

INFORMATICKÝ (BAKALÁŘSKÝ) STUDIJNÍ PROGRAM ČVUT FEL

JIŘÍ MATAS, FILIP ŽELEZNÝ

{matas,zelezny}@fel.cvut.cz

Verze: 11.11.2007

Cílem dokumentu je (i) navrhnout pravidla pro sestavení infromatického programu ČVUT FEL a (ii) vytvořit jádro tohoto programu aplikací navržených pravidel. Produktem programu bude bakalář, jehož základní infromatické vzdělání je v souladu se standardy kurikula IEEE/ACM a náplní standardních testů GRE. Jádro programu je sestaveno tak, aby absolvent mohl bez problémů nastoupit na infromatický magisterský program kdekoli ve světě, ale přitom dává studentovi možnost si zcela volně vybrat cca 30% absolvovaných předmětů.

Většina pravidel a principů není specifická pro infromatický program a lze je aplikovat na kterýkoli program na ČVUT FEL. Domníváme se, že by to bylo přínosné.

*Uvědomujeme si, že některá doporučení tohoto dokumentu nemusí být v souladu se současným zněním vysokoškolského zákona. Tato doporučení samozřejmě nelze za současného stavu implementovat. Ale z dokumentu je nevyřazujeme a chápeme je jako otevření díky o návrzích na změnu vysokoškolského zákona. Doporučení tohoto typu jsou na okraji označena **VŠ?!**. Najde-li čtenář neoznačené doporučení, o kterém se domnívá, že není v souladu se zákonem, oceníme, bude-li nás o tom informovat.*

1.	Principy.....	3
1.1	Nepřespecializovat absolventa	3
1.2	Minimální počet povinných předmětů	3
1.3	Nepřespecializovat povinné předměty.....	4
1.4	Celkově méně vyžadovaných předmětů.....	4
1.5	Znalost, která nestárne. Učme to, co učíme lépe než praxe.	4
1.6	System garantů předmětů.	4
1.7	Malý počet povinných předmětů a ekonomická efektivnost výuky	4
1.8	Testování znalostí a kvality výuky podle standardních metod.	5
1.9	Možnost vypisování (povinných) předmětů každý semestr.....	5
1.10	Zamezit studiu na spodní hranici známky 3.	5
1.11	Zkoušky z předmětů	6
1.12	Bakaláře cvičí také magisterští studenti, nesníží-li to kvalitu výuky.	6
1.13	K otázce souhrnných (bakalářských, magisterských, jazykových, ...) zkoušek	6
2.	Předměty, obory a okruhy	7
2.1	Předměty	7
2.2	Návaznost předmětů	7
2.3	Obory.....	7
2.4	Okruhy	8
2.5	Vznik a zánik oborů a okruhů.....	8
3.	Sestavení společných povinných předmětů.....	9
3.1	Zařazení mezi společné povinné předměty	9
3.2	Příklad sestavy společných povinných předmětů.....	9
4.	Sestavení oborových předmětů	12
4.1	Co musí splňovat obor?	12
4.2	K výběru oborových předmětů	12
4.3	Příklad sestavy předmětů oboru „Kybernetika“	12
	Reference	13
	Seznam ZMĚN.....	13

1. PRINCIPY

Jejich aplikace zařídí, že při rozhodování o programu bude cílem kvalita výuky.

1.1 Nepřespecializovat absolventa

Studenti se na FEL nyní učí velmi specializované předměty, i když jejich uplatnění v praxi je velmi různorodé, nepříliš svázané s oborem, který studovali. Navrhujeme definovat jádro programu a ve zbytku nechat studentům volnost volit předměty dle kvality, spíše než podle slučitelnosti se pevně zvoleným oborem či zaměřením. Konkrétně bude povinná část bakalářského inženýrského programu tvořena maximálně 16-17 předměty¹ (tj. ne více než průměrně 3 předměty na semestr), reprezentující nezbytnou znalost v oboru, kterou program zaručí u každého absolventa.

Princip „nepřespecializovat“ nevylučuje možnost studovat vybranou látku do hloubky prostřednictvím vícesemestrálních předmětů, jejichž specializovaná podmnožina bude volitelná (viz dále).

Výhody:

- Malá skupina povinných předmětů přirozeně řeší těžkou otázku výběru mezi „prakticky zaměřeným, masovým bakalářským programem“ a „efektivní teoretickou přípravou pro prestižní magisterské studium“. Bližší vysvětlení v poznámkách 5 a 6 pod tabulkou v části 3.
- Malá skupina „velkých“ předmětů (povinných pro všechny studenty programu) vede k vysoké efektivitě výuky a snadné organizaci vč. rozvrhování. Při vysokých počtech studentů na předmět se tatáž přednáška může konat několikrát v jednom týdnu, potenciálně s různými přednášejícími, v jiné době, v jiném jazyce.

Cílem programu je oslovit celý rozsah zájemců o kvalitní inženýrské studium, včetně těch, kteří v současnosti volí jiné školy, např. MFF, FJFI či FIT. Po konzultacích s odborníky z několika kateder jsme dospěli k závěru, že v takto širokém spektru zahrnující jak např. studenty se zájmy na rozhraní elektrotechniky, elektroniky či telekomunikací a informatiky, tak studenty se zájmem o matematiku a informatiku nebo čistou informatiku, že není možné, aby celý soubor 16-17 povinných předmětů byl totožný pro všechny studenty programu. Společné jádro má 12 předmětů, které budou studovat všichni studenti programu. Program proto **má obory a okruhy**. Koncept oboru i specializací je ovšem velmi odlišný od současného na FEL a je podrobně popsán v kapitole 2. Doporučujeme tuto kapitolu číst až po prostudování kapitoly 1. Nové pojetí oboru a okruhu je z velké části důsledkem aplikace principů popsaných v této kapitole.

1.2 Minimální počet povinných předmětů

Protože návrh umožňuje studentům zcela svobodný výběr nepovinných předmětů, povinná část musí sama o sobě zaručit nezbytné minimum znalostí pro udělení titulu bakalář. Proto nelze počet povinných předmětů příliš redukovat. Dle našeho názoru by povinné předměty měly tvořit alespoň polovinu vyžadovaného počtu absolvovaných předmětů.

¹ Počet povinných předmětů je omezen při tomto přístupu i zdola, viz 1.2.

1.3 Nepřespecializovat povinné předměty

Každý povinný předmět bude mít jednotně stanovený obsah, i když může být učen paralelně několika lidmi, kteří mohou dávat důraz (čas) na jiná témata. Zkouška je však stejná, dohodnutá všemi přednášejícími. Cílem je zbavit se předmětů typu „Statistika pro X“ a mít jednu, za to co nejkvalitnější variantu kurzu „Statistika“ (Elektronika, Programování, ...).

1.4 Celkově méně vyžadovaných předmětů

Body 1.1 a 1.2 předpokládají, že 16-18 povinných předmětů bude náročných, s důkladnou kontrolou kvality. Aby je student mohl kvalitně absolvovat, je třeba, aby nebyl zahlcen příliš velkým množstvím dalších (i když třeba méně náročných) předmětů. Doporučujeme tedy v bakalářském programu vedle povinných předmětů požadovat absolvování max. 10 nepovinných.

1.5 Znalost, která nestárne. Učme to, co učíme lépe než praxe.

Při výběru předmětů v povinné části vybíráme látku, která má šanci být použitelná (třeba ve zobecněné podobě) dalších cca 20 let. Je mnoho dovedností, které jsou v praxi důležité, ale které praxe naučí lépe a rychleji než škola (např. seznámení s určitým velmi užitečným softwarovým produktem). Tyto dovednosti nejsou pokryty povinnými předměty, ale mohou tvořit obsah volitelných předmětů.

1.6 Systém garantů předmětů.

Garant předmětu odpovídá za kvalitu výuky radě programu a vybírá cvičící. Na výuce v předmětu se mohou podílet cvičící z více kateder, čímž se zvýší integrace, otupí rivalita, omezí antagonistické ekonomické vztahy a umožní se srovnání.

Systém garantů si asi vyžádá mnoho změn v organizaci výuky na FEL. Například bude nutné vyjasnit pravidla pro určení spravedlivé zátěže pro jednotlivé učitele (vedení doktorandů, vedení projektu, zástávání nějaké administrativní funkce apod. budou mít vliv na tento výpočet) a pravidla pro konsolidaci požadavků – garant musí mít organizačně zajištěno, že cvičící vyhovující kvality získá.

Např. v tuto chvíli je zátěž učitele na každé katedře jiná, dle toho, kolik se např. podařilo katedře vybojovat povinných předmětů. Rozdělení práce v rámci katedry se řeší ad hoc a kvalita a spravedlivost řešení záleží na osvícenosti vedoucího katedry (cílem jsou jasná pravidla, které zajistí spravedlivý proces nezávislý na subjektivních faktorech).

Nyní je také např. možné, že si některé katedry stěžují, že nestíhají přijaté studenty odučit (problém principiálně lehce řešitelný zavedením patřičně náročných přijímacích zkoušek) a jiné, že nemají koho učit. Některé katedry tvrdí, že se jim výuka nevyplatí, jiné by jí chtěly co nejvíce, protože na ni vydělávají (a díky podivným pravidlům plateb za výuku je dokonce možné, že se všichni chovají racionálně).

Tyto faktory, některé ekonomické, některé organizačně-technické, mohou výrazně ovlivnit kvalitu výukového procesu. Pokud se podaří správně vyřešit problém „co učit“, začíná být pro kvalitu výuky rozhodující „kdo učí“. Zmíněné faktory nicméně nejsou nikterak specifické pro program Informatického bakaláře a v tuto chvíli je nebudeme dále rozebírat.

1.7 Malý počet povinných předmětů a ekonomická efektivnost výuky

Jelikož volitelné předměty nejsou povinné pro nikoho, je možné jejich otevření řídit na základě ekonomické efektivity výuky. Jak garant, tak rada programu může například požadovat, že se volitelný předmět otevře jen v případě, že počet zájemců překročí práh (např. 2 nebo 3 kroužky).

1.8 Testování znalostí a kvality výuky podle standardních metod.

Kde je to možné, sestavovat státní zkoušky podle uznávaných testů typu [GRE Computer Science](#) či [TOEFL](#) u angličtiny. Důsledek: kvalita absolventa bude čitelná celosvětově a FEL dostane jasnou zpětnou vazbu a možnost srovnání. Náplň povinných předmětů pak musí odrážet to, co je v testech.

Výhoda: studentům umožní snadněji pokračovat ve studiu na zahraničních univerzitách. Futuristický výhled: částí státnic je certifikovaný test GRE uznatelný na zahraničních školách. Písemka typu GRE testuje základní znalost, je efektivní – píše ji mnoho studentů najednou. Státní zkouška může mít i ústní část, např. pro studenty, kteří aspirují na vyznamenání (nepředpokládáme, že by někdo, kdo napíše úspěšně písemku, nezískal titul).

1.9 Možnost vypisování (povinných) předmětů každý semestr.

Výhody:

- po nemoci nebo neúspěchu u zkoušky si může student bez prodlevy znovu zapsat předmět, aniž by zapomněl již nabytou znalost.
- Pravidlo umožní absolvovat bez problémů semestrální studijní pobyt v zahraničí.

Jelikož povinné předměty jsou „velké“ (např. společné povinné předměty absolvují všichni studenti programu) a obtížné, lze očekávat, že v obou semestrech bude dostatečný počet posluchačů pro ekonomicky efektivní výukový proces.

Podobně lze uvažovat i u volitelných předmětů, o které je velký zájem a které mají kapacitní problémy.

1.10 Zamezit studiu na spodní hranici známky 3.

Znalost odpovídající spodní hranici známky 3 je typicky jen zlomkem vědomostí nutných k získání známky 1 i 2. Platí to obzvlášť u studentů, kteří v 1. termínu zkoušejí, zda projdou s minimem znalosti – hrají na náhodu, že zkouška se trefí do oblasti, kde ještě něco vědí. Jakkékoli mechanismy, které odradí studenty procházet se známkou 3, mohou mít velký dopad na průměrnou kvalitu absolventa. Navíc snižují pravděpodobnost potřeby zkoušku opakovat, což zvyšuje efektivitu výuky. Navrhujeme proto:

1. **Dát lepším studentům přednost při sestavování rozvrhu.** Možná varianta: student se může zapisovat do rozvrhu od chvíle, kdy získá ve zkouškovém období 4 body. Za známky 1 a 2 v povinném předmětu získává student 2, respektive 1 bod. Za známku 1 ve volitelném předmětu získává 1 bod. Pokud student 4 body nezíská, zapisuje se až ve chvíli, kdy se mohou zapisovat všichni. Poznámka: současné pravidlo, kdy student má právo si tvořit rozvhy jakmile složí zkoušku z X předmětů, má přesně opačný účinek; vede ke snaze složit zkoušky v jakékoli kvalitě, hlavně rychle. Mít možnost si zapsat mezi prvními do rozvrhu má silný motivační účinek, neboť často umožní vytvořit volný den, či vhodný časový prostor pro placené zaměstnání.
2. **Pro absolvování programu musí student mít alespoň 50% povinných předmětů hodnoceno lépe než 3.** Pokud tuto podmínku student nesplňuje, opakuje na vlastní náklady předměty, které si sám zvolí. Jinou možností, jak zamezit soustavnému studiu na dolní hranici známky 3, je požadovat, aby student dosáhl u povinných předmětů určitého minimálního průměru. Podobný princip je uplatňován na VŠ ve Velké Británii, kde úspěšnost studenta v předmětu je určena procentuálně. K získání titulu je nutná jistá průměrná procentuální úspěšnost. Navíc průměrné procento úspěšnosti určuje „třídu“ titulu, který student obdrží (v ČR v současnosti existují je dvě „třídy“ titulu: prospěl, prospěl s vyznamenáním).
Uvědomujeme si, že pravidlo vyžaduje změny VŠ zákona – při implementaci tohoto programu nemusí být implementováno či může počkat.

VŠ?!

1.11 Zkoušky z předmětů

Doporučujeme, aby základem zkoušky (zejména u velkých předmětů) byla jednotná písemka, kterou všichni studenti předmětu píšou ve stejnou dobu. Tento způsob zkoušení, obvyklý v USA a Velké Británii, má minimálně dvě velké výhody: (i) je spravedlivý, neboť test je stejně těžký pro všechny a (ii) je velmi efektivní, neboť je nutné připravit jen jednu písemku. Zda je nutná ústní zkouška či kdo ji musí absolvovat, definuje garant předmětu. Další výhodou je vznik statistických dat umožňujících srovnání kvality výuky cvičících, případně paralelních přednášejících a sledování časových trendů kvality.

U předmětů stanoví garanti veřejné podmínky absolvování včetně časového rozvrhu a typového obsahu semestrálních prací a testů, typových příkladů a otázek zkoušky, prahů hodnocení a možné absence na cvičeních. Tyto podmínky by měly být stabilní. Výhodou je opět možnost statistické analýzy vlivu těchto podmínek (např. počtu a časového rozvržení průběžných testů) na průměrnou úspěšnost u zkoušky.

1.12 Bakaláře cvičí také magisterští studenti, nesníží-li to kvalitu výuky.

Využívání výborných magisterských studentů při výuce (samozřejmě na základě dobrovolnosti) zvyšuje kapacitu a flexibilitu objemu výuky, je efektivní a dává magisterským studentům možnost pedagogické praxe a výdělků. V některých cvičeních, například tam, kde je důležitá vlastní zkušenost se cvičením, může být magisterský student vhodnějším cvičícím než asistent. Jelikož škola nemůže konkurovat komerční sféře v hodinové mzdě, doporučujeme podpořit tuto možnost (tam, kde to je vhodné) i jinými prostředky: např. oceněním pedagogické praxe kredity nebo např. předností při zápisování do rozvrhu, výběru koleje či zahraničního pobytu. Jak garant předmětu tak rada programu zodpovídá za to, že tato možnost nebude nevhodně využita (zneužívána k neopodstatněnému snížení pedagogické zátěže asistentů) a že vyučovat budou pouze vhodní studenti (s odpovídajícími znalostmi, s pedagogickým talentem, se zájmem).

1.13 K otázce souhrnných (bakalářských, magisterských, jazykových, ...) zkoušek

Argumenty používané jako důvod pro zrušení souhrnných zkoušek typu „Proč zkoušet něco, z čeho už byli studenti jednou zkoušeni“ považujeme za chybné, neboť jsou založeny na zjevně nepravdivé premise „co člověk jednou věděl, ví už navždy“. Význam souhrnných zkoušek vidíme v tom, že se na ně lze těžko připravovat metodou biflování na poslední chvíli, které vede k učení „rychle nabyl, rychle pozbyl“.

Jak ukazují zkušenosti v medicíně, oboru, kde zajištění minimálního standardu u všech absolventů je životně důležité, je opakované prověřování a prohlubování klíčových znalostí cestou, jak znalost udržet dlouhodobě.

Konkrétně u bakalářské zkoušky navrhuje:

Obsah. Při zkoušce se mohou pouze ověřovat znalosti pokryté společnými povinnými předměty a nejvíce čtyřmi oborovými předměty, které student absolvoval. To je důsledkem principu, že žádné předpisy související s programem nemohou přímo ani nepřímo nutit studenty získávat znalost (chodit na předměty), které nejsou povinné.

Efektivita současné formy zkoušek s X členy komise ($X > 5$?) trvajících okolo hodiny je nízká (*autoři rádi uslyší jakékoli návrhy na možné formy*).

2. PŘEDMĚTY, OBORY A OKRUHY

Tato kapitola zavádí kategorie předmětů a popisuje pojmy **obor a okruh**. Tyto koncepty jsou odlišné oproti současnému pojetí na FEL.

2.1 Předměty

Předměty rozlišujeme na *povinné* a *volitelné*. Povinné předměty se dělí na *společné* a *oborové*. Kterýkoli předmět vyučovaný na FEL (ČVUT, případně i jiných školách) si lze vybrat jako volitelný.

Pro získání titulu bakalář musí student absolvovat všechny společné povinné předměty, získat určitý počet kreditů za předměty oborové (viz 2.3) a určitý počet kreditů za předměty volitelné (viz 1.4).

Zatímco společné povinné předměty by měly být otevírány s dostatečnou kapacitou pro všechny zájemce, potenciálně i každý semestr (viz 1.9), otevření předmětů oborových a volitelných v daném semestru bude podléhat ekonomickým a organizačním podmínkám. Bude možno například požadovat minimální počet zapsaných studentů (viz 1.7).

2.2 Návaznost předmětů

Prerekvizitou může být pouze společný povinný předmět. Mimo prerekvizity může garant předmětu stanovit další *předpoklady předmětu* jako souhrn znalostí, které jsou nezbytné pro pochopení obsahu a složení zkoušky z předmětu, ale nejsou v předmětu vykládány. Zájem o předmět nezpůsobí nutnost absolvování dalšího předmětu, ať už volitelného či oborového. Doporučené znalosti si student může průběžně doplnit samostatně dle potřeby.

2.3 Obory

Každý oborový předmět náleží do jednoho *oboru*. Obory by měly vystihovat jak významné vlastní kategorie informatiky, např. „softwarové inženýrství“, tak partie hraničící s jinými relevantními oblastmi, např. „kybernetika“. Obory by si měly zachovat dostatečnou obecnost (v souladu s 1.1) a být například obecnější než obory magisterské.

Studenti se do oborů nezapisují. Absolvent programu je zároveň absolventem oboru, pokud složil zkoušky ze všech předmětů tohoto oboru. Přípustná je i možnost absolvování programu bez absolvování oboru, neboť student může získat požadované kredity za oborové předměty kombinací předmětů různých oborů.

Stejně tak je možné uvažovat, zda neumožnit studentům absolvovat informatický program ve více oborech. V tomto případě by student skládal státní zkoušky z oborových předmětů všech oborů, ve kterých chce získat titul.

Počet předmětů jednoho oboru je omezen zdola i shora:

- Zdola rozdílem mezi minimálním počtem všech povinných předmětů (16 až 17) a maximální nalezenou sadou společných 12 povinných předmětů (viz 1.1 a 1.2).
- Shora z následujícího důvodu. Absolvent může chtít pokračovat v magisterském oboru vyžadujícím znalosti z předmětů určitého bakalářského oboru, který neabsolvoval. V případě maximálně pěti oborových předmětů si student může potřebné znalosti doplnit během prvního semestru magisterského studia.

Doporučujeme tedy, aby každý obor obsahoval 4-5 předmětů. Tomuto počtu by též měl odpovídat počet kreditů vyžadovaných za oborové předměty pro absolvování programu. Jinými slovy, student může získat vyžadované oborové kredity absolvováním právě jednoho oboru.

Výhody navrhovaného pojetí oborů. V současném stavu obor nutí studenta se rozhodnout pro jistou skupinu předmětů poměrně velmi záhy. Díky systému složitých omezení (povinné předměty oboru, nucený výběr z malých množin povinně volitelných, sady prerekvizit těchto a jiných předmětů) si jedním rozhodnutím vybírá velký balík předmětů. Typicky se musí smířit s tím, že kvůli tomu, co se mu na oboru líbí, musí absolvovat řadu předmětů, o jejichž vhodnosti či hodnotě (např. na základě informací předchůdců) pochybuje.

Pozdější změna je administrativně náročná (někdy nemožná) a může vyžadovat doplnění různých prerekvizit. Jakmile je student na oboru, je „lapan“ a zpětná vazba od studentů, která by nutila vedoucí kateder (až na výjimky jsou obory a katedry těsně svázány) k odstranění slabých předmětů či řešení problémů s výukou, nefunguje. V navrhovaném modelu, v němž student není s žádným oborem formálně svázán, si student může vybrat z nabídky každé katedry to nejlepší nebo studovat skoro podle osnov nějakého současného oboru, a přitom se vyhýbat špatným předmětům. Student nespokojený s výukou v určitém oboru může kdykoliv bez změnit své rozhodnutí tento obor absolvovat. Varianta, kdy si student vybírá první volitelné předměty z množiny oborových předmětů, aby mohl dokončit obor podle zkušeností s těmito předměty, má několik výhod. Garanty nutí udržovat oborové předměty v co nejlepším stavu, chce-li u oboru studenty udržet. Pro studenta je naopak dobré „nakouknout“ do několika oborů (v těchto předmětech se navíc předává ještě poměrně obecná, t.j. trvanlivá znalost).

Protože v navrženém modelu není student formálně přiřazen k žádnému oboru, neexistuje pravidlo přednosti „oborových“ studentů při zápise do předmětů s kapacitním omezením. To je nahrazeno pravidlem přednosti studentů s lepším prospěchem, které považujeme za vhodnější a motivující (viz 1.10).

2.4 Okruhy

Okruhem rozumíme soubor *volitelných* předmětů, které vystihují ucelenou část informatiky či její hranici s jinými oblastmi. Okruhy jsou tedy obdobou oborů v rámci volitelných předmětů. Narozdíl od oborů ale mají jen charakter nezávazného doporučení skupiny souvisejících nepovinných předmětů a jejich vhodného sledu. *Okruhy nejsou dalším „rozlámáním“ oborů*, které považujeme za velmi nevhodné (pravidlo „nepřespecifikovat“). Termín *okruh* používáme i proto, abychom pojem odlišili od současných zaměření.

Okruh vede studenta určitého zájmu; může být tvořena jako rozšíření oboru, ale může být též na oborech nezávislá. Okruhy studenta informatiky mohou být například:

- „Po bakaláři nepokračuji na magistra“ - v okruhu je řada praktických předmětů.
- „Zajímám se o vědu a výzkum“ – ve specializaci jsou matematické předměty.
- „Zajímají mě aplikace v přírodních vědách“ – zařadí fyziku, možná další předměty mimo FEL.
- „Informatik - programátor“ – softwarové inženýrství, paralelní algoritmy, ...
- „Zajímá mě mobilní robotika“ – mechanika, robotika, elektronika, ...

2.5 Vznik a zánik oborů a okruhů

Pro umožnění kontroly kvality výuky povinných předmětů doporučujeme zavést poměrně malé množství oborů (např. 5). Důvodem ke **zrušení** oboru bude dlouhodobě malý zájem studentů. Obor může naopak **vzniknout** z dlouhodobě stabilního a navštěvovaného okruhu při reakreditaci.

Vznik okruhu, jakožto nezávazného doporučení, nebude nijak omezován, kvůli přehlednosti bude rada programu shlukovat téměř totožné okruhy, např. lišící se jen jedním či dvěma předměty. Očekáváme, že okruhy budou zejména dodávat katedry.

3. SESTAVENÍ SPOLEČNÝCH POVINNÝCH PŘEDMĚTŮ

3.1 Zařazení mezi společné povinné předměty

Pro zařazení do společné povinné osnovy se předměty hodnotí dle těchto měřítek:

- A. (postačující podmínka) Obsah předmětu je nezbytnou znalostí absolventa informatiky.
- B. (postačující podmínka) Předmět je předpokladem jiného společného povinného předmětu.
- C. (pomocné kritérium) Předmět je předpokladem mnoha oborových či nepovinných předmětů.
- D. (pomocné kritérium) Předmět (jeho obsah i název) je atraktivní pro studenty.

Dalším požadavkem pro sestavení společné povinné osnovy je vyváženost předmětů mezi kategoriemi matematika, software a hardware.

3.2 Příklad sestavy společných povinných předmětů

Matematika Software Hardware

#	S	Předmět/Obsah	Navazuje na	Důvod	Knihy
1	1	Matematická analýza Diferenciální a integrální počet.		B	
2		Logika a kombinatorika výroková, predikátová		B	
3		Programování a Algoritmizace I Datové a řídicí struktury, základní algoritmy např. sort, search.		A,B	[SEC] Sedgewick.
4		Architektura počítačů I logické obvody, kombinační a sekvenční obvody, mikroprocesor, hierarchie paměti		A,B	
5	2	Lineární algebra		B	
6		Numerické metody Vybrané kapitoly z vynikající knihy NR, cíl: napojení algebry, analýzy na programování.	Matematická analýza Programování a Algoritmizace I	B,C	[PTVF] Press et al.
7		Programování a Algoritmizace II Objektové programování, Java	Programování a Algoritmizace I	A	[SEJ] Sedgewick +Učebnice OO-doplinit
8		Architektura počítačů II	Architektura počítačů I	A	
9	3	Teor. Informatika (diskrétní matematika) grafy, složitost, algebraické struktury	Logika a kombinatorika	B	[HD] Harel, Feldman [NM] Nešetřil, Matoušek. [DE] Deml.
10		Pravděpodobnost a statistika základy, Bayes, testování hypotéz	Matematická analýza Logika a kombinatorika	B	[PA] Papoulis.
11	4	Optimalizace Lineární, kvadratické, dynamické programování, grad. Metody, rozdíl mezi parametrickými a variačními metodami. Vedlejší cíl: ukázat aplikaci algebry a analýzy na množství reálných problémů	Lineární algebra Matematická analýza Numerické metody Pravděpodobnost a statistika	A,C	[BV] Boyd, Vandenberghe. (část) [KV] Korte, Vygen
12	5	Softwarové systémy Operační systémy a počítačové sítě, distribuované systémy, překladače, databáze ... ?	Programování a Algoritmizace I	A	

Poznámky

1. **K rovnováze matematiky a informatický předmětů.** Rozsah matematiky se zdá být velký v poměru k informatice, porovnáme-li návrh se standardním kurikulem IEEE/ACM nebo s kategoriickým rozdělením GRE témat. Je třeba si uvědomit, že povinné předměty tvoří méně než 2/3 studijního

programu. Drtivá většina studentů si bude vybírat volitelné předměty z kategorií „ostatní“, „software“ a „hardware“, čímž se podíl matematiky dostane na standardní úroveň.

2. **K volbě knih.** Uvedené učebnice jsou standardními uznávanými knihami ve svých vyšších vydáních, často dostupné online, s knihami příkladů, dostupnými materiály na WWW, implementacemi algoritmů. Samozřejmě i skripta FEL mohou být základním studijním materiálem, pokud pro daný předmět taková vhodná skripta existují.
3. **Ke vztahu k současnému STM.** Tento dokument byl konzultován s katedrou počítačů a není příliš vzdálený od její představy budoucího inženýrského programu.
4. **K absenci Fyziky (Obvodů, Pole, atd.).** Navržený program neimplikuje, že by tyto předměty nebyly cenné, pouze to, že nebudou vyžadovány povinně. Tyto předměty nenutíme tomu, kdo je nechce, ale očekáváme, že tyto předměty budou *doporučeními* u mnohých povinných předmětů (zde např. Modelování a řízení systémů, Architektura počítačů). Inženýrský bakalář bez těchto předmětů může absolvovat (lze lehce doložit na jiných univerzitách) a tyto předměty tedy nesplňují podmínku A. Tabulka ukazuje, že nesplňují ani podmínku B.
5. **K možnostem bakalářů, kteří *chtějí* pokračovat v magisterském studiu.** Navržená skladba povinných předmětů dává dostatečný teoretický základ pro efektivní pokračování v magisterském studiu.
6. **K možnostem bakalářů, kteří *nechtějí* pokračovat v magisterském studiu,** tj. „není skladba povinných předmětů *příliš* teoretická?“ Princip relativně malého jádra povinných předmětů dává studentovi svobodu sestavit si doplněk třeba i výhradně prakticky zaměřených nepovinných předmětů dle vlastního výběru.
7. **K názvu předmětu „Programování a algoritmizace“.** Název naznačuje, že se jedná o jeden z předmětů, kde se bude (nepřímo) učit programování. Slovo programování je v názvu určeno studentům, dokumentuje, že se je budeme snažit naučit programovat. Rozhodně neznámá, že se v předmětu bude přednášet, jak zapsat for cyklus v jazyce X. Alternativou názvu je klasické „Algoritmy a datové struktury“.
8. **K výuce programování.** Schopnost dobře a efektivně programovat je pro absolventa velkou výhodou. Nedomníváme se, že této schopnosti se lze naučit zařazením předmětů „Programování I (II, III, IV)“. Studenta nenaučíme psát dobré články, prezentovat své výsledky či hrát fotbal tím, že mu vyložíme soubor pravidel, jak to má dělat. Domníváme se, že s programováním je to obdobné – je to dovednost, která se zdokonaluje praxí, reflexí nad praxí, porovnáváním svých výstupů s jinými, nejlépe pod odborným vedením. Získání potřebných zkušeností chceme studentovi umožnit tak, že na cvičeních mnoha předmětů bude implementovat a testovat algoritmy, které byly představeny na přednáškách. Mezi tyto předměty patří minimálně Algoritmy I a II, Softwarové systémy I a II a Numerické metody.
9. **K volbě programovacích jazyků.** V prvním semestru (předmět Algoritmy I) se student naučí implementovat algoritmus v nějakém procedurálním jazyce. Volba není důležitá, základní řídicí struktury jsou ve všech procedurálních jazycích téměř identické. V návrhu jsou zatím uvedeny jazyky C (1. semestr) a Java (3. semestr). Jazyk C vidíme jako nejjednodušší strojově nezávislý jazyk, který má následující výhodné vlastnosti: (i) syntax i názvy knihovnických funkcí mnoha moderních jazyků z něj vycházejí a (ii) je velmi transparentní, skoro nic se neděje programátorovi „za zády“, což je pedagogické. Java je jedním nejrozšířenějších jazyků, umožňují efektivní a přenositelnou tvorbu programů.

V předmětech Algoritmy II a Softwarové systémy se již mohou vyžadovat rozsáhlejší projekty, kde se studenti naučí definovat vlastní datové struktury a seznámí se objektivně orientovaným

programováním, přirozenou volbou se zdá jazyk Java. Jazyky typu Prolog a Lisp nepatří do povinné části výuky (do znalosti, kterou musí mít každý absolvent programu). Viz dále poznámku pod tabulkou v oddíle 4.3.

10. **Výuka angličtiny.** Angličtina je nutná pro odbornou praxi. Předpokládáme, že nepozději ve druhém ročníku bude student schopen bez omezení studovat ze zdrojů v angličtině (ref. bod 5 a rostoucí význam zdrojů typu Wikipedia). Předpokládáme, že student projde několik předmětů v angličtině (všechny povinné předměty budou existovat i v české verzi). Například v bakalářském studiu jeden, v magisterském 2-4. Kurzy angličtiny budou nepovinné – student se na povinnou zkoušku připravuje dle svého uvážení. Jako zkoušku doporučujeme uznat některé externí testy (např. dosažení určitého počtu bodů *TOEFL*, viz bod 1.6). Za ideální považujeme, aby znalost angličtiny byla prokazována pouze tímto externím testem.

V návrhu se snažíme umožnit studium v zahraničí po dobu alespoň jednoho semestru, viz 1.9.

11. **Vazba matematických a aplikovaných aspektů předmětu.** Modročervené předměty garantuje jeden matematik + jeden nematematik. Cílem je provázat přechod z matematických do aplikovaných problémů, včetně terminologie. Navíc s vedlejším kladným efektem spolupráce kateder.
12. **Neměla by být mezi povinnými předměty ještě semestrální práce či projekt?** Bakalářská práce je poměrně velkým projektem. Prakticky zaměřený student si další projekt, kromě bakalářské práce může zapsat jako jeden z volitelných předmětů.

4. SESTAVENÍ OBOROVÝCH PŘEDMĚTŮ

4.1 Co musí splňovat obor?

Jako základní vlastnosti oboru vidíme:

1. Obor musí definovat (condicio sine qua non) 4-5 dostatečně nosných předmětů, aby spolu s 12 povinnými předměty programu vznikla množina, za kterou lze udělit titul bakalář.
2. Obor by se neměl překrývat s jiným oborem více jak 1-2 oborovými předměty (jinak skoro jistě lze najít 5 předmětů, které oba obory sloučí).
3. O obor musí být dostatečný zájem mezi studenty FEL.
4. Škola musí volit atraktivní obory, které jsou přitažlivé (i názvem, nejen obsahem) pro středoškoláky, a to nejen v ČR.
5. Rada programu musí být přesvědčena, že na škole je dostatečná odborná způsobilost a zázemí pro výuku daného oboru, což je důležitým předpokladem pro kvalitní výuku a tedy spokojenost studentů a následně reputaci školy.

V dalších letech běhu programu počítáme s tím, že obory budou vznikat z úspěšných okruhů (viz 2.5) a nahrazovat obory neúspěšné.

4.2 K výběru oborových předmětů

Pro počáteční zařazení do oborových osnov se předměty hodnotí dle těchto měřítek:

- A. (postačující podmínka) Obsah předmětu je nezbytnou znalostí absolventa oboru.
- B. (postačující podmínka) Předmět je předpokladem jiného oborového předmětu.
- C. (pomocné kritérium) Předmět je předpokladem mnoha nepovinných předmětů.
- D. (pomocné kritérium) Předmět (jeho obsah i název) je atraktivní pro studenty (nutno zjistit anketou).

4.3 Příklad sestavy předmětů oboru „Kybernetika“

#	S	Předmět/Obsah	Navazuje na	Dův.	Kniha
1	4	Zpracování signálů Komplexní čísla? Fourier, Laplace, Z transformace, linear systems	Matematická analýza Lineární algebra	B	[PM] Proakis, Manolakis:
2		Telekomunikace a přenos informace Informace a její přenos, entropie, kódování.	Pravděpodobnost a statistika	A	
3	5	Modelování a řízení systémů Regulace a řízení, modelování fyzikálních systémů	Zpracování signálů	A	
4		Strojové učení a rozhodování	Pravděpodobnost a statistika Optimalizace	A	[DH] Duda, Hart [MI] Mitchell
5	?		?	?	?

Poznámka:

- V předmětech Zpracování signálů je vhodné představit MATLAB, ve kterém lze implementovat mnoho numerických metod velmi rychle.

REFERENCE

- [BV] Boyd, Vandenberghe: Convex Optimization
[DE] Deml. Grafy.
[DH] Duda, Hart: Pattern Recognition
[HD] Harel D., Feldman Y.: Algorithmics. The Spirit of Computing. 3rd ed. 2004;
[KV] Korte, Vygen: Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms. Springer, 3rd ed., 2006, <http://www.or.uni-bonn.de/home/vygen/co.html>
[MI] Mitchell: Machine Learning
[NM] Nešetřil, Matoušek: Kapitoly z diskrétní matematiky (existuje i anglická verze)
[PA] Papoulis: Probability, Random processes
[PTVF] Press et al. Numerical recipes in C/C++
[PM] Proakis, Manolakis: Digital Signal Processing
[SEC] Sedgewick: Algorithms in C, parts 1,2, ...
[SEJ] Sedgewick: Algorithms in Java parts 4,5

SEZNAM ZMĚN

Změny od verze 11.8.2007:

- Přidán odstavec na 1. straně o souladu s VŠ zákonem.
- Přidána sekce „Co musí splňovat obor“.

Změny od verze 23.8.2007 :

- Pojem „specializace“ změněn na „okruh“.
- Opraveny/doplněny oddíly 1.6, 1.10, 1.11, 1.12., 1.13.
- Opravena poznámka „výuka angličtiny“.

Změny od verze 12.9.2007

- Vypuštěn odstavec o historii tohoto dokumentu
- Opraveny překlepy dle návrhů prof. Hlaváče z 26.9.2007