifikační metody       | Z,ZK | 4 |
| V rámci předmětu se student seznámí s klasifikačními metodami používanými ve většině důležitých internetových nebo obecnějších aplikacích: při filtraci spamu, v doporučovacích systémech, v systémech pro detekci malware a v systémech pro odhalení hrozeb v síti. Dozví se však více než jenom to, jak se při řešení těchto druhů problémů klasifikace provádí. Na pozadí uvedených aplikací získá celkový pohled o základech klasifikačních metod. Předmět je vyučován v dvoutýdenním cyklu v rozsahu 2 hodiny přednášek a 2 hodiny cvičení. Na cvičeních studenti jednak implementují jednoduché příklady k tématům z přednášek, jednak konzultují své semestrální práce.   |                                      |      |   |
| NI-IAM   | Internet a multimédia                | Z,ZK | 4 |
| Předmět NI-IAM je zaměřen na principy a aktuální technologie pro síťové audiovizuální (AV) přenosy. Osnova zahrnuje: snímání audiovizuálních signálů (vstup), prezentaci audiovizuálních signálů (výstup), síťové protokoly používané při přenosech, rozhraní zařízení, kodeky, formáty dat a stereoskopii. Pozornost je věnována praktickému využití AV přenosů v reálném světě pro zajímavé aplikace. V rámci cvičení si studenti prakticky vyzkouší sestavení přenosového AV setu pomocí hardwarových i softwarových prostředků a ověří vliv různých komponent na kvalitu a časové zpoždění přenosu. Naučí se jak zajistit síťovou infrastrukturu pro realizaci kvalitních AV přenosů od snímání scény až po prezentaci divákům.  |                                      |      |   |
| NI-IOT   | Internet of Things                   | Z,ZK | 4 |
| Předmět je orientován na oblast hardwareových a softwarových technologií silně se rozvíjející podpoře nejrozšířenějších zařízení. Jeho cílem je seznámení s dostupnými vývojovými prvky (Raspberry Pi, Arduino Due) a s jazykem pro efektivní vývoj aplikací a jejich modifikace (GNU Forth).  |                                      |      |   |
| NI-KTH   | Kombinatorická teorie her            | Z,ZK | 4 |
| Klasická teorie her je oblastí matematiky, která má široké aplikace ve společenských vědách, zejména ekonomii, biologii, politice a informatice. Tato teorie se snaží pochytit chování účastníků (hráčů) určitě kompetitivníinnosti zavedením matematického modelu a studiem strategií hráčů. Tradiční úkolem klasické teorie her je nalézání rovnovážných bodů, tzv. ekvilibrií. To jsou stavy hry, ve kterých všichni hráči zaujali takovou strategii, kterou se jim již nevyplatí měnit. Historicky druhým průlomovým krokem ve studiu her, tentokrát již kombinatorických her dvou hráčů s plnou informací, byl přístup J. Conwaye, E. Berlekampa a R. Guye. Ti rozvinuli teorii, původně určenou pro řešení složitých koncovek v Go, na plnohodnotný obor, založený na myšlence ohodnocení her takovým způsobem, aby šly jinak zcela nekompatibilní hry tzv. sítat, neboli hrát simultánně. Obor brzy vstoupil v kompletní algebraický přístup ke studiu kombinatorických her. Těm nejvýznamnějším příkladem je přístup J. Becka, který založil a vybudoval teorii pozicních her (ke kterým patří například piškvorky i hex). Když analyzujeme pozici v těchto hrách, neubráníme se v mnoha případech procházení herního stromu hrubou silou, a to ani při použití Conwayovy teorie. Řešení hrubou silou je však nepraktické. J. Beck zavádí tzv. "falešnou pravděpodobnostní metodu", pomocí níž se lze tomuto problému vyhnout. V rámci tohoto předmětu vybudujeme základy teorie kombinatorických her a pozicních her. Předmět je zaměřen na teoretickou analýzu her a budování jejich teorie, nikoli na praktické programování herních algoritmů, zabývá se tedy čistě matematickým aspektem věci. Předmět vyžaduje samostatnou práci studentů, jejich schopnost matematicky myslet, analyzovat a dokazovat. Předmět je vhodný i pro bakalářské studenty ve třetí a čtvrté za sebou mají nějaký úvod do teorie grafů, i pro doktorské studenty, kteří z ní mohou čerpat výzkumná témata.  |                                      |      |   |
| NI-FMT   | Konečná teorie modelů                | Z,ZK | 4 |
| Cílem předmětu je uvést studenty do základů konečné teorie modelů. Původní motivací jsou otázky vyjadřitelnosti a ověřitelnosti logických vlastností databázových systémů. Od svého počátku, v 70. letech minulého století, předmět prošel rapidním vývojem a dotýká se řady dalších oborů teoretické informatiky, jako jsou například teorie deskriptivní složitosti, studie Constraint satisfaction Problem (CSP), teorie algoritmických meta-teoremů a kombinatorika.   |                                      |      |   |
| NI-CCC   | Kreativní programování               | KZ   | 4 |
| Studenti pracují na úlohách z praxe, seznámí se s kreativními a praktickými způsoby vizualizace různých druhů dat. Předmět volně navazuje na základní grafické kurzy (MGA, BLE, ...) a představuje studentům vhodné vizualizační metody pro tradiční stejně jako pro open data. Kombinuje známé postupy vizualizace s uměleckými metodami za využití moderních technologií. Cílem je vytvořit zajímavý vizualizační projekt. Počítá se s úzkou spoluprací s IPR CAMP (centrum architektury a městského plánování) a IIM (Institut InterMédii FEL).   |                                      |      |   |
| NI-KYB   | Kybernalita                          | ZK   | 5 |
| Studenti se seznámí se základy legislativy a mezinárodními aktivitami v oblasti potírání kybernetické kriminality. Studenti porozumí klasifikacím útoků a systémům pro sledování a monitorování provozu počítačových systémů v kyberprostoru. Rovněž se seznámí s aktivitami útočníků a jejich chováním. Předmět se bude zabývat i otázkami spolupráce složek státu a subjektů zabývajících se ochranou kyberprostoru (zejména pak CSIRT a CERT týmy).   |                                      |      |   |
| NI-LSM2  | Laboratorní statistického modelování | KZ   | 5 |
| Tématem LSM2 je pokročilé sledování více cílů (MTT, Multiple Target Tracking). Do této domény patří například sledování více cílů radarem v přítomnosti falešných cílů (clutter) i video tracking. V rámci předmětu budeme budovat filtry odpovídající aktuálnímu standardu, konkrétně jde o PHD (Probability Hypothesis Density) a PMBM (Poisson Multi-Bernoulli) filtry.   |                                      |      |   |
| NI-LOM   | Lineární optimalizace a metody       | Z,ZK | 5 |
| Studenti získají pohled o aplikacích optimalizačních metod v informatice, ekonomické a průmyslové praxi. Budou seznámeni s praktickým významem lineárního a celočíselného programování. Budou umět pracovat s optimalizačním softwarem a ovládat jazyky užívané při jeho programování. Dokážou formalizovat optimalizační problémy z oblasti informatiky (například plánování úloh procesorů, analýza síťových toků), distribuce a alokace zdrojů (dopravní problémy, problém obchodního cestujícího, apod.), z ekonomické praxe a modelování konfliktních situací pomocí teorie her. Získají pohled o problematice výpočetní složitosti v optimalizaci. Získají dobrou orientaci v algoritmech lineárního programování.   |                                      |      |   |
| NI-MPL   | Manažerská psychologie               | ZK   | 2 |
| Studenti se seznámí se základními psychologickými východiskami pro manažerskou praxi a personální řízení. Pochopí základy kognitivního a behaviorálního přístupu, důležitost osobnosti manažera, jeho vnitřních postojů, chování, interakce a komunikace. Seznámí se s teoriemi osobnosti, inteligence, motivace, kognitivními a afektivními procesy. Vybrané techniky si procvičí i při praktických cvičeních. V domosti získané v rámci předmětu lze uplatnit v budoucím zaměstnání i v běžném životě. Podkladem kurzu je psychologie jako moderní věda, nikoli jako soubor povrchních klíčů, EZO indoktrinací a pseudo-vědeckých závěrů, kterými je oblast personální a manažerské psychologie tradičně silně zaplevelena. Kurz je sestaven a vyučován z pozice člověka, který se dané problematice 20 let intenzivně věnuje a v téšinu času se jí i žije. Kurz neobsahuje návody, jak se rychle a snadno zaadit mezi hvězdné lídry a osvojit si myšlení první ligy. Kurz neobsahuje návody, jak vybrat s druhými lidmi a získat nad nimi "psychologicky" navrch, protože to sice jde, ale odporuje to životním hodnotám přednějších. Po absolvování předmětu budete snad informovanější, snad zkušenější, ale určitě nešťastnější. Tento kurz nechválí ani psychology, ani manažery, ani manažerské psychology. Studenti - pokud sháníte nějakou kredit, ale studovat nechcete, nezapísejte si manažerskou psychologii. Každý semestrada student skončí se zbytečně neuspokojivým hodnocením D, E, i F. Tento předmět není automatická dávkas, jsem otravný pedagog, který po svých studentech požaduje plnění povinností. Na tento předmět se nepřipravíte tením banálních lánek o vnitřní motivaci a lidech, kteří jsou ve firmě to nejčtenější, ani poslechem povrchních školení "soft skills" na YouTube. Budu vás nutit sledovat moje přednášky a studovat z chatrných materiálů, v podstatě stejně, jako n kdysi v předminulém tisíciletí. Kolegové, op t jsem zavalen Vašimi žádostmi o nadlimitní zápis. V te, nemohu s kapacitou předmětu nic dělat. Tento předmět není tak přínosný, jak si možná myslíte. Pokud o zápis opravdu stojíte, zkuste přemluvit někoho méně záníceného, aby se odhlásil a uvolnil Vám místo. Na Moodle je zavšena sada souborů určených ke studiu. Pokud je na svém Moodle nevidíte, dejte mi vědět. I když Manažerská psychologie vypadá jako jeden předmět, je to ve skutečnosti asi deset předmětů pro více fakult a mám že se stát, že na jednotlivých profílech vznikne zmatek. SVI disponuje linky na záznamy n kterých přednášek. Případné záznamy mají chatrnou obsahovou kvalitu a jsou uřeny výhradně jako nástroj studia v krizových situacích. V žádném případě nepovolují jejich šíření. |                                      |      |   |
| NI-MSI   | Matematické struktury v informatice  | Z,ZK | 4 |
| Matematická sémantika programovacích jazyků. Datové typy jako spojité svazy, Scottova topologie. Procedury jako spojitá zobrazení. Model lambda-kalkulu, vazba na funkcionální jazyky. Základy teorie kategorií.   |                                      |      |   |
| NI-MZI   | Matematika pro znalostní inženýrství | Z,ZK | 4 |
| Studenti se seznámí s partii matematiky, které jsou potřebné pro pochopení standardních metod a algoritmů používaných ve znalostním inženýrství. Jde zejména o (numerickou) lineární algebru (rozklady matic, vlastní čísla, diagonalizace), spojitou optimalizaci (vázané extrémy, v te o dualitě, gradientní metody) a vybrané pojmy z teorie pravděpodobnosti a statistiky (například MLE). Výklad teoretické látky je těsně spojen s jejími aplikacemi na konkrétní metody a algoritmy, jejichž použití se demonstruje na reálných datech a problémech.  |                                      |      |   |



|   |  |      |   |
|---|--|------|---|
| NI-MOP  | Moderní objektové programování ve Pharo          | KZ   | 4 |
| Objektově orientované programování je v současnosti jedním z nejrozšířenějších paradigmat tvorby software, zejména podnikových informačních systémů, kde je využívána jeho schopnost přirozené abstrakce pro budování složitých moderních aplikací. V tomto předmětu navazujeme na znalosti získané v předmětu BI-OOP a cílem je další prohloubení dovedností návrhu a implementace objektových systémů v moderním čistě objektovém systému Pharo ( <a href="https://pharo.org">https://pharo.org</a> ). V předmětu je kladen důraz na individuální přístup ke studentům, jejich potěšení a rozvoje a oblastem zájmu. Kromě prohloubení dovedností objektového programování, které jsou obecně uplatnitelné i v ostatních OO jazycích, studenti též získají možnost pracovat na zajímavých projektech a OO technologiích v rámci semestrálních prací s možností spolupráce s praxí a návazných bakalářských, diplomových prací, postgraduálního studia i zajímavých pracovních nabídek díky našemu přímému zapojení ve Pharo Consortium.                  |  |      |   |
| NI-NLM  | Neuronové jazykové modely                        | Z    | 5 |
| Neuronové jazykové modely jsou základem moderního počítačového zpracování textu. Studenti se v předmětu seznámí s technickými základy architektury Transformer i praktickými aspekty používání jazykových modelů. Cílem předmětu je naučit studenty využívat jazykové modely při řešení úloh, kvalifikovaně vyhodnotit rizika a kriticky pracovat s odbornou literaturou.   |  |      |   |
| NI-NMU  | Nová média v umění a designu                     | ZK   | 3 |
| Předmět studenti uvádí do problematiky užití nových médií v umělecké a designérské tvorbě. Klíčovými tématy jsou pohyblivý obraz, internet, počítačová hra a zvuk. Zásadním cílem je studenta seznámit s co nejvíce širší škálou kreativních přístupů v nových médiích. V předmětu je kladen důraz na dialog se studenty, především pak v přednáškách v nichž se konkrétním uměleckým projektem.  |  |      |   |
| NI-OLI  | Ovladače pro Linux                               | Z,ZK | 4 |
| Operační systém Linux je významným operačním systémem pro osobní počítače a také pro vestavné systémy. Nástup systémů na čipu (SoC) a kombinace výkonných procesorů s obvody FPGA výrazně zvyšuje rozmanitost periferních subsystémů, pro které operační systém vyžaduje specifické ovladače. Tento předmět připravuje studenty magisterského studia pro oblast vývoje ovladačů pro osobní počítače, tak i vestavné systémy. Poskytne studentům znalost architektury jádra operačního systému Linux, principy vývoje různých druhů ovladačů, včetně praktických zkušeností.   |  |      |   |
| NIE-PML   | Personalized Machine Learning                    | Z,ZK | 5 |
| Personalized machine learning (PML) is a sub-field of machine learning that aims to create models and predictions based on the unique characteristics and behaviors of individual entities. While PML is commonly used in applications such as recommender systems, which recommend items to users based on their personal interests, its principles can be applied to a wide range of other fields, including education, medicine, and chemical engineering. In this course, we will explore the latest PML methods from theoretical, algorithmic, and practical perspectives. Specifically, we will focus on cutting-edge models that are of interest to both the research and commercial communities.  |  |      |   |
| NI-ARI  | Počítačová aritmetika                            | Z,ZK | 4 |
| Studenti se seznámí s různými reprezentacemi dat používanými v číslicových zařízeních a budou schopni navrhnout jednotky realizující aritmetické operace. Tento předmět obsahuje navazuje na bakalářský předmět BI-JPO Jednotky počítače.   |  |      |   |
| NI-PG1  | Počítačová grafika 1                             | ZK   | 4 |
| Předmět navazuje na grafické kurzy (především BI-PGA a BI-PGR) a zde získané znalosti prohlubuje state-of-the-art znalostmi, je určený pro zájemce o počítačovou grafiku na pokročilejší úrovni, studenti získají praktické znalosti s realistickými metodami texturování a raytracingu. Některou součástí předmětu je studium vdeckých článků a jejich následná implementace. Na předmětu bude možné navázat kurzem PG2 doplňující znalosti PG1 o další oblasti a témata počítačové grafiky.   |  |      |   |
| NI-EDW  | Podnikové datové sklady                          | Z,ZK | 5 |
| Předmět Podnikové datové sklady se zabývá problematikou business intelligence. Studenti budou seznámeni s metodami business intelligence a získají praktické znalosti nejen o návrhu datových skladů různých architekturách, ale i o jejich nasazení a údržbě. Součástí předmětu je i seznámení s oblastí reportování a s vizualizacemi dat pro účely poskytování informací.  |  |      |   |
| NI-PVR  | Pokročilá virtuální realita                      | KZ   | 4 |
| Předmět studentům přiblíží pokročilejší možnosti virtuální reality. Kurz volně navazuje na již probírané grafické předměty, hlavně na vytváření 3D modelů v Blenderu, a mimo jiné seznámí studenty s jejich aplikací ve virtuální realitě. V přednáškách se kurz zaměřuje na technologii virtuální reality, její využití v různých aplikacích a bude se také zabývat vytvářením aplikací v dostupných 3D enginech (hlavně Unity3D). Náplň cvičení bude tvorba VR aplikací v Unity3D. Předmět bude volně propojen s chystaným předmětem VHS (virtuální herní svět, Radek Richtr), studenti budou moci znalosti získané v tomto předmětu aplikovat ve virtuální realitě, například vytvořit komplexní hru pro VR. Předmět je ekvivalentní s MI-PVR.   |  |      |   |
| NI-AML  | Pokročilé techniky strojového učení              | Z,ZK | 5 |
| Předmět seznamuje studenty s vybranými pokročilými tématy strojového učení a umělé inteligence a jejich aplikace na reálné problémy. Témata představují techniky v oblasti dopravních systémů, zpracování obrazu, řízení i propojení fyzikálních zákonů s oblastí strojového učení. Cílem cvičení je podrobně seznámit studenty s probíranými metodami.   |  |      |   |
| NI-IOS  | Pokročilé techniky v iOS aplikacích              | KZ   | 4 |
| Předmět seznámí studenty s posledními trendy v mobilních technologiích vývojové platformy iOS. Předmět se zabývá pokročilými tématy, prerekvizitou je základní kurz programování v iOS. Náplň přednášek jsou konkrétní pokročilé postupy, které prezentují přední odborníci na dané téma, prakticky zaměřené přednáškové studie a prezentace úspěšných projektů.  |  |      |   |
| NI-APT  | Pokročilé testování programů                     | Z,ZK | 5 |
| Testování programu je nezbytné, aby bylo zajištěno, že program dodržuje svou specifikaci, že změnami nezpůsobují regrese nebo bezpečnostní problémy. Cílem kurzu je představit pokročilé techniky testování programů nad rámec psaní jednotkových testů, zejména fuzzing a symbolická exekuce.  |  |      |   |
| NI-PVS  | Pokročilé vestavné systémy                       | Z,ZK | 4 |
| Předmět je zaměřen na procesory a mikrokontroléry ARM a jejich použití v široké škále aplikací. Předmět se dotýká témat jako je podpora počítačové bezpečnosti, záznamem dat na velkokapacitní média, řízení motorů, zpracování signálů, řízení a regulace a prmyslové komunikace. V předmětu studenti získají jak teoretické, tak praktické zkušenosti s reálnými systémy.   |  |      |   |
| NI-DNP  | Pokročilý .NET                                   | Z,ZK | 4 |
| Studenti získají přehled o platformě .NET a seznámí se s technologiemi ASP.NET Core, Entity Framework Core, .NET MAUI (s odkazem na WPF, UWP), Blazor a dále si vyzkouší práci s Azure DevOps a s GIT. Praktickou zkušenost studenti získají v semestrálních pracích, v rámci které vytvoří klient-server aplikaci pomocí technologií ASP.NET Core, Entity Framework Core a s využitím Azure DevOps a GIT.  |  |      |   |
| NI-PYT  | Pokročilý Python                                 | KZ   | 4 |
| Cílem předmětu je naučit se různé techniky a postupy programování v jazyce Python. Předmět nepřímo navazuje na Programování v Pythonu (BI-PYT). Předmět je zaměřen prakticky a má pouze cvičení, vše je prezentováno na přednáškách. Hodnocení je založeno na práci na cvičeních a semestrálních pracích. Výuka předmětu probíhá pod vedením pracovníků z firmy Red Hat. Předmět je ekvivalentní s MI-PYT.  |  |      |   |
| NIE-PDL   | Practical Deep Learning                          | KZ   | 5 |
| This course is designed to provide students with a comprehensive understanding of Deep Learning using PyTorch, a popular open-source machine learning framework. Throughout the course, students will develop practical skills in building and training deep neural networks, using PyTorch to solve real-world problems in fields such as computer vision and natural language processing.   |  |      |   |
| NI-GOL  | Programování distribuovaných systémů v jazyce GO | KZ   | 5 |
| Předmět si klade za cíl naučit studenty implementovat distribuované systémy založené na mikroslužbách s využitím trojice technologií programovací jazyk GO, serializační formát Protocol Buffers a komunikační protokol gRPC a vysvětlit filozofii za jejich používáním. GO se stal v posledních letech populárním programovacím jazykem s velkou uživatelskou základnou, ve kterém je napsáno velké množství známých nástrojů, jako Docker, Kubernetes, Prometheus, Terraform. Moderní distribuované aplikace využívají dekompozici na mikroslužby, které umožňují horizontální škálování nejvíce namáhaných mikroslužeb. GO je typický programovací jazyk, do kterého se služby přepisují v situaci, kdy je i horizontální škálování příliš nákladné. Jeho tzv. gorutiny usnadňují programování aplikací s velkým množstvím paralelizace a synchronizace. Služby napsané v jazyce GO, zvláště v kombinaci s knihovnou gRPC, jsou oceňovány pro svou uniformnost, vedoucí k jednoduchému pochopení i pro vývojáře neznalé architektury konkrétní služby. |  |      |   |

|  |   |      |   |
|--|---|------|---|
| NI-PSL   | Programování v jazyku Scala                   | Z,ZK | 4 |
| Kurz p edstavuje moderní programovací jazyk Scala s velmi flexibilní syntaxí, který využívá objektov -funkcionální paradigma. Scala obsahuje pokro ilé jazykové rysy - nap . pattern matching a obsahuje mocnou standardní knihovnu - p edevším kolekci. Scala umož ůuje používat v aplikacích funkcionální návrhové vzory: reaktivní streamy, H-List, Monads a vytvá et doménov specifické jazyky. Scalu používá mnoho moderních framework a knihoven, nap . Play, Slick, Apache Cassandra, Scalaz atd.   |   |      |   |
| NI-RUB   | Programování v Ruby                           | KZ   | 4 |
| P edm t studenti seznámí s programováním v jazyce Ruby. D raz je kladen na základní vlastnosti jazyka. Od student se o ekává základní znalost programování (Java, C/C++, Python, JS...). V první polovin semestru jsou postupn probrány základy jazyka a jejich využití. V ve druhé polovin se podíváme na obvyklé knihovny a jejich použití. P edm t je ekvivalentní s MI-RUB.  |   |      |   |
| NI-ROZ   | Rozpoznávání                                  | Z,ZK | 5 |
| Seznámení se základními p ístupy v oblasti rozpoznávání s d razem na problémy a aplikace statistického p ístupu k rozpoznávání dat. V p edm tu budou vysv tleny základní pojmy a metody rozpoznávání, pravd podobnostní modely, metody odhadování parametr a jejich výpo etní aspekty.   |   |      |   |
| NI-PLS1  | Seminá na téma programovacích jazyk           | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ů astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |   |      |   |
| NI-PLS2  | Seminá na téma programovacích jazyk           | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ů astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |   |      |   |
| NI-PLS3  | Seminá na téma programovacích jazyk           | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ů astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |   |      |   |
| NI-PLS4  | Seminá na téma programovacích jazyk           | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ů astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |   |      |   |
| NI-SCE1  | Seminá po íta ového inženýrství I             | Z    | 4 |
| Seminá po íta ového inženýrství je výb rový p edm t pro studenty, kte í se cht jí zabývat hloub jí tématy íslicového návrhu, spolehlivosti a odolnosti proti poruchám a útok m. Ke student m se v rámci p edm tu p ístupuje individuáln a každý student í skupinka student eší n jaké zajímavé aktuální téma s vybraným školitelem. Sou ástí p edm tu je práce s v deckými lánky a jinou odbornou literaturou a/nebo práce v laborato ích K N. Kapacita p edm tu je omezena možnostmi u ítel seminá e. Probíraná témata jsou pro každý semestr nová.   |   |      |   |
| NI-SCE2  | Seminá po íta ového inženýrství II            | Z    | 4 |
| Seminá po íta ového inženýrství je výb rový p edm t pro studenty, kte í se cht jí zabývat hloub jí tématy íslicového návrhu, spolehlivosti a odolnosti proti poruchám a útok m. Ke student m se v rámci p edm tu p ístupuje individuáln a každý student í skupinka student eší n jaké zajímavé aktuální téma s vybraným školitelem. Sou ástí p edm tu je práce s v deckými lánky a jinou odbornou literaturou a/nebo práce v laborato ích K N. Kapacita p edm tu je omezena možnostmi u ítel seminá e. Probíraná témata jsou pro každý semestr nová.   |   |      |   |
| NI-SZ1   | Seminá znalostního inženýrství magisterský I  | Z    | 4 |
| Seminá probíhá formou p ednášek student na témata, která se týkají um ílé inteligence a strojového u ení. Témata si studenti vybírají sami, bu z nabídky vytvo ené u íteli p edm tu nebo mohou s tématem p íjít sami.  |   |      |   |
| NI-SZ2   | Seminá znalostního inženýrství magisterský II | Z    | 4 |
| Seminá probíhá formou p ednášek student na témata, která se týkají um ílé inteligence a strojového u ení. Témata si studenti vybírají sami, bu z nabídky vytvo ené u íteli p edm tu nebo mohou s tématem p íjít sami.  |   |      |   |
| PI-SCN   | Seminá e z íslicového návrhu                  | ZK   | 4 |
| P edm t se zabývá problematikou realizace a implementace íslicových obvod -kombina ních i sekven ních. Rozebírá základní zp soby popisu íslicových obvod a základní algoritmy logické syntézy a optimalizace. Seznamuje se základy EDA (Electronic Design Automation) systém a s kombinatorickými problémy objevujícími se v EDA.  |   |      |   |
| NI-MLP   | Strojové u ení v praxi                        | Z,ZK | 5 |
| Aplikace metod strojového u ení na reálných projektech v praxi je spojena s mnoha dalšími nezbytnými úkony po ínaje porozum ním zám r zadavatele a kon e v ideálním p ípad technickou implementací. P edm t studenty provede všemi fázemi projektu podle standardní metodiky CRISP-DM, a to nejen teoreticky, ale i prakticky. Cílem je vyzkoušet si zpracování reálných dat a nau it se popsat celý proces od explorace po vyhodnocení výkonosti modelu formou srozumitelného a p ehledného reportu.  |   |      |   |
| BI-ML1.21  | Strojové u ení 1                              | Z,ZK | 5 |
| Cílem p edm tu je seznámit studenty se základními metodami strojového u ení. Studenti teoreticky porozumí a nau í se prakticky používat modely vhodné pro regresní í klasifika ní úlohy ve scéná í u ení s u ítelem a také modely shlukování ve scéná í u ení bez u ítele. V p edm tu bude také probrán vztah mezi vychýlením a variancí model (bias-variance trade-off) a vyhodnocování kvality model . Krom toho se studenti nau í základní techniky p edzpracování a vizualizace dat. Na cvi eních se k práci s daty a modely budou využívat knihovny pandas a scikit pro jazyk Python.   |   |      |   |
| BI-ML2.21  | Strojové u ení 2                              | Z,ZK | 5 |
| Cílem p edm tu je seznámit studenty s vybranými pokro ilejšími metodami strojového u ení. Ve scéná í u ení s u ítelem se jedná zejména o jádrové metody a neuronové sít . Ve scéná í u ení bez u ítele se jedná o analýzu hlavních komponent a další metody redukce dimenzionality. Krom toho se studenti obeznámí se základy posilovaného u ení a strojového zpracování p írozeného jazyka.   |   |      |   |
| NI-SEP   | Sv tová ekonomika a podnikání II.             | Z,ZK | 4 |
| P edm t si klade za cíl seznámit studenty technické univerzity s prost edím pro mezinárodní podnikání. íní tak p edevším formou komparace jednotlivých zemí a oblastí sv tového hospodá ství. Studenti získají pov domí o odlišnosti nábožensví a kultur, nutné pro fungování v r zných spole nostech a p edevším o indexech ekonomické svobody, korupce a ekonomického rozvoje, které jsou ur ující pro správné investí ní rozhodnutí. V rámci seminá budou témata mezinárodního podnikání dále rozvíjena formou ízené diskuze na základ samostatné etby student . Je doporu eno absolvování bakalá ského p edm tu Sv tová ekonomika a podnikání. P edm t je ekvivalentní s MI-SEP. |   |      |   |
| NI-TVR   | Technologie virtuální reality                 | Z,ZK | 3 |
| Studenti budou seznámeni se základními koncepty virtuální reality. Budou probrány jednotlivé formy pro zobrazování virtuálních sv t (CAVE, HMD, ...) a možnosti ovládání virtuálních avatar (tracking pozice, hand tracking, eye tracking). Dále budou p edstaveny koncepty smíšené a rozší ené reality. Nakonec budou p edstaveny možné zp soby využití virtuální a rozší ené reality.  |   |      |   |
| NI-TS1   | Teoretický seminá magisterský I               | Z    | 4 |
| Teoretický seminá je výb rový p edm t pro studenty, kte í se cht jí teoretickou informatikou zabývat hloub jí. Ke student m se p ístupuje individuálním zp sobem a probírají se zajímavá témata ze sou asného výzkumu v oblasti teoretické informatiky. Sou ástí p edm tu je tak práce s v deckými lánky a jinou odbornou literaturou. Kapacita p edm tu je omezena kapacitními možnostmi u ítel seminá e.   |   |      |   |

|  |  |      |    |
|--|--|------|----|
| NI-TS2   | <b>Teoretický seminář magisterský II</b>                     | Z    | 4  |
| Teoretický seminář je výběrový předmět pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se přistupuje individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současného výzkumu v oblasti teoretické informatiky. Součástí předmětu je také práce s vědeckými články a jinou odbornou literaturou. Kapacita předmětu je omezena kapacitními možnostmi uitel semináře.   |  |      |    |
| NI-TS3   | <b>Teoretický seminář magisterský III</b>                    | Z    | 4  |
| Teoretický seminář je výběrový předmět pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se přistupuje individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současného výzkumu v oblasti teoretické informatiky. Součástí předmětu je také práce s vědeckými články a jinou odbornou literaturou. Kapacita předmětu je omezena kapacitními možnostmi uitel semináře.   |  |      |    |
| NI-TS4   | <b>Teoretický seminář magisterský IV</b>                     | Z    | 4  |
| Teoretický seminář je výběrový předmět pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se přistupuje individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současného výzkumu v oblasti teoretické informatiky. Součástí předmětu je také práce s vědeckými články a jinou odbornou literaturou. Kapacita předmětu je omezena kapacitními možnostmi uitel semináře.   |  |      |    |
| NI-TKA   | <b>Teorie kategorií</b>                                      | Z,ZK | 4  |
| Úvod do teorie kategorií, s důrazem na aplikace v teoretické informatice   |  |      |    |
| NI-TNN   | <b>Teorie neuronových sítí</b>                               | Z,ZK | 5  |
| V tomto předmětu se na neuronové sítě podíváme z pohledu teorie aproximace funkcí a z pohledu teorie pravděpodobnosti. Nejdříve si připomeneme základní koncepty týkající se umělých neuronových sítí, jako jsou neurony, spoje mezi nimi, typy neuronů z hlediska přenosu signálu, topologie sítě, somatická a synaptická zobrazení, učení sítě a role času v neuronových sítích. V souvislosti s topologií sítě se seznámíme s její transformovatelností do kanonické topologie a v souvislosti se somatickými a synaptickými zobrazeními s jejich skládáním do zobrazení pořádaných sítí. Konečně v souvislosti s učením si všimneme problému přeučení a skutečnosti, že učení je ve skutečnosti specifická optimalizační úloha, při které si připomeneme nejtypičtější cílové funkce a nejdřívejší optimalizační metody používané pro učení neuronových sítí. Podíváme se na význam všech těchto konceptů si osvětlíme v kontextu běžných typů neuronových sítí. V tématu aproximace neuronových sítí si nejdříve všimneme souvislosti neuronových sítí s výjádřeními funkcí více proměnných pomocí funkcí méně proměnných (Kolmogorova věta, Vituškinova věta). Poté si ukážeme, jak lze univerzální aproximaci schopnost neuronových sítí matematicky formalizovat jako hustotu množin zobrazení pořádaných neuronovými sítěmi v dležitých Banachových prostorech funkcí, konkrétně v prostorech spojitých funkcí, prostorech funkcí integrovatelných vzhledem ke konečné míře, prostorech funkcí se spojitými derivacemi a Sobolevových prostorech. V tématu pravděpodobnosti přistupujeme k neuronovým sítím se nejdříve seznámíme s učeními založenými na stochastických hodnotách a s učeními založenými na náhodném výběru s pravděpodobnostními předpoklady o trénovacích datech, za kterých lze tyto dva druhy učení neuronových sítí použít. Ukážeme si, jak lze pomocí učení založeného na stochastických hodnotách získat odhad podmíněné stochastické hodnoty výstupní sítě podmíněnými jejími vstupy. Připomeneme si silný a slabý zákon velkých čísel a seznámíme se s obdobou silného zákona velkých čísel pro neuronové sítě a s předpoklady, za kterých platí. Nakonec si připomeneme centrální limitní větu, seznámíme se s její obdobou pro neuronové sítě, s předpoklady, za kterých platí a s testy hypotéz, které jsou na ní založené. Ukážeme si také, jak lze tyto testy hypotéz využít při hledání topologie sítě. |  |      |    |
| NI-CPX   | <b>Teorie složitosti</b>                                     | Z,ZK | 5  |
| Studenti se dozvědí o základních třídách teorie výpočetní složitosti a různých modelech algoritmů a o implikacích této teorie týkajících se praktické algoritmické (ne)řešitelnosti složitých úloh.  |  |      |    |
| FI-TOP   | <b>Tvorba odborných publikací</b>                            | Z    | 2  |
| Publikování je důležitou a vyžadovanou součástí výzkumné činnosti. Nejde jen o to, získat výzkumné výsledky, ale také o to, uplatnit je formou publikace. Psaní vědeckých publikací se studentům může hodit nejen při jejich vlastní publikační činnosti, ale i při zpracovávání bakalářské i diplomové práce. V rámci předmětu se studenti naučí jak psát vědecký článek, jaké má mít takový článek části, jak probíhá recenzní řízení. Studenti si také vyzkouší napsat článek odprezentovat a udělat posudek na článek někoho jiného. Předmět bude vyučován blokovo, jedna přednáška na začátku semestru a jedno cvičení v jeho polovině. Termíny budou určeny na základě možnosti přihlášených studentů.   |  |      |    |
| NI-DVG   | <b>Úvod do diskrétní a výpočetní geometrie</b>               | Z,ZK | 5  |
| Cílem předmětu je seznámit studenty s disciplínou diskrétní a výpočetní geometrie. Hlavním cílem kurzu je seznámit se s nezákladnějšími objekty této disciplíny a umět řešit jednoduché algoritmické úlohy týkající se geometrie.  |  |      |    |
| NI-VOL   | <b>Volby a volební systémy</b>                               | Z,ZK | 5  |
| Volby a rozhodování se mezi několika alternativami jsou nedílnou součástí našich životů. Každý zná systémy, kdy dáváme jeden bod těmto alternativám, která je podle nás nejlepší, ale existuje mnoho jiných zajímavých možností jak volit vítěznou alternativu. Takové možnosti volby s sebou nesou dobré, ale i horší vlastnosti předmětu, tu si ověřme jak máme sledovat a ukážeme si, že některé kombinace vlastností nelze splnit (tedy neexistuje žádné pravidlo volby vítěze, které by splnilo jakoukoliv sadu vlastností). Jak to, že často je možné poznamenat preference jednoho agenta (popřípadě množiny agentů) takovým způsobem, že vyhraje lepší (pro daného agenta / skupinu agentů) alternativa než před touto zmínou? Zamysleme se také na výpočetní (chcete-li algoritmickou) stránku všech zmínovaných aspektů voleb. Jaká omezení jsou obsažena v "reálných volbách" a proč? Jaké problémy triviální a jiné nikoliv? Jaká jsou zajímavá volební pravidla pro volby komisí (popřípadě jejich dobré i špatné vlastnosti)?  |  |      |    |
| NI-VYC   | <b>Vyřizitelnost</b>   | Z,ZK | 4  |
| Klasická teorie rekursivních funkcí a efektivní vyřizitelnosti.  |  |      |    |
| NI-VPR   | <b>Výzkumný projekt</b>                                      | Z    | 5  |
| Náplň je v deskriptivní práci studenta a tato se vyhodnocuje na konci semestru. Student získá kredity za publikovaný vědecký výstup. Podmínky jsou na <a href="https://courses.fit.cvut.cz/NI-VPR/">https://courses.fit.cvut.cz/NI-VPR/</a> .  |  |      |    |
| NI-ZS10  | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 10 kreditů</b> | Z    | 10 |
| Každý student může jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahraniční stáž na zahraniční univerzitě i jiné zahraniční vědecké instituci. Odbornou náplň posuzuje s dostatečným předstihem před realizací děkan FIT, případně zastoupení prodekan pro studijní a pedagogickou činnost. Student musí doložit odbornou náplň a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají předměty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kreditů odpovídá 4 týdnům plného úvazku na zahraniční instituci. Maximální počet kreditů, které může student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozděleny do dvou předmětů v případě, že stáž přesahuje hranici akademického roku.   |  |      |    |
| NI-ZS20  | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 20 kreditů</b> | Z    | 20 |
| Každý student může jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahraniční stáž na zahraniční univerzitě i jiné zahraniční vědecké instituci. Odbornou náplň posuzuje s dostatečným předstihem před realizací děkan FIT, případně zastoupení prodekan pro studijní a pedagogickou činnost. Student musí doložit odbornou náplň a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají předměty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kreditů odpovídá 4 týdnům plného úvazku na zahraniční instituci. Maximální počet kreditů, které může student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozděleny do dvou předmětů v případě, že stáž přesahuje hranici akademického roku.   |  |      |    |
| NI-ZS30  | <b>Zahraniční stáž pro magisterské studium za 30 kreditů</b> | Z    | 30 |
| Každý student může jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahraniční stáž na zahraniční univerzitě i jiné zahraniční vědecké instituci. Odbornou náplň posuzuje s dostatečným předstihem před realizací děkan FIT, případně zastoupení prodekan pro studijní a pedagogickou činnost. Student musí doložit odbornou náplň a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají předměty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kreditů odpovídá 4 týdnům plného úvazku na zahraniční instituci. Maximální počet kreditů, které může student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozděleny do dvou předmětů v případě, že stáž přesahuje hranici akademického roku.   |  |      |    |

## Seznam předmětů tohoto přechodu:

| Kód       | Název předmětu  | Začínání | Kredity |
|-----------|---|----------|---------|
| BI-ML1.21 | <b>Strojové učení 1</b><br>Cílem předmětu je seznámit studenty se základními metodami strojového učení. Studenti teoreticky porozumí a naučí se prakticky používat modely vhodné pro regresní i klasifikační úlohy ve scénáři učení s úkolem a také modely shlukování ve scénáři učení bez úkolu. V předmětu bude také probíran vzťah mezi vychýlením a variancí modelů (bias-variance trade-off) a vyhodnocování kvality modelů. Kromě toho se studenti naučí základní techniky zpracování a vizualizace dat. Na cvičeních se k práci s daty a modely budou využívat knihovny pandas a scikit pro jazyk Python.  | Z,ZK     | 5       |
| BI-ML2.21 | <b>Strojové učení 2</b><br>Cílem předmětu je seznámit studenty s vybranými pokročilejšími metodami strojového učení. Ve scénáři učení s úkolem se jedná zejména o jádrové metody a neuronové sítě. Ve scénáři učení bez úkolu se jedná o analýzu hlavních komponent a další metody redukce dimenzionality. Kromě toho se studenti obeznámí se základy posilovaného učení a strojového zpracování v rozeného jazyka.   | Z,ZK     | 5       |
| FI-TOP    | <b>Tvorba odborných publikací</b><br>Publikování je důležitou a vyžadovanou součástí výzkumné činnosti. Nejde jen o to, získat výzkumné výsledky, ale také o to, uplatnit je formou publikace. Psaní v odborných publikacích se studentům může hodit nejen v jejich vlastní publikační činnosti, ale i při zpracovávání bakalářské i diplomové práce. V rámci předmětu se studenti naučí jak psát v odborném jazyce, jaké má mít takový článek strukturu, jak probíhá recenzní řízení. Studenti si také vyzkouší napsat článek odprezentovat a udělat posudek na článek někoho jiného. Předmět bude využívat formu blokování, jedna přednáška na začátku semestru a jedno cvičení v jeho polovině. Termíny budou určeny na základě možností přihlášených studentů.  | Z        | 2       |
| NI-AFP    | <b>Aplikované funkcionální programování</b><br>Funkcionální programování představuje jedno z tradičních programovacích paradigmat. Jelikož v současné době jsou na vzestupu tradiční i nové funkcionální jazyky a funkcionální paradigma se stává důležitým prvkem tradičního imperativního jazyka (C++, C#, Java), je nutnou kompetencí softwarového inženýra toto paradigma ovládat jak po stránce teoretické, tak především praktické.   | KZ       | 5       |
| NI-AML    | <b>Pokročilé techniky strojového učení</b><br>Předmět seznamuje studenty s vybranými pokročilými tématy strojového učení a umělé inteligence a jejich aplikace na reálné problémy. Témata představují techniky v oblasti doporučovací systém, zpracování obrazu, řízení i propojení fyzikálních zákonů s oblastí strojového učení. Cílem cvičení je podrobně seznámit studenty s probíranými metodami.  | Z,ZK     | 5       |
| NI-AOA    | <b>Absolvování odborné akce</b><br>Náplní předmětu je účast na jednorázové odborné akci, zpravidla přednášce zahraničního hosta FIT VUT, zakončené workshopem, testem, vypracováním zprávy apod. Takováto akce musí být předem schválena prodekanem pro pedagogickou činnost nebo prodekanem pro výzkum a je prezentována v rámci FIT prostřednictvím webových stránek, infomailu apod. Navíc je odkazována i zde v sekci Novinky (News).   | Z        | 1       |
| NI-APH    | <b>Architektura počítačových her</b><br>Předmět pokrývá celou řadu témat, postup a metodik spojených s vývojem počítačových her - z technického, uměleckého ale také z designerského a filozofického hlediska. V rámci přednášek studenti provedou postupně historii vývoje, strukturou herních engine, komponentovou a funkcionální architekturu typickou pro vývoj her, fyzikou, grafikou, umělou inteligencí a multiplayerem. Cvičení pak do většího detailu pokryjí vybraná technologická témata, včetně implementace některých herních mechanik. Součástí předmětu je semestrální práce, kde bude kladen důraz na implementaci netriviálních herních mechanik. Předmět je ekvivalentní s MI-APH.   | Z,ZK     | 4       |
| NI-APT    | <b>Pokročilé testování programů</b><br>Testování programu je nezbytné, aby bylo zajištěno, že program dodržuje svou specifikaci, že změny nezpůsobují regrese nebo bezpečnostní problémy. Cílem kurzu je představit pokročilé techniky testování programů nad rámec psaní jednotkových testů, zejména fuzzing a symbolická exekuce.   | Z,ZK     | 5       |
| NI-ARI    | <b>Počítačová aritmetika</b><br>Studenti se seznámí s různými reprezentacemi dat používanými v číslicových zařízeních a budou schopni navrhnout jednotky realizující aritmetické operace. Tento předmět obsahuje navazující na bakalářský předmět BI-JPO Jednotky počítače.   | Z,ZK     | 4       |
| NI-ATH    | <b>Algoritmická teorie her</b><br>Klasická teorie her je oblastí matematiky, která má široké aplikace ve společenských vědách, zejména ekonomii, biologii, politice a informatice. Tato teorie se snaží pochytit chování účastníků (hráčů) užití kompetitivní činnosti zavedením matematického modelu a studiem strategií hráčů. Tradiční úkolem klasické teorie her je nalézání rovnovážných bodů, tzv. ekvilibrií. To jsou stavy hry, ve kterých všichni hráči zaujali takovou strategii, kterou se jim již nevyplatí změnit. Vzhledem k současnému rozvoji výpočetní techniky, internetu, sociálních sítí, online aukcí, reklamy, multiagentních systémů a dalších konceptů se dostává do popředí zájmu algoritmická stránka věci. Kromě otázek existenciálního charakteru tedy studujeme i otázky efektivního nalezení efektivních řešení různých konceptů v herní teoretických problémech. V rámci tohoto předmětu vybudujeme základy teorie her mnoha hráčů, koncepty řešení (tedy typicky rovnovážných stavů tzv. ekvilibrií) a metody jejich efektivního výpočtu. Předmět je zaměřen na teoretickou analýzu her a budování jejich teorie, nikoli na praktické programování herních algoritmů, zabývá se tedy čistě matematickým aspektem věci. Předmět vyžaduje samostatnou práci studentů, jejich schopnost matematicky myslet, analyzovat a dokazovat. Předmět je vhodný i pro bakalářské studenty ve třetí fázi, kteří za sebou mají nějaký úvod do teorie grafů, i pro doktorské studenty, kteří z ní mohou čerpat výzkumná témata. | Z,ZK     | 4       |
| NI-BPS    | <b>Bezdrátové počítačové sítě</b><br>Studenti získají znalosti současných technologií bezdrátových sítí, seznámí se s protokoly a standardy bezdrátových sítí. Budou znát mechanismy sdělování v ad-hoc sítích, mechanismy multicast a broadcast komunikace a mechanismy řízení toku. Studenti se rovněž seznámí s principy komunikace u sensorových sítí. Získají znalosti mechanismů zabezpečení bezdrátových sítí a dále získají dovednosti konfigurace bezdrátových síťových prvků a dovednosti simulace bezdrátových sítí pomocí vhodných nástrojů.  | Z,ZK     | 4       |
| NI-CCC    | <b>Kreativní programování</b><br>Studenti pracují na úlohách z praxe, seznámí se s kreativními a praktickými způsoby vizualizace různých druhů dat. Předmět navazuje na základní grafické kurzy (MGA, BLE, ...) a představuje studentům vhodné vizualizační metody pro tradiční stejně jako pro open data. Kombinuje známé postupy vizualizace s uměleckými metodami za využití moderních technologií. Cílem je vytvořit zajímavý vizualizační projekt. Počítá se s úzkou spoluprací s IPR CAMP (centrum architektury a městského plánování) a IIM (Institut InterMédií FEL).   | KZ       | 4       |
| NI-CPX    | <b>Teorie složitosti</b><br>Studenti se dozvědí o základních třídách teorie výpočetní složitosti a různých modelech algoritmů a o implikacích této teorie týkajících se praktické algoritmické (ne)řešitelnosti složitých úloh.   | Z,ZK     | 5       |
| NI-CTF    | <b>Capture The Flag</b><br>Předmět má za cíl seznámit studenty s CTF soutěží a nechat je získat praktické zkušenosti z oboru kybernetické bezpečnosti.  | KZ       | 4       |
| NI-DDM    | <b>Distribuované data mining</b><br>Kurz se zaměřuje na state-of-the-art přístupy k distribuovanému data miningu a k paralelizaci algoritmů strojového učení. Studenti získají praktickou zkušenost s frameworkem pro škálovatelné zpracování velkých dat Apache Spark a s existujícími distribuovanými algoritmy strojového učení a data miningu. Seznámí se s principy jejich paralelní implementace a budou schopni navrhnout paralelizaci dalších algoritmů.  | KZ       | 4       |

|  |   |      |   |
|--|---|------|---|
| NI-DID   | Digital drawing                                 | Z    | 2 |
| P edm t má za cíl p íblížit student m základní principy digitální kresby a grafické tvorby. Studenti získají pov domí o základech kompozice, perspektivy i teorie barev, což následn budou aplikovat ve svých samostatných pracích. Studenti také získají zkušenosti s kresbou v pr b hu praktických cvi ení. Kurz je vhodný pro kohokoli s chutí více kreslit a malovat, jelikož práv to je nedílnou sou ástí výuky. P edm t bude organizovaný formou tematických cvi ení pokrývajících ást teorie a tv r ích cvi ení, která jsou zam ena na procvi ování.  |   |      |   |
| NI-DNP   | Pokro ilý .NET                                  | Z,ZK | 4 |
| Studenti získají p ehled o platform .NET a seznámí se s technologiemi ASP.NET Core, Entity Framework Core, .NET MAUI (s odkazem na WPF, UWP), Blazor a dále si vyzkouší práci s Azure DevOps a s GIT. Praktickou zkušenost studenti získají v semestrální práci, v rámci které vytvo í klient-server aplikaci pomocí technologií ASP.NET Core, Entity Framework Core a s využitím Azure DevOps a GIT.  |   |      |   |
| NI-DPH   | Design po íta ových her                         | Z,ZK | 5 |
| P edm t voln dopl uje kurz NI-APH (Architektura po íta ových her a BI-VHS (Virtuální herní sv ty), p í emž se zam uje primárn na herní design. Je ur en pro zájemce, kte í cht í získat hlubší pov domí o principech používaných p í designu her jako je: level design, gameplay design, character design, design herních mechanik, storytelling a vývojový proces her. Studenti získají p ehled o herním vývoji z pozice designéra, od teoretických koncept až po praktickou implementaci v rámci semestrální práce.  |   |      |   |
| NI-DSW   | Design Sprint                                   | Z    | 2 |
| Studenti budou pracovat metodou design sprint, vyvinutou p vodn spole ností Google, díky které lze b hem 5 dn p ejít od nápadu p es testování až k finálnímu návrhu produktu nebo služby. B hem kurzu se seznámí s metodou Design Sprint z pohledu ú astníka. Na praktickém problému si vyzkouší celý 5ti denní proces od výzkumu po testování prototyp . Díky za azení p ed za átek semestru mají studenti možnost vyzkoušet si metodu, která vyžaduje kontinuáln jší asovou alokaci než b žná výuka.   |   |      |   |
| NI-DVG   | Úvod do diskrétní a výpo etní geometrie         | Z,ZK | 5 |
| Cílem p edm tu je seznámit studenty s disciplínou diskrétní a výpo etní geometrie. Hlavním cílem kurzu je seznámit se s nezákladn jšími objekty této disciplíny a um t ešit jednoduché algoritmické úlohy týkající se geometrie.   |   |      |   |
| NI-DZO   | Digitální zpracování obrazu                     | Z,ZK | 4 |
| P edm t srozumitelným zp sobem prezentuje adu moderních metod interaktivní editace digitálního obrazu a videa. D raz je kladen p edevším na algoritmy, které vynikají jednoduchostí implementace, ale zároveň mají zajímavý teoretický základ. Umož uje tak skrze vizuáln atraktivní aplikace proniknout k hlubším teoretickým základ m a ty následn aplikovat k ešení podobných problém v praxi i mimo oblast zpracování obrazu. Budou probány algoritmy ešící následující praktické úlohy: editace obrazu respektující hrany, komprese vysokého dynamického rozsahu intenzit, zaost ení obrazu ve frekven ní oblasti, interaktivní mapování tón , abstrakce, tvorba hybridních obraz , editace v gradientní oblasti, bežešvá fúze, digitální fotomontáž, klonování, konverze barevného obrazu na šedotónový, zvýrazn ní kontextu, interaktivní deformace obrazu zajiš ující lokální tuhost, N-bodová registrace obrazu, syntéza textur, interaktivní segmentace, kolorizace ernobilých snímk a vybarvování ru ních kreseb.                             |   |      |   |
| NI-EDW   | Podnikové datové sklady                         | Z,ZK | 5 |
| P edm t Podnikové datové sklady se zabývá problematikou business intelligence. Studenti budou seznámeni s metodami business intelligence a získají praktické znalosti nejen o návrhu datových sklad a r zných architekturách, ale i o jejich nasazení a údržb . Sou ástí p edm tu je i seznámení s oblastí reportování a s vizualizacemi dat pro ú ely poskytování informací.  |   |      |   |
| NI-ESC   | Experimentální projektový kurz                  | KZ   | 8 |
| "Kurz Design Project nabízí ucelené zkoumání procesu navrhování a poskytuje student m komplexní porozum ní princip m, metodikám a nástroj m používaným p í navrhování technologických ešení, která jsou zam ena na uživatele a relevantní pro pr mysl. V pr b hu semestru budou studenti pracovat na reálných projektech designu, spolupracovat s odborníky z oboru a u it se propojovat teorií s praktickým využitím. Prost ednictvím praktického, na projektech založeného p ístupu k výuce budou studenti rozvíjet své dovednosti v oblasti designu zam eného na uživatele a hodnocení uživatelských zkušeností a získají také zkušenosti s prací v týmu p í navrhování a vytvá ení prototyp funk ních ešení."  |   |      |   |
| NI-FMT   | Kone ná teorie model                            | Z,ZK | 4 |
| Cílem p edm tu je uvést studenty do základ kone né teorie model . P vodní motivaci jsou otázky vyjad ítelnosti a ov ítelnosti logických vlastností databázových system . Od svého po átku, v 70. letech minulého století p edm t prošel rapidní m vývojem a dotýká se ady další ch obor teoretické informatiky, jako jsou nap íklad teorie deskriptivní složitosti, studie Constraint satisfaction Problem (CSP), teorie algoritmických meta-theorem a kombinatorika.  |   |      |   |
| NI-GLR   | Games and reinforcement learning                | Z,ZK | 4 |
| The field of reinforcement learning is very hot recently, because of advances in deep learning, recurrent neural networks and general artificial intelligence. This course is intended to give you both theoretical and practical background so you can participate in related research activities. Presented in English.  |   |      |   |
| NI-GNN   | Grafové neuronové síť                           | Z,ZK | 4 |
| V rámci p edm tu se studenti seznámí s pokro ilými technikami um lé inteligence pro práci s grafy. P ednášky se soust edí na nejnov jší grafové neuronové síť pro vytvá ení vektorových reprezentací uzl , hran í celých graf . Probírané techniky pokrývají r zné typy graf , v etn graf prom nných v ase. Poslení ást kurzu se také zabývá generování graf a interpretabilnou grafových neuronových sítí. V rámci cvi ení si studenti vyzkouší vybrané techniky a úlohy.   |   |      |   |
| NI-GOL   | Programování distribuovaných systém v jazyce GO | KZ   | 5 |
| P edm t si klade za cíl nau it studenty implementovat distribuované systémy založené na mikroslužbách s využitím trojice technologií programovací jazyk GO, serializa ní formát Protocol Buffers a komunika ní protokol gRPC a vysv tlit filozofii za jejich používáním. GO se stal v posledních letech populárním programovacím jazykem s velkou uživatelskou základnou, ve kterém je napsáno velké množství známých nástroj , jako Docker, Kubernetes, Prometheus, Terraform. Moderní distribuované aplikace využívají dekompozici na mikroslužby, které umož ují horizontální škálování nejlépe namáhaných mikroslužeb. GO je typický programovací jazyk, do kterého se služby p episují v situaci, kdy je í horizontální škálování p íliš nákladné. Jeho tzv. gorutiny usnad ují programování aplikací s velkým množstvím paralelizace a synchronizace. Služby napsané v jazyce GO, zvlášt v kombinaci s knihovnou gRPC, jsou oce ovány pro svou uniformnost, vedoucí k jednoduchému pochopení i pro vývojá e neznalé architektury konkrétní služby. |   |      |   |
| NI-GRI   | Grid Computing                                  | Z,ZK | 5 |
| Grid computing and gain knowledge about the world-wide network and computing infrastructure.   |   |      |   |
| NI-HCM   | Hacking mysli                                   | ZK   | 5 |
| Kognitivní bezpe nost (cognitive security) je nov vznikající disciplína, která je v úzkém vztahu s kybernetickou bezpe ností (cyber security). Zatímco doménou kybernetické bezpe nosti je ochrana sítí, informa ních systémů a majetku, doménou kognitivní bezpe nosti je ochrana lidské mysli p ed úmyslnými i neúmyslnými digitálními manipulacemi. Téma kognitivní bezpe nosti nar stá na významu v souvislosti s informa ní válkou, rostoucí digitální závislostí a rozvojem um lé inteligence, kdy tyto jevy z prost edí internetu mají své reálné spole enské dopady jako je narušení spole enské soudržnosti, ohrožení demokracie í válka. Garantem p edm tu je Ing. Josef Holý, externí u ítel.   |   |      |   |
| NI-HMI2  | Historie matematiky a informatiky 2             | ZK   | 3 |
| Vybraná témata (infinitesimální po et, pravd podobnost, teorie ísel, obecná algebra, r zné algoritmy, transformace, rekursivní funkce, eliptické k ívky etc.) upozor ují na možnosti aplikací n kterých matematických metod. v informatice a jejím rozvoji.  |   |      |   |
| NI-HSC   | Hardwarové útoky postranními kanály             | Z,ZK | 4 |
| P edm t se v nuje tématu únik informace v hardwarových za ízeních prost ednictvím tzv. postranních kanál , a to jak jejich teoretické analýze, tak í praktickým útok m. Studenti se seznámí s r znými druhy postranních kanál , hloub jí se pak budou v novat p edevším útok m pomocí m ení elektrického p íkonu. Nau í se realizovat r zné druhy profilovaných í neprofilovaných útok a seznámí se s útoky vyšších ád . Dále si vyzkouší návrh protiopat ení proti t mto útok m a nau í se analyzovat množství a charakter informace unikající prost ednictvím postranních kanál .  |   |      |   |
| NI-IAM   | Internet a multimédia                           | Z,ZK | 4 |
| P edm t NI-IAM je zam en na principy a aktuální technologie pro sí ové audiovizuální (AV) p enosy. Osnova zahrnuje: snímání audiovizuálních signál (vstup), prezentaci audiovizuálních signál (výstup), sí ové protokoly používané p í p enosech, rozhraní za ízení, kodeky, formáty dat a stereoskopii. Pozornost je v nována praktickému využití AV p enos v reálném   |   |      |   |

|  |   |      |   |
|--|---|------|---|
| ase pro zajímavé aplikace. V rámci cvičení si studenti prakticky vyzkouší sestavení a provoz AV a zčásti pomocí hardwarových i softwarových prostředků a ověří vliv různých komponent na kvalitu a časové zpoždění přenosu. Naučí se jak zajistit síťovou infrastrukturu pro realizaci kvalitních AV přenosů od snímání scény až po prezentaci divákům.  |   |      |   |
| NI-IBE   | Informační bezpečnost                   | ZK   | 2 |
| Studenti se seznámí se systémy řízení bezpečnosti informací a IS/ICT, s metodami řízení přístupu k informacím a se základními normami a mezinárodními standardy v této oblasti. Naučí se metody, jak eliminovat vnitřní a vnější hrozby informací bezpečnosti, jak provádět audit IS/ICT a provádět bezpečnost aplikací (např. penetrační testy).  |   |      |   |
| NI-IKM   | Internet a klasifikační metody          | Z,ZK | 4 |
| V rámci předmětu se student seznámí s klasifikačními metodami používanými ve většině důležitých internetových nebo obecnějších aplikacích: například filtraci spamu, v doporučovacích systémech, v systémech pro detekci malware a v systémech pro odhalení hrozeb v síti. Dozví se však více než jenom to, jak se provádějí tyto druhy problémů klasifikace provádí. Na pozadí uvedených aplikací získá celkový pohled o základech klasifikačních metod. Předmět je vyučován v dvoutýdenním cyklu v rozsahu 2 hodiny přednášek a 2 hodiny cvičení. Na cvičeních studenti jednak implementují jednoduché příklady k tématům z přednášek, jednak konzultují své semestrální práce.  |   |      |   |
| NI-IOS   | Pokročilé techniky v iOS aplikacích     | KZ   | 4 |
| Předmět seznámí studenty s posledními trendy v mobilních technologiích vývojářské platformy iOS. Předmět se zabývá pokročilými tématy, prerekvizitou je základní kurz programování v iOS. Náplň přednášek jsou konkrétní pokročilé postupy, které prezentují přední odborníci na dané téma, prakticky zaměřené případové studie a prezentace úspěšných projektů.   |   |      |   |
| NI-IOT   | Internet of Things                      | Z,ZK | 4 |
| Předmět je orientován na oblast hardwareových a softwareových technologií silně se rozvíjejícího počítačové podpory nejrůznějších zařízení. Jeho cílem je seznámení s dostupnými vývojovými prvky (Raspberry Pi, Arduino Due) a s jazykem pro efektivní vývoj aplikací a jejich modifikace (GNU Forth).  |   |      |   |
| NI-IVS   | Inteligentní vestavné systémy           | KZ   | 4 |
| Předmět Inteligentní vestavné systémy pro magisterské studium reflektuje současné trendy vývoje a aplikace složitých vestavných systémů s prvky umělé inteligence. Je pokročilou verzí předmětu Základy inteligentních vestavných systémů pro bakalářskou etapu. Cílem předmětu je seznámit studenty s moderním robotem humanoidního typu a naučit je vyvíjet pro něj pokročilejší aplikace. V přednáškách se studenti seznámí s principy ovládání a navigace robota, aplikacemi rozhraními a nástroji pro vývoj aplikací v programovacích jazycích. Hlavní důraz je kladen na cvičení, kde studenti budou po dobu semestru vyvíjet vlastní pokročilejší aplikace, ve kterých mohou kombinovat znalosti získané v jiných předmětech například z úvodu inspirované algoritmy, algoritmy data miningu, rozpoznávání obrazu a webových technologií.   |   |      |   |
| NI-KTH   | Kombinatorická teorie her               | Z,ZK | 4 |
| Klasická teorie her je oblastí matematiky, která má široké aplikace ve společenských vědách, zejména ekonomii, biologii, politice a informatice. Tato teorie se snaží pochytit chování účastníků (hráčů) určit kompetitivní vlastnosti zavedením matematického modelu a studiem strategií hráčů. Tradicí úkolem klasické teorie her je nalézání rovnovážných bodů, tzv. ekvibríí. To jsou stavy hry, ve kterých všichni hráči zaujali takovou strategii, kterou se jim již nevyplatí měnit. Historicky druhým průlomovým krokem ve studiu her, tentokrát již kombinatorických her dvou hráčů s plnou informací, byl přístup J. Conwaye, E. Berlekampa a R. Guye. Ti rozvinuli teorii, původně určenou pro řešení složitých koncovek v Go, na plnohodnotný obor, založený na myšlence ohodnocení her takovým způsobem, aby šly jinak zcela nekompatibilní hry tzv. sítat, neboli hrát simultánně. Obor brzy vstoupil v kompletní algebraický přístup ke studiu kombinatorických her. Těm nejvýznamnějším přínosem je přístup J. Becka, který založil a vybudoval teorii pozicních her (ke kterým patří například piškvorky i hex). Když analyzujeme pozici v těchto hrách, neubráníme se v mnoha případech procházení herního stromu hrubou silou, a to ani při použití Conwayovy teorie. Řešení hrubou silou je však nepraktické. J. Beck zavádí tzv. "falešnou pravděpodobnostní metodu", pomocí níž se lze tomuto problému vyhnout. V rámci tohoto předmětu vybudujeme základy teorie kombinatorických her a pozicních her. Předmět je zaměřen na teoretickou analýzu her a budování jejich teorie, nikoli na praktické programování herních algoritmů, zabývá se tedy čistě matematickým aspektem věci. Předmět vyžaduje samostatnou práci studentů, jejich schopnost matematicky myslet, analyzovat a dokazovat. Předmět je vhodný i pro bakalářské studenty ve fázi, kde již za sebou mají nějaký úvod do teorie grafů, i pro doktorské studenty, kteří z něj mohou čerpat výzkumná témata.   |   |      |   |
| NI-KYB   | Kybernalita                             | ZK   | 5 |
| Studenti se seznámí se základy legislativy a mezinárodními aktivitami v oblasti potírání kybernetické kriminality. Studenti porozumí klasifikacím útoků a systémů pro sledování a monitorování provozu počítačových systémů v kyberprostoru. Rovněž se seznámí s aktivitami útočníků a jejich chováním. Předmět se bude zabývat i otázkami spolupráce složek státu a subjektů zabývajících se ochranou kyberprostoru (zejména pak CSIRT a CERT týmy).  |   |      |   |
| NI-LOM   | Lineární optimalizace a metody          | Z,ZK | 5 |
| Studenti získají pohled o aplikacích optimalizačních metod v informatické, ekonomické a průmyslové praxi. Budou seznámeni s praktickým významem lineárního a celoročního programování. Budou umět pracovat s optimalizačním softwarem a ovládat jazyky používané při jeho programování. Dokáží formalizovat optimalizační problémy z oblasti informatické (např. plánování úloh procesoru, analýza síťových toků), distribuce a alokace zdrojů (dopravní problémy, problém obchodního cestujícího, apod.), z ekonomické praxe a modelování konfliktních situací pomocí teorie her. Získají pohled o problematice výpočetní složitosti v optimalizaci. Získají dobrou orientaci v algoritmech lineárního programování.  |   |      |   |
| NI-LSM2  | Laborato statistického modelování       | KZ   | 5 |
| Tématem LSM2 je pokročilé sledování více cílů (MTT, Multiple Target Tracking). Do této domény patří například sledování více cílů radarem v přítomnosti falešných cílů (clutteru) i video tracking. V rámci předmětu budeme budovat filtry odpovídající aktuálnímu standardu, konkrétně jde o PHD (Probability Hypothesis Density) a PMBM (Poisson Multi-Bernoulli) filtry.  |   |      |   |
| NI-MLP   | Strojové učení v praxi                  | Z,ZK | 5 |
| Aplikace metod strojového učení na reálných projektech v praxi je spojena s mnoha dalšími nezbytnými úkony potřebnými pro porozumění záležitostem zadavatele a konečnému ideálnímu řešení technickou implementací. Předmět studenty provede všemi fázemi projektu podle standardní metodiky CRISP-DM, a to nejen teoreticky, ale i prakticky. Cílem je vyzkoušet si zpracování reálných dat a naučit se popsat celý proces od explorační fáze po vyhodnocení výkonnosti modelu formou srozumitelného a přehledného reportu.  |   |      |   |
| NI-MOP   | Moderní objektové programování ve Pharo | KZ   | 4 |
| Objektově-orientované programování je v současnosti jedním z nejrozšířenějších paradigmat tvorby software, zejména podnikových informačních systémů, kde je využívána jeho schopnost přirozené abstrakce pro budování složitých moderních aplikací. V tomto předmětu navazujeme na znalosti získané v předmětu BI-OOP a cílem je další prohloubení dovedností návrhu a implementace objektových systémů v moderním čistě objektovém systému Pharo ( <a href="https://pharo.org">https://pharo.org</a> ). V předmětu je kladen důraz na individuální přístup ke studentům, jejich potřebám a rozvoje a oblastem zájmu. Kromě prohloubení dovedností objektového programování, které jsou obecně uplatnitelné i v ostatních OO jazycích, studenti též získají možnost pracovat na zajímavých projektech a OO technologiích v rámci semestrálních prací s možností spolupráce s praxí a návazných bakalářských, diplomových prací, postgraduálního studia i zajímavých pracovních nabídek díky našemu partnerství s Pharo Consortiumem.   |   |      |   |
| NI-MPL   | Manažerská psychologie                  | ZK   | 2 |
| Studenti se seznámí se základními psychologickými východiskami pro manažerskou praxi a personální řízení. Pochopí základy kognitivního a behaviorálního přístupu, důležitost osobnosti manažera, jeho vnitřních postojů, chování, interakce a komunikace. Seznámí se s teoriemi osobnosti, inteligence, motivace, kognitivními a afektivními procesy. Vybrané techniky si procvičí při praktických cvičeních. V domosti získané v rámci předmětu lze uplatnit v budoucím zaměstnání i v běžném životě. Podkladem kurzu je psychologie jako moderní věda, nikoli jako soubor povrchních klíčů, EZO indoktrinací a pseudo-vědeckých závěrů, kterými je oblast personální a manažerské psychologie tradičně silně zaplevelena. Kurz je sestaven a vyučován z pozice člověka, který se dané problematice 20 let intenzivně věnuje a v téšinu času se jí i žije. Kurz neobsahuje návody, jak se rychle a snadno zaadit mezi hvězdné lídry a osvojit si myšlení první ligy. Kurz neobsahuje návody, jak vybrat s druhými lidmi a získat nad nimi "psychologicky" navrch, protože to sice jde, ale odporuje to životním hodnotám přednějšího. Po absolvování předmětu budete snad informovanější, snad zkušenější, ale určitě nešťastnější. Tento kurz nechválí ani psychology, ani manažery, ani manažerské psychology. Studenti - pokud sháníte nějakou kredit, ale studovat nechcete, nezapísejte si manažerskou psychologii. Každý semestrada student skončí se zbytečně neuspokojivým hodnocením D, E, i F. Tento předmět není automatická dávkou, jsem otravný pedagog, který po svých studentech požaduje plnění povinností. Na tento předmět se nepřipravíte tením banálních lánekovinám motivací a lidech, kteří jsou ve firmě to nejčtenější, ani poslechem povrchních školení "soft skills" na YouTube. Budu vás nutit sledovat moje přednášky a studovat z chatrných materiálů, v podstatě stejných, jako když v edminulém tisíciletí. Kolegové, opatřte jsem zavalen Vašími žádostmi o nadlimitní zápis. V te, nemohu s kapacitou předmětu nic dlat. Tento předmět není tak přínosný, jak si možná myslíte. Pokud o zápis opravdu stojíte, zkuste p emluvit n koho méně zaniceného, aby se odhlásil a uvolnil Vám místo. Na Moodle je zavšena sada souborů nových ke studiu. Pokud je na svém Moodle nevidíte, dejte mi vědět. I když Manažerská psychologie vypadá jako jeden |   |      |   |

|  |  |      |   |
|--|--|------|---|
| p edm t, je to ve skutečnosti asi deset p edm t pro více fakult a m že se stát, že na jednotlivých profilech vznikne zmatek. SVI disponuje linky na záznamy n kterých p ednášek. P ípadně záznamy mají chatrnou obsahovou kvalitu a jsou ur eny výhradn jako nástroj studia v krizových situacích. V žádném p ípad nepovolují jejich ší ení.   |  |      |   |
| NI-MSI   | Matematické struktury v informatice                  | Z,ZK | 4 |
| Matematická sémantika programovacích jazyk . Datové typy jako spojité svazy, Scottova topologie. Procedury jako spojité zobrazení. Model lambda-kalkulu, vazba na funkcionální jazyky. Základy teorie kategorií.   |  |      |   |
| NI-MZI   | Matematika pro znalostní inženýrství                 | Z,ZK | 4 |
| Studenti se seznámí s partii matematiky, které jsou pot ebné pro pochopení standardních metod a algoritm používaných ve znalostním inženýrství. Jde zejména o (numerickou) lineární algebru (rozklady matic, vlastní ísla, diagonalizace), spojitou optimalizaci (vázané extrém, v ta o dualit , gradientní metody) a vybrané pojmy z teorie pravd podobnosti a statistiky (nap . MLE). Výklad teoretické látky je t sn spojen s její aplikací na konkrétní metody a algoritmy, jejichž použití se demonstruje na reálných datech a problémech.  |  |      |   |
| NI-NLM   | Neuronové jazykové modely                            | Z    | 5 |
| Neuronové jazykové modely jsou základem moderního po íta ového zpracování textu. Studenti se v p edm tu seznámí s technickými základy architektury Transformer i praktickými aspekty používání jazykových model . Cílem p edm tu je nau it studenty využívat jazykové modely p í ešení úloh, kvalifikovan vyhodnotit rizika a kriticky pracovat s odbornou literaturou.  |  |      |   |
| NI-NMU   | Nová média v um ní a designu                         | ZK   | 3 |
| P edm t studenty uvádí do problematiky užití nových médií v um lecké a designérské tvorb . Klí ovými tématy jsou pohyblivý obraz, internet, po íta ová hra a zvuk. Zásadním cílem je studenta seznámit s co nejv íší škálou kreativních p ístup v nových médiích. V p edm tu je kladen d raz na dialog se studenty, p edevším pak v p ednáškách v nujících se konkrétním um leckým projekt m.  |  |      |   |
| NI-OLI   | Ovlada e pro Linux                                   | Z,ZK | 4 |
| Opera ní systém Linux je významným opera ním systémem pro osobní po íta e a také pro vestavné systémy. Nástup systém na ípu (SoC) a kombinace výkonných procesor s obvody FPGA výrazn zvyšuje r znorodost periferních subsystém , pro které opera ní systém vyžaduje specifické ovlada e. Tento p edm t p ípravuje studenty magisterského studia pro oblast vývoje ovlada jak pro osobní po íta e, tak i vestavné systémy. Poskytne student m znalost architektury jádra opera ního systému Linux, principy vývoje r zných druh ovlada , v etn praktických zkušeností.   |  |      |   |
| NI-PAM   | Efektivní p edzpracování a parametrizované algoritmy | Z,ZK | 4 |
| Existuje ada optimaliza ních problém , pro které nejsou známy polynomiální algoritmy (nap . NP-úplné problémy). P esto je v praxi nutné takové problémy p esn ešit. Ukážeme si, že mnoho problém lze ešit zna n efektivn ji, než prostým zkoušením všech ešení. asto lze nalézt spole nou vlastnost (parametr) vstup z praxe - nap . všechna ešení jsou malá. Parametrizované algoritmy toho využívají tak, že jejich asová složitost je exponenciální pouze v tomto (malém) parametru, kdežto polynomiální vzhledem k délce vstupu (která m že být obrovská). Parametrizované algoritmy také p edstavují zp sob jak formalizovat pojem efektivního polynomiálního p edzpracování vstupu pro t žké problémy, což v klasické výpo etní složitosti není možné. Takové polynomiální p edzpracování je pak vhodným prvním krokem, a už následn ešení hledáme libovolným zp sobem. Ukážeme si adu metod jak parametrizované algoritmy navrhovat a zmíníme také jak ukázat, že pro jistý problém (a parametr) takový algoritmus neexistuje. Neopomineme také souvislosti s dalšími p ístupy k t žkým problém m jako jsou mírn exponenciální algoritmy nebo aproxima ní schémata. |  |      |   |
| NI-PG1   | Po íta ová grafika 1                                 | ZK   | 4 |
| P edm t navazuje na grafické kurzy (p edevším BI-PGA a BI-PGR) a zde získané znalosti prohlubuje state-of-the-art znalostmi, je ur ený pro zájemce o po íta ovou grafiku na pokro ílé úrovni, studenti získají praktické znalosti s realistickými metodami texturování a raytracingu. Nedílnou sou ástí p edm tu je studium v deckých lánk a jejich následná implementace. Na p edm t bude možné navázat kurzem PG2 dopl ující znalosti PG1 o další oblasti a témata po íta ové grafiky.   |  |      |   |
| NI-PLS1  | Seminá na téma programovacích jazyk                  | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ú astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |  |      |   |
| NI-PLS2  | Seminá na téma programovacích jazyk                  | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ú astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |  |      |   |
| NI-PLS3  | Seminá na téma programovacích jazyk                  | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ú astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |  |      |   |
| NI-PLS4  | Seminá na téma programovacích jazyk                  | Z    | 2 |
| Seminá programovacích jazyk si klade za cíl seznámit studenty s výzkumem v oblasti programovacích jazyk . Má formát tená ské skupiny, ve které diskutujeme v decké lánky o programovacích jazycích a souvisejících oblastech. O ekává se, že ú astníci seminá e p edstaví lánek dle svého zájmu a aktivn se zapojí do diskuse. tená ská skupina je spole nou aktivitou FIT a MFF UK. Seminá je otev en všem student m a výzkumník m se zájmem o programovací jazyky.   |  |      |   |
| NI-PSD   | Design ve ejných služeb                              | KZ   | 4 |
| P edm t seznámí studenty se specifickými user experience a service designu a vývoje ve ve ejném sektoru a už se jedná o státní správu, ve ejnou správu, i jiné instituce placené z ve ejných prost edk . Podíváme se na designový a vývojový proces z dodavatelské i zadavatelské stránky v ci. V malých týmech budou studenti pracovat na projektech partnerských institucí a vyzkouší si spolupráci se zástupci zadavatele. Kurz je ur ený pro studenty designéry i zadavatele projekt . Studenti se nad specifiky designu ve ejných služeb seznámí s tím, jak p í návrhu efektivn spolupracovat v týmu a s metodami jak zajistit úsp šný pr b h projektu.   |  |      |   |
| NI-PSL   | Programování v jazyku Scala                          | Z,ZK | 4 |
| Kurz p edstavuje moderní programovací jazyk Scala s velmi flexibilní syntaxí, který využívá objektov -funkcionální paradigma. Scala obsahuje pokro ílé jazykové rysy - nap . pattern matching a obsahuje mocnou standardní knihovnu - p edevším kolekci. Scala umož ňuje používat v aplikacích funkcionální návrhové vzory: reaktivní streamy, H-List, Monads a vytvá et doménov specifické jazyky. Scalu používá mnoho moderních framework a knihoven, nap . Play, Slick, Apache Cassandra, Scalaz atd.   |  |      |   |
| NI-PVR   | Pokro ílá virtuální realita                          | KZ   | 4 |
| P edm t student m p íblíží pokro ilejší možnosti virtuální reality. Kurz voln navazuje na již b žící grafické p edm ty, hlavn na vytvá ení 3D model v Blenderu, a mimo jiné seznámí studenty s jejich aplikací ve virtuální realit . V p ednáškách se kurz zam í na technologii virtuální reality, její využití v r zných aplikacích a bude se také zabývat vytvá ením aplikací v dostupných 3D enginech (hlavn Unity3D). Náplní cvi ení bude tvorba VR aplikací v Unity3D. P edm t bude voln propojen s chystaným p edm tem VHS (virtuální herní sv ty, Radek Richt), studenti budou moci znalosti získané v tomto p edm tu aplikovat ve virtuální realit , p ípadn p ímo tvo it komplexní hru pro VR. P edm t je ekvivalentní s MI-PVR.  |  |      |   |
| NI-PVS   | Pokro ílé vestavné systémy                           | Z,ZK | 4 |
| P edm t je zam en na procesory a mikrokontroléry ARM a jejich použití v široké škále aplika ní oblastí. P edm t se dotýká ady pokro ílých témat jako je podpora po íta ové bezpečnosti, záznamem dat na velkokapacitní média, ízení motor , zpracování signálů, ízení a regulace a pr myslové komunikace. V p edm tu studenti získají jak teoretické, tak praktické zkušenosti s reálnými systémy.   |  |      |   |
| NI-PYT   | Pokro ílý Python                                     | KZ   | 4 |
| Cílem p edm tu je nau it se r zné pokro ílé techniky a postupy programování v jazyce Python. P edm t nep ímo navazuje na Programování v Pythonu (BI-PYT). P edm t je zam en prakticky a má pouze cvi ení, vše je prezentováno na p íkladech. Hodnocení je založeno na práci na cvi eních a semestrální práci. Výuka p edm tu probíhá pod vedením pracovník z firmy Red Hat. P edm t je ekvivalentní s MI-PYT.  |  |      |   |

|   |   |      |   |
|---|---|------|---|
| NI-ROZ  | <b>Rozpoznávání</b>                                   | Z,ZK | 5 |
| Seznámení se základními principy v oblasti rozpoznávání s důrazem na problémy a aplikace statistického postupu k rozpoznávání dat. V předem tu budou vysvětleny základní pojmy a metody rozpoznávání, pravděpodobnostní modely, metody odhadování parametrů a jejich výpočetní aspekty.   |   |      |   |
| NI-RUB  | <b>Programování v Ruby</b>                            | KZ   | 4 |
| Předem tu studenti seznámí s programováním v jazyce Ruby. Důraz je kladen na základní vlastnosti jazyka. Od studentů se očekává základní znalost programování (Java, C/C++, Python, JS...). V první polovině semestru jsou postupně probrány základy jazyka a jejich využití. Ve druhé polovině se podíváme na obvyklé knihovny a jejich použití. Předem tu je ekvivalentní s MI-RUB.   |   |      |   |
| NI-SCE1   | <b>Seminářová přednáška o inženýrství I</b>           | Z    | 4 |
| Seminářová přednáška o inženýrství je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí zabývat hlouběji tématy číslicového návrhu, spolehlivosti a odolnosti proti poruchám a útokům. Ke studentům se v rámci předem tu připouští individuální a každému studentovi skupinka studentů se o jaké zajímavé aktuální téma s vybraným školitelem. Součástí předem tu je práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou a/nebo práce v laboratorních K. N. Kapacita předem tu je omezena možnostmi učitelů seminářové. Probíraná témata jsou pro každý semestr nová.  |   |      |   |
| NI-SCE2   | <b>Seminářová přednáška o inženýrství II</b>          | Z    | 4 |
| Seminářová přednáška o inženýrství je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí zabývat hlouběji tématy číslicového návrhu, spolehlivosti a odolnosti proti poruchám a útokům. Ke studentům se v rámci předem tu připouští individuální a každému studentovi skupinka studentů se o jaké zajímavé aktuální téma s vybraným školitelem. Součástí předem tu je práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou a/nebo práce v laboratorních K. N. Kapacita předem tu je omezena možnostmi učitelů seminářové. Probíraná témata jsou pro každý semestr nová.  |   |      |   |
| NI-SEP  | <b>Světová ekonomika a podnikání II.</b>              | Z,ZK | 4 |
| Předem tu si klade za cíl seznámit studenty technické univerzity s prostředím pro mezinárodní podnikání. Jinak podesším formou komparace jednotlivých zemí a oblastí světové hospodářství. Studenti získají povědomí o odlišnosti náboženských a kulturních, nutně pro fungování v různých společnostech a podesším o indexech ekonomické svobody, korupce a ekonomického rozvoje, které jsou určující pro správné investiční rozhodnutí. V rámci seminářové budou témata mezinárodního podnikání dále rozvíjena formou řízené diskuse na základě samostatně vybraných témat. Je doporučeno absolvování bakalářského předem tu Světová ekonomika a podnikání. Předem tu je ekvivalentní s MI-SEP.   |   |      |   |
| NI-SZ1  | <b>Seminář znalostního inženýrství magisterský I</b>  | Z    | 4 |
| Seminář probíhá formou přednášek studentů na témata, která se týkají umělé inteligence a strojového učení. Témata si studenti vybírají sami, buď z nabídky vytvořené učiteli předem tu nebo mohou s tématem přijít sami.  |   |      |   |
| NI-SZ2  | <b>Seminář znalostního inženýrství magisterský II</b> | Z    | 4 |
| Seminář probíhá formou přednášek studentů na témata, která se týkají umělé inteligence a strojového učení. Témata si studenti vybírají sami, buď z nabídky vytvořené učiteli předem tu nebo mohou s tématem přijít sami.  |   |      |   |
| NI-TKA  | <b>Teorie kategorií</b>                               | Z,ZK | 4 |
| Úvod do teorie kategorií, s důrazem na aplikace v teoretické informatice  |   |      |   |
| NI-TNN  | <b>Teorie neuronových sítí</b>                        | Z,ZK | 5 |
| V tomto předem tu se na neuronové sítě podíváme z pohledu teorie aproximace funkcí a z pohledu teorie pravděpodobnosti. Nejdříve si připomeneme základní koncepty týkající se umělých neuronových sítí, jako jsou neurony, spoje mezi nimi, typy neuronů z hlediska přenosu signálu, topologie sítí, somatická a synaptická zobrazení, učení sítí a role času v neuronových sítích. V souvislosti s topologií sítí se seznámíme s její transformovatelností do kanonické topologie a v souvislosti se somatickými a synaptickými zobrazeními s jejich skládáním do zobrazení poitaných sítí. Konečně v souvislosti s učeními všimneme problému učení a skutečnosti, že učení je ve skutečnosti specifická optimalizační úloha, při které si připomeneme nejtypičtější cílové funkce a nejdřívejší optimalizační metody používané pro učení neuronových sítí. Podíváme se na význam všech těchto konceptů si osvětlíme v kontextu běžných typů dopravních neuronových sítí. V tématu aproximace učení pro neuronové sítě si nejdříve všimneme souvislosti neuronových sítí s vyjádřením funkcí více proměnných pomocí funkcí méně proměnných (Kolmogorova věta, Vituškinova věta). Poté si ukážeme, jak lze univerzální aproximaci schopnost neuronových sítí matematicky formalizovat jako hustotu množin zobrazení poitaných neuronovými sítěmi v dlejších Banachových prostorech funkcí, konkrétně v prostorech spojitých funkcí, prostorech funkcí integrovatelných vzhledem ke konečné míře, prostorech funkcí se spojitými derivacemi a Sobolevových prostorech. V tématu pravděpodobnostní přístup k neuronovým sítím se nejdříve seznámíme s učeními založenými na stacionární hodnotě a s učeními založenými na náhodném výběru a s pravděpodobnostními předpoklady o trénovacích datech, za kterých lze tyto dva druhy učení neuronových sítí použít. Ukážeme si, jak lze pomocí učení založeného na stacionární hodnotě získat odhad podmíněné stacionární hodnoty výstupní podmíněných jejími vstupy. Připomeneme si silný a slabý zákon velkých čísel a seznámíme se s obdobou silného zákona velkých čísel pro neuronové sítě a s předpoklady, za kterých platí. Nakonec si připomeneme centrální limitní větu, seznámíme se s její obdobou pro neuronové sítě, s předpoklady, za kterých platí a s testy hypotéz, které jsou na ní založené. Ukážeme si také, jak lze těchto testů využít při hledání topologie sítí. |   |      |   |
| NI-TS1  | <b>Teoretický seminář magisterský I</b>               | Z    | 4 |
| Teoretický seminář je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se připouští individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současných výzkumů v oblasti teoretické informatiky. Součástí předem tu je tak práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou. Kapacita předem tu je omezena kapacitními možnostmi učitelů seminářové.  |   |      |   |
| NI-TS2  | <b>Teoretický seminář magisterský II</b>              | Z    | 4 |
| Teoretický seminář je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se připouští individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současných výzkumů v oblasti teoretické informatiky. Součástí předem tu je tak práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou. Kapacita předem tu je omezena kapacitními možnostmi učitelů seminářové.  |   |      |   |
| NI-TS3  | <b>Teoretický seminář magisterský III</b>             | Z    | 4 |
| Teoretický seminář je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se připouští individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současných výzkumů v oblasti teoretické informatiky. Součástí předem tu je tak práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou. Kapacita předem tu je omezena kapacitními možnostmi učitelů seminářové.  |   |      |   |
| NI-TS4  | <b>Teoretický seminář magisterský IV</b>              | Z    | 4 |
| Teoretický seminář je vybraná přednáška pro studenty, kteří se chtějí teoretickou informatikou zabývat hlouběji. Ke studentům se připouští individuálním způsobem a probírají se zajímavá témata ze současných výzkumů v oblasti teoretické informatiky. Součástí předem tu je tak práce s výukovými materiály a jinou odbornou literaturou. Kapacita předem tu je omezena kapacitními možnostmi učitelů seminářové.  |   |      |   |
| NI-TVR  | <b>Technologie virtuální reality</b>                  | Z,ZK | 3 |
| Studenti budou seznámeni se základními koncepty virtuální reality. Budou probrány jednotlivé formy pro zobrazování virtuálních světů (CAVE, HMD, ...) a možnosti ovládání virtuálních avatarů (tracking pozice, hand tracking, eye tracking). Dále budou představeny koncepty smíšené a rozšířené reality. Nakonec budou představeny možné způsoby využití virtuální a rozšířené reality.   |   |      |   |
| NI-VOL  | <b>Volby a volební systémy</b>                        | Z,ZK | 5 |
| Volby a rozhodování se mezi nějakými alternativami jsou nedílnou součástí našeho života. Každý zná systémy, kdy dáváme jeden bod té alternativě, která je podle nás nejlepší, ale existuje mnoho jiných zajímavých možností jak volit vítěznou alternativu. Takové možnosti volby s sebou nesou dobré, ale i horší vlastnosti předem tu si ukážeme jaké máme sledovat a ukážeme si, že některé kombinace vlastností nelze splnit (tedy neexistuje žádné pravidlo volby vítěze, které by splnilo oválně jakou, velice dobrou, sadu vlastností). Jak to, že často je možné poznamenat preference jednoho agenta (popřípadě množiny agentů) takovým způsobem, že vyhraje lepší (pro daného agenta / skupinu agentů) alternativa než předem touto zmíněnou? Zamysleme se také na výpočetní (chcete-li algoritmickou) stránku všech zmíněných aspektů voleb. Jaká omezení jsou obsažena v "reálných volbách" a proč to dává nějaké problémy triviální a jiné nikoliv? Jaká jsou zajímavá volební pravidla pro volby komisí (popřípadě jejich dobré i špatné vlastnosti)?   |   |      |   |



|         |  |      |    |
|---------|--|------|----|
| NI-VPR  | Výzkumný projekt<br>Náplní je v deká práce studenta a tato se vyhodnocuje na konci semestru. Student získá kredity za publikovaný v decko-výzkumný výstup. Podmínky jsou na <a href="https://courses.fit.cvut.cz/NI-VPR/">https://courses.fit.cvut.cz/NI-VPR/</a> .  | Z    | 5  |
| NI-VYC  | Vyšlitelnost<br>Klasická teorie rekursivních funkcí a efektivní vyšlitelnosti.   | Z,ZK | 4  |
| NI-ZS10 | Zahrani ní stáž pro magisterské studium za 10 kredit<br>Každý student m že jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahrani ní stáž na zahrani ní univerzit i jiné zahrani ní v dekovýzkumné instituci. Odbornou nápl posuzuje s dostate ným p edstihem p ed realizací d kan FIT, p ípadn v zastoupení prod kan pro studijní a pedagogickou innost. Student musí doložit odbornou nápl a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají p edm ty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kredit odpovídá 4 týdn m plného úvazku na zahrani ní instituci. Maximální po et kredit , které m že student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozd leny do dvou p edm t v p ípad , že stáž p esahuje hranici akademického roku.   | Z    | 10 |
| NI-ZS20 | Zahrani ní stáž pro magisterské studium za 20 kredit<br>Každý student m že jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahrani ní stáž na zahrani ní univerzit i jiné zahrani ní v dekovýzkumné instituci. Odbornou nápl posuzuje s dostate ným p edstihem p ed realizací d kan FIT, p ípadn v zastoupení prod kan pro studijní a pedagogickou innost. Student musí doložit odbornou nápl a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají p edm ty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kredit odpovídá 4 týdn m plného úvazku na zahrani ní instituci. Maximální po et kredit , které m že student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozd leny do dvou p edm t v p ípad , že stáž p esahuje hranici akademického roku.   | Z    | 20 |
| NI-ZS30 | Zahrani ní stáž pro magisterské studium za 30 kredit<br>Každý student m že jednou v rámci svého magisterského studia absolvovat zahrani ní stáž na zahrani ní univerzit i jiné zahrani ní v dekovýzkumné instituci. Odbornou nápl posuzuje s dostate ným p edstihem p ed realizací d kan FIT, p ípadn v zastoupení prod kan pro studijní a pedagogickou innost. Student musí doložit odbornou nápl a rozsah stáže. Pro evidenci a ohodnocení stáže v IS KOS se v rámci magisterské etapy studia používají p edm ty NI-ZS10, NI-ZS20, NI-ZS30. Každých deset kredit odpovídá 4 týdn m plného úvazku na zahrani ní instituci. Maximální po et kredit , které m že student získat za jednu stáž je 30, tyto mohou být rozd leny do dvou p edm t v p ípad , že stáž p esahuje hranici akademického roku.   | Z    | 30 |
| NIE-BLO | Blockchain<br>Students will understand the foundations of blockchain technology, smart contract programming, and gain an overview of most notable blockchain platforms. They will be able to design, code and deploy a secure decentralized application, and assess whether integration of a blockchain is suitable for a given problem. The course places an increased emphasis on the relationship between blockchains and information security. It is concluded with a defense of a research or applied semester project, which prepares the students for implementing or supervising implementation of blockchain-based solutions in both academia and business.   | Z,ZK | 5  |
| NIE-PDL | Practical Deep Learning<br>This course is designed to provide students with a comprehensive understanding of Deep Learning using PyTorch, a popular open-source machine learning framework. Throughout the course, students will develop practical skills in building and training deep neural networks, using PyTorch to solve real-world problems in fields such as computer vision and natural language processing.   | KZ   | 5  |
| NIE-PML | Personalized Machine Learning<br>Personalized machine learning (PML) is a sub-field of machine learning that aims to create models and predictions based on the unique characteristics and behaviors of individual entities. While PML is commonly used in applications such as recommender systems, which recommend items to users based on their personal interests, its principles can be applied to a wide range of other fields, including education, medicine, and chemical engineering. In this course, we will explore the latest PML methods from theoretical, algorithmic, and practical perspectives. Specifically, we will focus on cutting-edge models that are of interest to both the research and commercial communities.  | Z,ZK | 5  |
| PI-SCN  | Seminá e z íslicového návrhu<br>P edm t se zabývá problematikou realizace a implementace íslicových obvod -kombina níh i sekven níh. Rozebírá základní zp soby popisu íslicových obvod a základní algoritmy logické syntézy a optimalizace. Seznamuje se základy EDA (Electronic Design Automation) systém a s kombinatorickými problémy objevujícími se v EDA.  | ZK   | 4  |
| QNI-AVM | Adiabatic computing and variational methods<br>The course introduces adiabatic computing and variational quantum algorithms (VQA). We start with a broad introduction to variational methods in physical chemistry (e.g., for calculating ground state of small molecules) and a recapitulation of advances in theoretical computer science (computational complexity and problems such as MAXCUT). We will present the EQA Conjecture and the unique games conjecture. We will present the adiabatic theorem and quantum speedup by quantum annealing (QA). We will build up an understanding of variational quantum algorithms by introducing and analysing, in turn, Variational quantum eigensolver (VQE), Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA), and their Warm-started variants. As applications, we will highlight variational solvers for systems of linear equations and variational solvers for Markowitz portfolio management, with some discussion of the challenges in benchmarking of VQA. | Z,ZK | 6  |
| QNI-CPX | Teorie složitosti<br>Studenti se dozví o základních t ídách teorie výpo etní složitosti a r zných modelech algoritm a o implikacích této teorie týkajících se praktické algoritmické (ne) ešitelnosti složitých úloh.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-DIP | Magisterská práce<br>Samostatná práce studenta pod vedením vedoucího práce. Výuka je založena na individuálních konzultacích s vedoucím práce, p ípadn dalšími konzultanty. Rozsah výuky 30 ECTS (tj. cca 900 hodin) v sob zahrnuje konzultace, p ípravu teoretické i praktické ásti práce, psaní, p ípravu na obhajobu a obhajobu práce p ed komisí. Garant p edm tu garantuje kvalitu zadání magisterských prací a jejich soulad s profilem absolventa.  | Z    | 30 |
| QNI-KKP | Kryptologie a kvantové po ítání<br>Obsahem p edm tu jsou metody a algoritmy kryptologie a jejich vztah ke kvantovému po ítání. V prvních úvodních p ednáškách budou studenti seznámeni se základními principy a algoritmy kryptografie. V návaznosti na tato témata budou studenti seznámeni se základními kryptoanalytickými metodami. Pak budou uvedeny n které kryptoanalytické algoritmy b žící na kvantových po íta ích. V souvislosti s tím bude diskutován problém bezpe ností souvisejících kryptografických schémat. Další p ednášky se budou v novat postkvantovým algoritm m. Poslední p ednášky se zabývají kryptosystémy využívajícími kvantových jev .   | Z,ZK | 6  |
| QNI-KOS | Kvantové optické komunikace a síť<br>The course focuses on the basic principles and technologies for building and using quantum networks. Students will learn about the key components of quantum networks, including quantum repeaters, routers and switches, and their role in creating a scalable quantum Internet. Emphasis will be placed on quantum cryptography systems. Students will also learn the fundamentals of optics, optical networks, and classical cryptography as they relate to quantum key distribution (QKD) and quantum networks. The course will cover types and architectures of QKD systems (including practical implementation of quantum protocols) according to international standards, key generation and distribution in these systems, and integration of QKD with classical communication systems. Students will also have the opportunity to explore satellite and FSO QKD systems and integrated quantum photonics and electronics.  | Z,ZK | 6  |
| QNI-LOM | Lineární optimalizace a metody<br>Studenti získají p ehled o aplikacích optimaliza ních metod v informatické, ekonomické a pr myslové praxi. Budou seznámeni s praktickým významem lineárního a celo íselného programování. Budou um t pracovat s optimaliza níím softwarem a ovládat jazyky užívané p i jeho programování. Dokáží formalizovat optimaliza ní problémy z oblasti informatické (nap . p id lování úloh procesor m, analýza sí ových tok ), distribuce a alokace zdroj (dopravní problémy, problém obchodního cestujícího, apod.), z ekonomické praxe a modelování konfliktních situací pomocí teorie her. Získají p ehled o problematice výpo etní složitosti v optimalizaci. Získají dobrou orientaci v algoritmech lineárního programování.   | Z,ZK | 5  |

|   |   |             |          |
|---|---|-------------|----------|
| <b>QNI-MPR</b>  | <b>Magisterský projekt</b>                                | <b>Z</b>    | <b>7</b> |
| 1. Student si na začátku semestru vybere téma práce (viz Instrukce pro výběr tématu a jeho registraci). S vedoucím si domluví dílčí úkoly, které na zpracování zadání vykoná během semestru. Pokud tyto úkoly splní, udělí mu vedoucí práce na konci semestru zápočet z předmětu NI-MPR. 2. Externí vedoucí práce zadá informaci o udělení zápočtu pomocí formuláře. Udělení zápočtu od externího vedoucího závěrečné práce (viz Ke stažení). Vyplněný a podepsaný formulář je poté buď doručit osobně nebo e-mailem referentce pro SZZ, která udělení zápočtu zařídí. 3. Je-li téma práce, které si student rezervoval, formulováno obecněji, byly by úkoly, které mu vedoucí na semestr uloží, směřovat primárně k dolaďení zadání tak, aby mohlo být zadání práce koncem semestru doplněno a schváleno. Domluva s vedoucím práce, týkající se upřesnění požadavků pro předmět NI-MPR by měla probíhat v prvních týdnech semestru. Aktivita a odpovědnost leží na studentovi, nikoliv na vedoucím práce. Z hlediska splnění podmínek rozhodně nestačí, aby si student vybral téma. Mělo by dojít k situaci, že se student na konci semestru rozhodne na tématu závěrečné práce dále nepracovat a zvolí si jiné. Stejně tak může vedoucí práce ukončit spolupráci se studentem. I v tomto případě je možné udělit zápočet. |   |             |          |
| <b>QNI-MQI</b>  | <b>Matematika pro kvantovou informatiku</b>               | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| Lineární algebra na konečném dimenzionálním prostoru se skalárním součinem, Hilbertovy prostory, Diracův bra-ketový formalismus, normální, hermitovské a unitární operátory, spektrum operátoru, ortonormalizace, diagonalizace, maticová exponenciála, tenzorový součin vektorových prostorů a operátorů. Diskrétní Fourierova transformace a rychlá Fourierova transformace.  |   |             |          |
| <b>QNI-NMK</b>  | <b>Numerické metody pro kvantové výpočty</b>              | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení okrajových a smíšených úloh pro obyčejné a parciální diferenciální rovnice. Jedná se o metody konečných diferencí, prvků a objemů pro eliptické, parabolické a hyperbolické parciální diferenciální rovnice. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.  |   |             |          |
| <b>QNI-OPM</b>  | <b>Optická měření</b>                                     | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| Cílem tohoto předmětu je seznámit studenty s moderními optickými metodami od detekce mikročástic, neregularit a porušení povrchů, přes využití vláknové optiky v oblastech, kde není možné použít standardní elektronické senzory, i v místech se zvýšeným nebezpečím výbuchu a v nemocnicích, lidary využívané v inteligentních dopravních infrastrukturách až po makroskopické snímání (dálkový průzkum, remote sensing) Země, atmosféry a vesmíru. Zahrnutí těchto moderních metod vyžaduje zejména pochopení samotných fyzikálních mechanismů, na kterých jsou založeny a dále pak znalost moderních postupů a specifických zpracování a rekonstrukcí dat.  |   |             |          |
| <b>QNI-OQC</b>  | <b>Optical quantum computing</b>                          | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| The course covers the basic theoretical methods and concepts for optical quantum computing, complemented by on hands-on exercise and applications using quantum programming libraries, Strawberry Fields and Piquasso. Theoretical concepts include measurement-based quantum computation, Gaussian Boson Sampling, and quantum supremacy. Applications feasible on current and near-term hardware include recent generative and discriminative machine-learning algorithms, as well as molecular vibration simulations.  |   |             |          |
| <b>QNI-OVV</b>  | <b>Optimalizace pro vlnkové výpočty</b>                   | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení nelineární optimalizace, konvexní optimalizace, stochastické optimalizace, optimálního řízení, aplikace pro QC, genetického a evolučního programování, strojového učení, hlubokých neuronových sítí. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.  |   |             |          |
| <b>QNI-PJK</b>  | <b>Programovací jazyky pro kvantové počítače</b>          | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Výpočetní modely pro kvantové počítače: Kvantový Turingův stroj, QRAM, lambda kalkulus s qubity. Vyšší programovací jazyky pro kvantové počítače: imperativní jazyky (Silq), funkcionální jazyky (QML, Quipper). Na cvičení se student seznámí se základy programování ve vyšším programovacím jazyku Silq.   |   |             |          |
| <b>QNI-PNM</b>  | <b>Paralelizace numerických metod</b>                     | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Obsahem předmětu je výklad numerických metod pro řešení matematických modelů se zaměřením na jejich paralelizaci a použití těchto metod v QC. Studenti jsou též seznámeni s moderními trendy v oblasti řešení uvedených úloh.   |   |             |          |
| <b>QNI-PON</b>  | <b>Vybrané partie z optimalizace a numeriky</b>           | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Studenti se seznámí se speciálními optimalizačními problémy, které se objevují v oblasti strojového učení a umělé inteligence a rozšíří si tak základní znalosti spojité optimalizace získané v předchozím studiu. Seznámí se také s detaily implementace řešení těchto problémů na počítači a souvisejícími matematickými koncepty zejména z numerické lineární algebry.   |   |             |          |
| <b>QNI-PPS</b>  | <b>Programování paralelních systémů</b>                   | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| V dnešní době se vícejádrové procesory a GPU akcelerátory staly běžnou součástí výpočetních klastrů a vysoce výkonných výpočetních systémů a proto znalosti a dovednosti týkající se paralelního programování jsou nezbytnou výbavou každého informatika. Cílem předmětu je seznámit studenty s architekturami a s metodami programování paralelních počítačů se sdílenou pamětí, s GPU akcelerátory a s distribuovanou pamětí. pro efektivní využití těchto moderních výpočetních systémů je nezbytné kombinovat techniky paralelizace na všech těchto úrovních. Studenti získají znalosti při různých programovacích modelech, jazyk a prostředí. Seznámí se s fundamentálními paralelními algoritmy a budou schopni analyzovat limitace, efektivnost a škálovatelnost paralelního řešení vybraných problémů na výkonných výpočetních systémech. Vedle nezbytné teorie v přednáškách budou studenti v rámci cvičení získávat praktické zkušenosti a dovednosti s programováním v prostředí OpenMP, CUDA a MPI.  |   |             |          |
| <b>QNI-QC1</b>  | <b>Kvantové výpočty 1</b>                                 | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| Předmět uvádí studenta do základních principů kvantového počítače a ukazuje rozdíl mezi klasickou a kvantovou mechanikou. Kvantové počítače využívá kvantové obvody, které budou demonstrovány v softwarovém nástroji Qiskit. Předmět postupně seznámí studenta s pojmy jako je stav kvantového systému a jeho vizualizace, měření, základní hradla a jejich skládání a tzv. entanglementem. Student bude seznámen s protokoly BB84 a E91 jako demonstrací vlastností kvantových stavů. Předmět se bude dále zabývat i kvantovou teleportací, dotazováním orákula, Deutschovým-Jozsovým algoritmem, kvantovou Fourierovou transformací, algoritmem pro odhad fáze a Shorovým algoritmem.  |   |             |          |
| <b>QNI-QC2</b>  | <b>Kvantové výpočty 2</b>                                 | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| Pokračování Kvantových výpočtů 1 se zaměří na složitější algoritmy a jejich implementace: Groverův algoritmus a jeho aplikace, kvantové algoritmy a řešení problémů lineární algebry, HHL pro řešení soustav lineárních rovnic. Úvod do variálních metod a korekce chyb.  |   |             |          |
| <b>QNI-QEC</b>  | <b>Kvantová korekce chyb</b>                              | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| V předmětu vybudujeme teorii konstrukce kvantových samoopravných kódů. V úvodní části budou shrnuty potřebné kapitoly z klasické teorie, nad níž poté prezentujeme kvantovou obdobu. Ukážeme, jakým způsobem může koherentně uchovaná kvantová informace být odolná vůči ztrátám a šumu. V závěru předmětu dospějeme k principu chybové tolerance, na jehož základě jsou kvantové počítače schopny přiblížit opravovat chyby vzniklé za běžného provozu a dosahovat tak správných výsledků i s chybujícími bity, hradly i měřeními.   |   |             |          |
| <b>QNI-QML</b>  | <b>Kvantové strojové učení</b>                            | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Cílem předmětu je uvést studenty do problematiky kvantového strojového učení. Studenti se nejprve teoreticky i prakticky seznámí s kvantovou reprezentací klasických dat. Dále se v rámci scénáře učení s úkolem budou zabývat především jádrovými metodami, kvantovým SVM modelem a také využitím kvantových variálních metod. V předmětu budou též představeny kvantové neuronové sítě a v rámci scénáře učení bez úkolu také kvantové generativní adversariální modely. Primárním zaměřením předmětu jsou kvantové algoritmy pro klasická data. Na cvičeních se k práci s daty a modely budou využívat knihovny pandas a qiskit pro jazyk Python.  |   |             |          |
| <b>QNI-QOM</b>  | <b>Kvantová optika, metrologie, snímání a zobrazování</b> | <b>Z,ZK</b> | <b>5</b> |
| Studenti jsou seznámeni s úvodem do kvantové teorie světla a souvisejících základních principů s důrazem na praktické aspekty. Získají teoretické a experimentální základy pro vývoj specificky kvantově-mechanických přístupů k metrologii a zobrazování v oblasti kvantové informatiky a komunikací. Mezi konkrétní diskutované problémy patří elementární procesy s fotony (absorpce, emise, stimulovaná emise), interference, provázání, neklasické jevy s fotony, metody potlačování optických aberací a disperze. Jednotlivé techniky jsou vysvětleny teoreticky a také s využitím experimentů, které demonstrují tyto principy v praxi.  |   |             |          |
| <b>QNI-TIN</b>  | <b>Teorie informace</b>                                   | <b>Z,ZK</b> | <b>6</b> |
| Předmět cílí na matematický popis náhodného zdroje zpráv, jeho kódování a přenosu zdroje šumovým kanálem. Úloha kódování je nahrazena pravděpodobnostní, je akcentována souvislost stacionární délky optimálního kódu s entropií a rychlostí entropie náhodného zdroje, v případě šumového kanálu se zaměříme na množinu typických zpráv a její vhodné kódování samoopravnými kódy. Součástí předmětu je i připomenutí potřebných pojmů jako podmíněné rozdělění, testy dobré shody a testy nezávislosti, úvod do náhodných četností.   |   |             |          |

|  |                            |      |   |
|--|----------------------------|------|---|
| QNI-UKT  | Úvod do kvantové teorie    | Z,ZK | 6 |
| <p>P edm t seznamuje studenty se základy kvantové teorie. Jsou vysv tleny základní principy, formalismus a interpretace kvantové teorie na jednoduchých modelech zejména z kone n -rozm rné kvantové mechaniky. D raz je kladen na další využití kvantové teorie pro zpracování a p enos informace. Jsou diskutovány možné fyzikální realizace qubitu, popis složených systém , kvantové provázání a jeho využití. V záv ru kurzu je zmín n popis spojitých kvantových systém v nekone n -rozm rných Hilbertových prostorech, zejména lineární harmonický oscilátor jako popis módu kvantovaného elektromagnetického pole.</p> |                            |      |   |
| QNI-VOT  | Vlákno optické technologie | Z,ZK | 6 |
| <p>Cílem p edm tu je seznámení s mechanismy ší ení optických vln v optických vláknech a vláknových komponentách. Dále pak znalost optické m ící techniky a m ících metod pro charakterizaci optických vláken. Obsahem jsou jak metodiky m ení konstruk ních a p enosových parametr pro optické komunika ní systémy jako jsou numerická apertura, útlum, disperze, tak i m ení základních charakteristik aktivních i pasivních prvk optických komunika ních soustav konektor , spojek, vazebních len , index lomu.</p>  |                            |      |   |

Aktualizace výše uvedených informací naleznete na adrese <http://bilakniha.cvut.cz/cs/FF.html>

Generováno: dne 06.04.2025 v 08:27 hod.