

Zpráva o aktuálním stavu výuky na jednotlivých VŠ

„BIM EDU Report“



2. vydání

Název dokumentu: ČAS-P05-V33a-E3-R02_021_Zpráva o aktuálním stavu výuky na jednotlivých VŠ

© Agentura ČAS 2022

Tento dokument může být bezplatně šířen v jakémkoliv formátu nebo na jakémkoliv nosiči bez zvláštního povolení, pokud nebude šířen za účelem zisku ani materiálního nebo finančního obohacení. Musí být reprodukován přesně a nesmí být použit v zavádějícím kontextu. Bude-li tento dokument znovu vydáván, musí být uveden jeho zdroj a datum zveřejnění. Všechny obrázky, grafy a tabulky mohou být použity bez povolení, pokud bude uveden zdroj.

OBSAH

PŘEDMLUVA	4
I ÚVOD A ZÁKLADNÍ INFORMACE	
1 ÚVOD.....	5
1.1 Zkoumané instituce.....	6
2 STRUKTURA ZPRÁVY	7
2.1 Podrobnost medailonků	7
2.2 Specifika studijních programů.....	8
2.2.1 STRUKTUROVANÉ STUDIUM	8
2.2.2 OBORY A SPECIALIZACE.....	8
2.2.3 MEZIFAKULTNÍ STUDIJNÍ PROGRAMY	8
2.2.4 DOKTORSKÉ STUDIUM	8
3 BIM VE VZDĚLÁVACÍM SYSTÉMU V ČR	9
3.1 Role BIM ve vzdělávacím systému ČR.....	9
3.2 Shrnutí současného stavu.....	9
3.2.1 SEKUNDÁRNÍ VZDĚLÁNÍ	10
3.2.2 TERCIÁRNÍ VZDĚLÁNÍ	11
3.2.3 CELOŽIVOTNÍ VZDĚLÁVÁNÍ	11
II DÍLČÍ ZPRÁVY ZE ZKOUMANÝCH INSTITUCÍ	
1 ČVUT V PRAZE – FAKULTA STAVEBNÍ (FSV ČVUT)	13
1.1 Úroveň fakultní	13
1.1.1 STRATEGIE	13
1.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT.....	17
1.2 Úroveň studijních programů.....	19
1.2.1 STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ (SI)	19
1.2.2 ARCHITEKTURA A STAVITELSTVÍ (A+S)	25
1.2.3 GEODÉZIE A KARTOGRAFIE (G+K).....	25
1.2.4 STAVITELSTVÍ (ST).....	26
1.2.5 BUDOVOY A PROSTŘEDÍ, INTELIGENTNÍ BUDOVOY.....	27
1.2.6 MANAGEMENT A EKONOMIKA VE STAVEBNICTVÍ.....	27
1.2.7 OSTATNÍ PROGRAMY	28
1.2.8 DOKTORSKÉ STUDIUM	29
1.3 Návaznost na další dokumenty.....	29
1.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH.....	29
1.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ.....	31
1.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ.....	31
1.3.4 OSTATNÍ INFORMACE, KTERÉ NEJSOU JINDE UVEDENÉ ...	32

2 ČVUT V PRAZE – FAKULTA ARCHITEKTURY (FA ČVUT)	33
2.1 Úroveň fakultní	33
2.1.1 STRATEGIE	33
2.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT	34
2.2 Úroveň studijních programů	35
2.2.1 ARCHITEKTURA A URBANISMUS	35
2.2.2 DOKTORSKÉ STUDIUM	35
2.3 Návaznost na další dokumenty	36
2.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH	36
2.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ	36
2.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ	36
3 VUT V BRNĚ – FAKULTA STAVEBNÍ (FAST VUT)	37
3.1 Úroveň fakultní	37
3.1.1 STRATEGIE	37
3.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT	39
3.2 Úroveň studijních programů	39
3.2.1 BSP ARCHITEKTURA POZEMNÍCH STAVEB / NSP ARCHITEKTURA A ROZVOJ SÍDEL	39
3.2.2 BSP a NSP ENVIRONMENTÁLNĚ VYSPĚLÉ BUDOVOY	40
3.2.3 BSP a NSP GEODÉZIE A KARTOGRAFIE	41
3.2.4 BSP a NSP MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ	42
3.2.5 BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ a NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	42
3.2.6 OSTATNÍ PROGRAMY	46
3.2.7 DOKTORSKÉ STUDIUM	47
3.3 Návaznost na další dokumenty	48
3.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH	48
3.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ	48
3.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ	48
4 VUT V BRNĚ – FAKULTA ARCHITEKTURY (FA VUT)	49
4.1 Úroveň fakultní	49
4.1.1 STRATEGIE	49
4.2 Úroveň studijních programů	50
4.2.1 ARCHITEKTURA A URBANISMUS	50
4.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH	50
4.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ	50
4.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ	50
5 VŠB-TU OSTRAVA – FAKULTA STAVEBNÍ (FAST VŠB-TUO)	51
5.1 Úroveň fakultní	51
5.1.1 STRATEGIE	51
5.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT	53

5.2	Úroveň studijních programů.....	54
5.2.1	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ (SI)	54
5.2.2	ARCHITEKTURA A STAVITELSTVÍ (A+S)	57
5.2.3	DOKTORSKÉ STUDIUM	57
5.3	Návaznost na další dokumenty.....	58
5.3.1	OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH.....	58
5.3.2	NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ	58
6	ZČU V PLZNI - FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD (FAV ZČU)	59
6.1	Úroveň fakultní.....	59
6.1.1	STRATEGIE.....	59
6.1.2	PŘÍKLADY AKTIVIT	61
6.2	Úroveň studijních programů	64
6.3	Návaznost na další dokumenty.....	64
6.3.1	OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH.....	64
6.3.2	NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ.....	65
6.3.3	ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ.....	65
7	VŠTE V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH (VŠTE)	66
7.1	Úroveň univerzitní.....	66
7.1.1	STRATEGIE	66
7.1.2	PŘÍKLADY AKTIVIT	67
7.2	Úroveň studijních programů.....	68
7.2.1	POZEMNÍ STAVBY (BAKALÁŘSKÝ PROGRAM)	68
7.2.2	POZEMNÍ STAVBY (MAGISTERSKÝ PROGRAM)	69
7.3	Návaznost na další dokumenty.....	70
7.3.1	OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH	70
7.3.2	NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ.....	71
7.3.3	ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ	71
7.3.4	OSTATNÍ INFORMACE, KTERÉ NEJSOU JINDE UVEDENÉ	71
III	VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR	
1	SHRNUTÍ	72
2	ZÁVĚR	74
3	TABULKA POUŽITÝCH ZKRATEK	75
4	SPOLUAUTOŘI DÍLČÍCH ČÁSTÍ.....	76

PŘEDMLUVA

BIM je vnímán jako další mezník ve stavebnictví, který jde ruku v ruce s digitalizací stavebního průmyslu. Tento posun je často přirovnáván k obdobné změně, která se odehrála relativně nedávno a při které došlo k přechodu z kreslení projektu rukou na kreslení na počítači pomocí CAD. Bez nadsázky však lze říci, že tentokrát jde o změnu mnohem významnější, neboť v přechodu z kreslení rukou na CAD se měnil pouze nástroj, jakým tvoříme projektovou dokumentaci. S přechodem na BIM je tato změna mnohem komplexnější a dotýká se nejen způsobu tvorby projektu, ale i formy spolupráce, vzájemné interoperability a míry využitelnosti informací i dat generovaných od samotného návrhu stavby po celou dobu jejího životního cyklu. BIM tedy není pouhým nástrojem, ale jedná se o komplexní systém změny organizace a myšlení. V tomto ohledu by jistě bylo vhodné zabývat se spíše integrovanou dodávkou stavebních projektů než jen jeho nástrojem, kterým BIM v tomto kontextu je.

Význam zkratky BIM zaznamenal za období své existence poměrně výrazný vývoj. Od 90. let 20. století, kdy začaly vznikat první softwarové aplikace pracující s virtuálním modelem stavby, který postupně začal obsahovat nejen grafické, ale i další typy negrafických informací, které rozšiřovaly jeho informační bázi, a umožnily tak model využívat nejen pro tvorbu výkresové dokumentace, ale i k dalším účelům jako jsou např. různé druhy analýz, výpočtů či např. kontrola kolidujících prvků. Proces tvorby takového modelu byl původně označován zkratkou BIM ve smyslu Building Information Modelling – Informační modelování staveb.

V současné době je BIM obecně chápán jako proces, který nám umožní obsáhnout nejen informace užitečné pro projektování, ale i informace využitelné ve fázi výstavby, provozu nebo správy, a hlavně informace důležité pro řízení celého stavebního projektu. BIM začíná mít stěžejní význam již při formulaci požadavků na informace a při jejich tvorbě, protože způsob vzniku informací, jejich struktura a obsah jsou klíčové pro další fáze jejich zpracování, předávání nebo schvalování a další úkony. Aktuální výklad zkratky BIM je tudíž vnímán jako správa informací o stavbě a souvisejících procesech, tj. Building Information Management – management informací o stavbě s využitím informačního modelu stavby. Z dalších souvisejících zkratek, jako je například VDCO (virtuální návrh, výstavba a provoz), PIM (informační model/modelování projektu) nebo AIM (informační model aktiva) je zřejmé, že BIM je dnes již mnohem více než pouze nástroj pro 3D navrhování.

BIM lze považovat za jednoznačnou budoucnost stavebního průmyslu. Přestože s tím někdo může nesouhlasit, dnes je již jasné, že BIM je zde, a je nutno jej chápat jako další vývojový stupeň. Na ten je nutné se připravit nejen při implementaci do stavební praxe, ale i při vzdělávání budoucích odborníků činných ve výstavě a činnostech souvisejících se stavebními projekty. Odborné školy tak čelí nové výzvě. Jakým způsobem BIM do své výuky zahrnout? Musí se přitom potýkat nejen s problémy praktickými, tedy s novou odborností, ale i s dalšími výzvami – jak úspěšně implementovat nové téma do existujících studijních plánů a vzdělávacích programů, jaké zvolit didaktické metody pro úspěšný přenos znalostí a dovedností z pedagoga na žáky nebo studenty, jak do studia promítnout budoucí požadavky pracovního trhu apod. Zavádění BIM do výuky je velmi náročný úkol, jehož realizace již mnoho let probíhá a vzhledem k neustálému vývoji ještě další roky probíhat bude.

I ÚVOD A ZÁKLADNÍ INFORMACE

1 ÚVOD

Cílem zprávy je na obecné úrovni zmapovat situaci výuky BIM na českých veřejných vysokých školách se stavebním zaměřením. Zpráva tak reaguje na ne vždy zcela jasné představy praxe o tom, zda a jakým způsobem se BIM na vysokých školách vyučuje. Uvedený přehled je důležitý nejen pro případnou spolupráci akademického, veřejného a soukromého sektoru, ale také pro praxi z hlediska zaměstnavatele absolventů vysokých škol. Cílem zprávy v žádném případě není vytvářet srovnání jednotlivých oslovených institucí, protože charakter zprávy je spíše informativní a jakékoliv kvantifikované hodnocení by vzhledem ke struktuře vstupních dat mohlo být zavádějící nebo velmi subjektivní.

Problematika výuky BIM je bohužel stále poměrně složitá. Nejedná se totiž o izolované téma. BIM se prolíná celým stavebním odvětvím a vstupuje tak i do všech oblastí výuky. Implementace takto komplexní metody do vzdělávacích programů tedy obnáší nejen tvorbu nového obsahu, ale zejména také úpravu toho stávajícího. V kontextu množství a rozmanitosti existujících i plánovaných studijních programů je velmi obtížné interpretovat aktuální vývoj v oblasti vzdělávání tak, aby byl srozumitelný pro neakademické nebo nepedagogické prostředí, a zároveň aby měl potřebnou informační hodnotu. To je umocněno skutečností, že celý proces tvorby a schvalování obsahu vzdělávání v oblasti BIM je velmi živelný a veškeré prezentované informace mohou velmi rychle zastarávat. Je tedy velmi obtížné najít hranici mezi přílišnou obecností zprávy a suchým jmenováním vyučovaných předmětů bez kontextu. Za tímto účelem byla pro potřeby zprávy zpracována šablona, jejímž prostřednictvím oslovené vysoké školy a jejich fakulty zpracovaly strukturované, krátké a věcné medailonky¹⁾. Autoři zprávy doufají, že na jejich základě bude možné si udělat představu o tom, že jednotlivé instituce k vzdělávání v oblasti BIM přistupují, a jak konkrétně je tato strategie implementována v praxi – tedy v jednotlivých studijních programech. Nedílnou součástí každého medailonku je navíc také prostor pro sdílení zkušeností a překážek zavádění BIM do výuky. Právě tato část může nejvíce vypovědět o hloubce přístupu k zavádění BIM v jednotlivých institucích. Celý proces zavádění BIM do výuky je velmi problematický a schopnost podělit se o zkušenosti a překonané nebo překonávané překážky dělá rozdíl mezi obecným popisem toho, jak by možná výuka mohla vypadat nebo jaký je záměr instituce, a konkrétním sdílením informací o již prováděných krocích.

Původní zpráva velmi dobře posloužila zamýšlenému účelu, a sice pod vedením odboru Koncepce BIM České agentury pro standardizaci propojit oslovené univerzity a jejich fakulty. K tomuto propojení došlo prostřednictvím vytvoření platformy BIM EDU VŠ, která ke spolupráci vyzvala nejen vysokoškolské pedagogy, ale také zástupce odborné praxe a v níž probíhá další diskuze, sdílení zkušeností a sjednocování postupu při zavádění BIM do výuky na vysokých školách v celé ČR. Výstupem této spolupráce je, kromě řady workshopů a diskusních témat, dokument s názvem [Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM](#) zveřejněný na stránkách Koncepce BIM České agentury pro standardizaci.

¹⁾ Zúčastněné instituce zpracovaly své medailonky. Medailonky byly následně zpracovány do zprávy a byly z nich odstraněny nadbytečné informace nesouvisející se zprávou (zejména nadbytečné informace o standardním obsahu výuky apod.). Kompletní zpráva byla poté institucím opět zaslána pro kontrolu a inspiraci k případným dalším úpravám, po jejichž zpracování proběhlo recenzní řízení. FAST VUT bohužel zaslala svůj doplněný medailonek dodatečně po uvedených termínech, protože jeho část (zejména část týkající se konkrétních oborů) se zpracovávala až v průběhu recenzního řízení. Tato část tedy neprošla připomínkami ostatních univerzit ani recenzním procesem a může se svým rozsahem i obsahem částečně odlišovat od původního záměru zprávy. Z časových důvodů bylo toto akceptováno.

Pro účely revize dokumentu pak byly všechny původně oslovené vysoké školy a jejich fakulty opět osloveny s žádostí aktualizace původního textu a doplnění stručných informací prostřednictvím nových kapitol.

1.1 Zkoumané instituce

Zpráva se věnuje vybraným státním vysokým školám se stavebně-technickým a architektonickým zaměřením. Za tímto účelem byly osloveny vybrané fakulty (případně celé univerzity v těch případech, kdy univerzita příslušné fakulty nemá, ale přesto realizuje stavebně zaměřený studijní program). Zpráva se tedy spíše než na celé vysoké školy soustředí na fakulty stavební a fakulty architektury, které se zabývají životním cyklem stavby ve větší míře a do větší hloubky. Není pravdou, že ani na jiných fakultách (např. fakultě dopravní, fakultě strojní apod.) by nemělo být nebo není BIM vyučováno, avšak pro zachování čitelnosti a účelnosti zprávy a pro dodržení smysluplného termínu zpracování bylo nutné zúžit okruh respondentů a zapojených stran.

Zpráva se zabývá následujícími fakultami (resp. vysokými školami):

- České vysoké učení technické v Praze (ČVUT v Praze)
 - Fakulta stavební (FSv)
 - Fakulta architektury (FA)
- Vysoké učení technické v Brně (VUT v Brně)
 - Fakulta stavební (FAST)
 - Fakulta architektury (FA)
- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (VŠB-TU Ostrava)
 - Fakulta stavební (FAST)
- Západočeské univerzita v Plzni (ZČU v Plzni)
 - Fakulta aplikovaných věd (FAV)
- Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích (VŠTE v Českých Budějovicích)
 - Ústav technicko-technologický

V případě potřeby se předpokládá možnost zprávu doplnit o informace z dalších vysokých škol a jejich fakult, které se do zpracování zprávy z různých objektivních důvodů nezapojily²⁾ nebo nebyly přímo osloveny. Zpráva je považována za první svého druhu a i v následujících obdobích je možné očekávat její případné rozšíření, aktualizaci nebo tvorbu dalších navazujících dokumentů.

²⁾ Jedná se o Technickou univerzitu v Liberci, jejíž představitelé i pro revidované vydání tohoto dokumentu potvrdili nezájem participovat. Další fakulty (resp. vysoké školy) nebyly v rámci prvního ani druhého kola zprávy osloveny.

2 STRUKTURA ZPRÁVY

Zpráva nejprve shrnuje na obecné úrovni problematiku BIM ve vzdělávacím systému tak, aby bylo možné následně prezentované informace zasadit do národního kontextu. V krátkosti se tedy věnuje shrnutí současného stavu vzdělávání BIM. Tématu se věnuje v kontextu sekundárního, terciárního a celoživotního vzdělávání.

Následně jsou ve zprávě prezentovány medailonky jednotlivých fakult (resp. vysokých škol). Jak bylo zmíněno v úvodu zprávy, tyto medailonky mají předepsanou strukturu³⁾, takže z hlediska posloupnosti informací se liší minimálně. Navzdory tomu mohlo na některých místech dojít k drobným odlišnostem, vždy však pouze v takové míře, aby se v jednotlivých medailoncích dalo snadno orientovat. Rozsah jednotlivých medailonků se odvíjí od velikosti jednotlivých fakult nebo univerzit (tedy zejména od množství odlišných studijních programů) a také od zkušeností dané instituce s výukou a zaváděním BIM. Medailonky jsou prezentovány v maximálně možné originální formě, tedy necenzurované a pokud možno tak, jak byly zpracovány zástupci jednotlivých institucí.

V závěrečné části zprávy jsou posbírané poznatky vyhodnoceny. Vyhodnocení stručně shrnuje v medailoncích prezentované informace tak, aby byly pro praxi co nejsrozumitelnější a aby dotvořily celkový obraz o úrovni vzdělávání v oblasti BIM napříč zmíněným vzorkem v ČR. Toto shrnutí je částečně subjektivní a zjednodušující. Pro úplné informace nevytržené z kontextu je třeba prostudovat celou zprávu.

2.1 Podrobnost medailonků

Každý medailonek se stavem výuky zabývá na dvou úrovních, a to vždy na úrovni fakultní (v některých případech na úrovni celé vysoké školy), a následně na úrovni studijních programů. Obě úrovně zkoumají problematiku ze strategického hlediska zavádění BIM do výuky a z hlediska její konkrétní realizace.

Fakultní úroveň je doplněna o příklady zajímavých aktivit v oblasti BIM, které fakulta nebo některá její součásti realizuje. Strategické hledisko na fakultní úrovni je navíc ve zprávě rozlišováno také v časovém kontextu, tj. zabývá se nejen současností, ale i minulým a budoucím vývojem. Doplněno je o klíčové problémy a překážky v implementaci BIM do výuky na obecné úrovni.

Úroveň studijních programů je dělena do dvou částí – strategie a obsah programu. V rámci strategie jsou pro jednotlivé studijní programy uvedeny základní principy výuky BIM v příslušném programu. Obsah programu je z důvodů omezeného rozsahu zprávy reprezentován shrnutím kurikula a osvojených znalostí a dovedností absolventa ve vztahu k BIM. Od původního záměru zprávy prezentovat konkrétní seznamy vyučovacích předmětů a popis rozsahu jejich výuky v kontextu BIM bylo upuštěno – částečně z kapacitních důvodů, ale zejména kvůli krátké době platnosti takové informace, její obtížné interpretaci a nepřipravenému systému vyhodnocení míry „BIMovosti“ předmětu.

Zpráva se cíleně snaží vynechávat další aktivity v oblasti BIM fakult a jejich součástí (zejména vědeckovýzkumné aktivity a aktivity doplňkové činnosti), protože cílem zprávy je analyzovat problematiku výuky. Vzhledem k tomu, že tyto oblasti spolu někdy úzce souvisejí, mohou být okrajově zmíněny ve vztahu přínosu k vzdělávací činnosti nebo v rámci fakultní strategie či příkladech aktivit. Pokud některá z oslovených institucí v tomto ohledu věnovala doplnění dalších aktivit větší pozornost, byly v jejím medailonku tyto informace ponechány, nicméně je lze považovat za nadbytečné a absence tohoto druhu informací u jiných institucí není nedostatkem.

³⁾ Zástupci jednotlivých institucí dostali k dispozici základní osnovu pro vyplnění zprávy a jako vzor medailonek FSv ČVUT, který byl zpracován s předstihem. Pro revizi dokumentu v září 2022 byly jednotlivé instituce požádány o aktualizaci informací v původním textu a o doplnění nových informací opět prostřednictvím předepsané struktury.

2.2 Specifika studijních programů

Studijní programy jsou napříč jednotlivými vysokými školami velmi obtížně srovnatelné. Ačkoliv se vždy jedná o akreditované studijní programy, mohou mezi sebou mít navzájem množství odlišností v kontextu jejich délky, struktury, návaznosti specializací apod. Cílem zprávy je podat srozumitelnou a srovnatelnou informaci. Zmíněné odlišnosti jsou tedy zohledněny ve struktuře zprávy.

2.2.1 STRUKTUROVANÉ STUDIUM

V některých případech je studium na vysokých školách strukturované, tedy rozdělené na studium bakalářské a navazující magisterské. V zájmu zjednodušení čitelnosti zprávy jsou analyzovány zejména bakalářské nebo magisterské studijní programy. V případě strukturovaného studia jsou relevantní navazující magisterské studijní programy přidruženy k příslušným bakalářským programům, jak jen je to možné. Samostatně jsou samozřejmě posuzovány takové magisterské studijní programy, které nejsou navazující (tj. jsou např. pětileté) a takové relevantní navazující magisterské studijní programy, které nelze k bakalářským přiřadit. Tato nucená agregace vede ke zjednodušení problematiky a srozumitelnosti pro nezavěšeného čtenáře na úkor přesnosti v terminologii, omezení informace o skutečných návaznostech v rámci studia apod. Zprávu je tedy nutné v tomto ohledu vnímat – slouží k základní orientaci, nikoliv pro posuzování nebo srovnávání např. z pohledu uchazeče o studium.

2.2.2 OBORY A SPECIALIZACE

Na některých vysokých školách jsou studijní programy dále děleny do oborů nebo nově specializací. V takovém případě může být na tyto obory nebo specializace pohlíženo jako na samostatné studijní programy, pokud je to z hlediska zprávy relevantní. Cílem však je pokusit se o maximální míru agregace při zachování smysluplnosti prezentovaných informací. Rozhodující v tomto ohledu byla oborová a tematická příbuznost oborů nebo specializací v oblasti BIM.

2.2.3 MEZIFAKULTNÍ STUDIJNÍ PROGRAMY

V případě, že jsou na příslušné vysoké škole realizovány k BIM relevantní mezifakultní studijní programy, jsou rozebrány v příslušné kapitole tak, jako by mezifakultní spolupráce byla samostatnou fakultou. Žádné takové studijní programy se nakonec ve zprávě neobjevily, nebo byly zařazeny pod relevantní fakultu.

2.2.4 DOKTORSKÉ STUDIUM

Z hlediska zprávy je doktorské studium vnímáno jako samostatný studijní program. Příslušná kapitola v medailonku může být následně dělena na větší množství podkapitol dle jednotlivých programů doktorského studia v případě, že je to v kontextu BIM relevantní a jednotlivé programy nelze pro potřeby zprávy agregovat. Tato možnost nakonec ve zprávě nebyla využita, neboť doktorské studium je orientováno spíše vědecko-výzkumným a vysoce odborným směrem a standardní pedagogické postupy ve výuce doktorského studia nejsou v takové míře využívány.

3 BIM VE VZDĚLÁVACÍM SYSTÉMU ČR

Výchozí stav výuky BIM ve vzdělávacím systému ČR popisuje Konceptce zavedení výuky BIM v ČR zpracovaná odbornou radou pro BIM (CzBIM)⁴⁾. Úvodní obecné kapitoly konceptce dostatečně stav popisují a jsou stále platné, pro potřeby této zprávy byly tedy přežaty a pouze částečně doplněny v následujících odstavcích.

Pokud jde o aktivity spojené s integrací BIM do vzdělávacího systému v ČR, je nutno podotknout, že takto koncepční a systémové řešení zahrnující jak sekundární, tak terciární stupeň institucionálního vzdělávání je v Evropském měřítku zcela ojedinělý a v tomto ohledu řadí Českou republiku mezi leadery.

3.1 Role BIM ve vzdělávacím systému ČR

Oblast znalostí BIM je úzce spojená se sektorem stavebnictví a jedná se o odbornou disciplínu. Z tohoto důvodu není třeba se zabývat výukou v rámci primárního vzdělání, kde si sice žáci osvojují některé základní dovednosti, na jejichž základech BIM staví (např. základní digitální gramotnost, dovednosti v oblasti IT, základy programování, matematika, geometrie apod.), nicméně BIM jako takový nemá s ohledem na svou specializaci v základním vzdělání místo.

V rámci sekundárního vzdělání již dochází k postupnému odbornému zaměření žáků a je reálné uvažovat o výuce BIM na středních odborných školách a gymnáziích, tedy při středním vzdělání s maturitní zkouškou. Je však potřeba si uvědomit, že pro zvládnutí a správné pochopení problematiky BIM je třeba základního vzdělání v oblasti stavebnictví a pro pochopení souvislostí není možné efektivně vyučovat BIM bez současné výuky dalších stavebně zaměřených vyučovacích předmětů (jako je například technické kreslení, deskriptivní geometrie, stavební mechanika, stavitelství apod.). Z tohoto důvodu je o výuce BIM důležité uvažovat zejména na středních odborných školách stavebního zaměření, ve výjimečných případech pak na odborných učilištích stavebního zaměření, středních průmyslových školách s oborem technické lyceum a v rámci odborně volitelných předmětů vyšších ročníků gymnázií.

Terciární vzdělání umožňuje maximální míru implementace BIM a je tedy pro výuku těchto znalostí optimální. Vzhledem k odbornému zaměření BIM lze předpokládat výuku zejména na technických vysokých školách a vyšších odborných školách. Primární cílovou skupinou jsou studenti stavebních oborů, nicméně ve speciálních případech lze uvažovat i o zavedení BIM do výuky například na oborech strojního, elektro-technického, matematicko-fyzikálního, ekonomického nebo výpočetně-technického zaměření.

Na terciární vzdělání potom navazuje celoživotní vzdělávání. Cílová skupina je v rámci celoživotního vzdělávání rozmanitější než v případě vzdělávacích systémů ČR popsanych v předchozích odstavcích.

3.2 Shrnutí současného stavu

Současný stav výuky BIM v ČR úzce souvisí se skutečností, že metodika BIM je v naší zemi stále relativně novou záležitostí a teprve v posledních letech je aplikována na pilotních projektech ve stavební praxi. S tím souvisí i právní a normativní opora, která se aktuálně tvoří či je přejímána překladem ve formě ISO norem, definováním standardů a doporučení na národní úrovni. Významným krokem kupředu bylo v tomto ohledu schválení Konceptce zavádění metody BIM v ČR, která značně zvýšila poptávku po znalostech v oblasti BIM a z blízkého se tématu udělala téma aktuální. Dalším impulsem pro zvýšení zájmu o vzdělávání v oblasti BIM je nesporně připravovaný zákon o správě informací o stavbě a informačním modelu stavby a vystavěném prostředí (zákon o BIM), aktuálně ve fázi schvalování věcného záměru. Informovanost a povědomí o problematice BIM se tedy čím dál více dostává do povědomí odborné veřejnosti i akademické obce, přesto lze říci, že úroveň vzdělávání v této oblasti zatím zdaleka není perfektní ani jednotná, co se obsahu a osnov týče.

⁴⁾ Matějka, P: Konceptce zavedení výuky BIM v ČR (2015), Odborná rada pro BIM (CzBIM).

3.2.1 SEKUNDÁRNÍ VZDĚLÁNÍ

V roce 2013 byl na Fakultě stavební ČVUT proveden jednoduchý průzkum, ze kterého vyplynulo, že na středních odborných školách, vyšších odborných školách a gymnáziích, kde je vyučován obor stavebnictví nebo obor technické lyceum, bylo pouze cca 39 % dotazovaných pedagogů seznámeno s problematikou BIM. Míra znalostí nebyla v průzkumu zkoumána. Dále z průzkumu vyplynulo, že metodika BIM byla zmiňována téměř výhradně v rámci výuky některého ze softwarových modelovacích nástrojů. Často také docházelo k tomu, že byl historicky vyučován některý z nástrojů umožňující vícerozměrné modelování, nicméně tento byl vyučován pouze jako nástroj 3D modelování a tvorbu výkresové dokumentace s dodržением stávajících zvyklostí, standardů a technických norem, přičemž vlastní metodika BIM zůstala nedotčena.

Průzkum se dále zabýval identifikací klíčových problémů komplexní výuky BIM. Těmi byly zejména nedostatek finančních prostředků pro zavedení výuky, problémy s implementací BIM v souvislosti s rámcovými vzdělávacími programy a nedostatečná kvalifikace vyučujících. Směrodatným se jevil také názor, že komplexní pochopení problematiky BIM je pro sekundární vzdělání příliš složité a vyžaduje velkou míru suplementárních znalostí, pro které není na středních školách a gymnáziích dostatečné množství prostoru, a za důležitější byla považována výuka jiných stěžejních vyučovacích předmětů. Opominout nelze ani absenci jednoznačných standardů a příkladů běžné praxe. Zatímco v navazujících stupních vzdělání se tento problém zdál možný suplovat zahraničními zkušenostmi, vyšší mírou teoretických znalostí nebo kritickou prací s dostupnými příklady praxe, na sekundární úrovni vzdělávání na toto nebyl dostatek prostoru a ani pedagogové samotní neměli prostor se nad rámec svého zaměstnání problematice na potřebné úrovni intenzivněji věnovat.

Zcela ojediněle existovaly školy, které byly schopny žáky o problematice BIM obecně poučit v rámci existujících vyučovacích předmětů, zejména díky aktivitě a znalostem individuálních vyučujících. Ti se však často museli potýkat s výše uvedenými problémy. Konceptně nebyla výuka BIM v sekundárním vzdělání řešena vůbec. Spolupráce mezi sekundárním a terciárním vzděláním neexistovala na jiné než individuální úrovni.

V období od vydání první revize tohoto dokumentu došlo ovšem v této oblasti k velmi významnému posunu. V roce 2018 byl podán návrh na aktualizaci rámcových vzdělávacích programů (RVP), který byl v roce 2020 schválen. Aktualizace rámcových vzdělávacích programů (RVP) vydaná k 1. 9. 2020 obsahuje ucelenou kapitolu „metoda BIM“, která je uplatněna v rámci obsahových okruhů jednotlivých RVP. Střední odborné školy musí zapracovat změny RVP do svých školních vzdělávacích programů a začít je učit nejpozději od prvních ročníků, které nastoupí do tříd v září 2022.

Některé školy předpokládají, že s výukou metody BIM započnou i dříve, v každém případě nejpozději od jarního termínu maturitních zkoušek (červen 2026) budou všichni absolventi oboru vzdělání se stavebním zaměřením (oblast 36 – Stavebnictví, geodézie a kartografie) seznámeni s metodou BIM.

Aktualizace se týká i oborů vzdělání kategorie M, poskytujících střední vzdělání s maturitní zkouškou. Obory se stavebním zaměřením patří do skupiny 36 – Stavebnictví, geodézie a kartografie.

- ▶ 36-47-M/01 Stavebnictví
- ▶ 36-45-M/01 Technická zařízení budov
- ▶ 36-46-M/01 Geodézie a katastr nemovitostí
- ▶ 36-43-M/01 Stavební materiály

Pokud jde o zavedení BIM do výuky na gymnáziích, existuje snaha vytvořit v nadcházejících obdobích podmínky pro to, aby i v rámci odborně volitelných předmětů vyšších ročníků gymnázií bylo možno témata související s BIM postupně zavádět, učinit dostupnými studijní materiály a další podklady a zdroje nejnovějších informací.

V závislosti na tomto vývoji byli představitelé oslovených vysokých škol a fakult požádáni o reflexi aktuální situace a vyjádření k možnostem promítnutí budoucích profilů absolventů výše zmíněných středních škol do studijních programů, případně přijímacích podmínek škol vysokých.

3.2.2 TERCIÁRNÍ VZDĚLÁNÍ

V rámci terciárního vzdělání je třeba rozlišovat vysoké školy a vyšší odborné školy.

Na vyšší odborné školy stavebního zaměření se tento dokument nezaměřuje.

Vysoké školy technického zaměření jsou s problematikou BIM vcelku obeznámeny, zejména co se týká mladší generace vysokoškolských pracovníků, kteří se s informačním modelováním dostávají do styku skrze svou vědeckovýzkumnou činnost a praxi. Vysoké školy jsou si vědomy nastupujícího trendu využívání BIM v zahraničí a snaží se v tomto ohledu držet krok. Vyučovací předměty zaměřené na zvládnutí ovládnutí modelovacích nástrojů různých dodavatelů existují již řadu let. V rámci modernizace vyučovacích předmětů dochází k jejich rozšíření a přejmenování, čímž dochází k transformaci z předmětu zaměřeného na 3D modelování v předmět, který se hlouběji zabývá parametrickým vícerozměrným modelováním apod. Náplní předmětů však nejsou jen změny v postupech, důraz je kladen především na spolupráci a osvojení schopnosti nastavit jasné požadavky na výměnu dat a informací v rámci stavebního procesu. V současné době také existuje na vysokých školách několik kurzů, zaměřujících se přímo na výuku metodiky BIM, většinou ve formě obecného seznámení s problematikou nebo ve specializované formě, cílené na konkrétní studijní obor, kterému je přizpůsobena i anotace předmětu. V současné době existuje v ČR na vysokých školách několik studijních programů přímo zaměřených na BIM. Pokračují také iniciativy prosazující metodiku BIM a její zavedení. Na individuální úrovni i skrze tyto iniciativy probíhá dialog napříč terciárními vzdělávacími institucemi a mezi terciárními a sekundárními vzdělávacími institucemi, který vede k postupné implementaci BIM do výuky a zlepšování její kvality.

Za hlavní překážku pro zavedení BIM do výuky je stále považován nedostatek finančních prostředků na vybavení učeben, pro kvalitní vybavení BIM laboratoří a nákup nástrojů, případně neznalost konkrétních nástrojů a nedostatek praktických zkušeností. Komplikovaný a zdlouhavý je rovněž proces zavádění inovací. Jedná se o překážky odstranitelné a jejich závažnost se liší v závislosti na konkrétních podmínkách a poskytovatelích. Naopak se postupně zvyšuje kvalifikace pedagogů, díky dialogu probíhajícímu mezi akademickou a profesní obcí se zvyšuje informovanost o BIM, upřesňují se požadavky na profil absolventa se znalostmi BIM a postupně je nastavován proces pro zajištění kontinuity výuky.

Vzdělávací instituce terciární sféry jsou v souvislosti s aktualizací RVP pro střední školy stavebního zaměření stále častěji nabádány ke sdílení příkladů dobré praxe a náměty pro změny používaných výukových postupů při zavedení BIM.

3.2.3 CELOŽIVOTNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Celoživotní vzdělání obsahuje větší množství vztahů mezi poskytovateli a příjemci vzdělání a zároveň dochází k velkým výkyvům současných znalostí a informovanosti (existují např. společnosti, které již s BIM běžně pracují, ale i společnosti, které se s BIM ještě nikde neseťkaly). Po vzdělání v oblasti BIM existuje značná poptávka ve veřejných institucích i na poli praxe. Oba tyto sektory se snaží vzdělání nabízet, postupně dochází k jasnějšímu vymezení oblastí znalostí a dovedností tak, aby bylo možno jasněji strukturovat potřeby pro doplnění celoživotního vzdělávání, vyjádřit požadavky a pro tyto požadavky pak vytvořit odpověď ve formě nabídky vzdělávání.

Poměrně jednoduchá je situace vzdělání veřejnosti vysokými školami. Ty v rámci své činnosti pořádají školení a kurzy celoživotního vzdělávání pro výuku veřejnosti. Do těchto seminářů se BIM postupně začíná začleňovat. Koncepce zavádění není nijak komplexně podchycena a jedná se spíše o vedením podpořené individuální aktivity vyučujících a garantů. Podobná situace je také v případě neveřejných institucí, které se dlouhodobě na školení zaměřují (jedná se zejména o technickou podporu nástrojů a školicí střediska dodavatelů softwarových nástrojů).

Na poli soukromých podniků činných ve stavebnictví je situace velmi těžko rozklíčovatelná. Existují podniky, které s metodikou BIM pracují a jsou tak nejen zdrojem informací využitelných při výuce, ale zároveň i poskytovatelem vzdělání pro vlastní zaměstnance. Většinou se ale jedná jen o výsek z celého procesu, nikoliv o celý propojený proces. Spolupráce vzdělávacích institucí a praktického sektoru je stěžejní z hlediska srozumitelné formulace poptávky a vytvoření nabídky vzdělávání jako odpovědi na tuto poptávku. Na

druhou stranu však existují i podniky, které jsou pouze na straně příjemců vzdělání a s BIM teprve začínají. Mezi těmito dvěma protipóly pak existuje velké množství podniků, jejichž znalosti BIM jsou spíše povrchní, a tak se staví do role příjemce vzdělání, nicméně požadavky na vzdělání jsou v jejich případě mnohem konkrétnější a jejich poptávka se tak s nabídkou často nepotkává. Existují také podniky, jejichž znalosti jsou velmi specifické (např. jejich pracovníci ovládají softwarové nástroje BIM, ale nemají zažité pracovní postupy tak, aby reflektovaly práci s modelem, a fungují stále tradičním způsobem). Takové podniky se nachází v roli příjemce vzdělání i potenciálního poskytovatele. Z hlediska soukromých podniků činných ve výstavbě je také třeba rozlišovat předmět jejich činnosti. V určitých sektorech se BIM stává běžně skloňovaným pojmem a podniky jsou s ním dobře obeznámeny, v jiných sektorech je BIM novinkou.

Specifickou roli v celoživotním vzdělávání hraje stát. Ten má několik rolí. V první řadě je příjemcem vzdělání, zejména státní organizace nevzdělávacího charakteru. Zároveň je ovšem také poskytovatelem vzdělání, a to zejména skrze vzdělávací instituce, o kterých byla řeč, ale i skrze další veřejné instituce a složky státní správy, které se problematikou stavebnictví zabývají. Stát má navíc legislativní a exekutivní moc, čímž přímo ovlivňuje používání BIM v České republice a nepřímo i obsah výuky a poptávku po ní. Z toho je zřejmé, že dobrá informovanost a kvalitní vzdělání veřejného sektoru je zásadní. Skutečný stav se v tomto ohledu opět liší v závislosti na konkrétních institucích. Všeobecně platí, že instituce stavebního zaměření jsou lépe informované a kvalifikované v oblasti BIM než instituce, jejichž hlavní činností není přímo stavebnictví, nicméně svou činností se stavebnictví dotýkají (např. z pozice vlastníka, z pozice legislativní apod.).

S blížícím se termínem, kdy vstoupí v platnost zákon o BIM postupně narůstá informovanost a kvalifikace veřejných institucí i zájem o proškolení jejich zaměstnanců. V souvislosti s tím byl vytvořen **Systém vzdělávání v BIM pro pracovníky veřejné správy**, který může sloužit jako vodítko pro vzdělávací instituce a vytvoření nabídky odpovídajících vzdělávacích programů. V nadcházejícím období očekáváme stoupající zájem ze strany veřejných zadavatelů o vzdělání v oblasti BIM, alokaci finančních prostředků na toto vzdělávání, podporu motivace ke vzdělávání pracovníků veřejné správy v oblasti v BIM, a tudíž stoupající kvalifikaci pracovníků. Je důležité si uvědomit, že implementace inovativních pracovních postupů do organizací veřejné správy je náročný a zdoluhavý proces a zvyšování kvalifikace pracovníků je jen jednou částí z celého tohoto procesu. Ve veřejném sektoru proto očekáváme zvyšující se poptávku po vzdělání v oblasti BIM.

II DÍLČÍ ZPRÁVY ZE ZKOUMANÝCH INSTITUCÍ

1 ČVUT V PRAZE – FAKULTA STAVEBNÍ (FSV ČVUT)

1.1 Úroveň fakultní

1.1.1 STRATEGIE

Historie

Problematika BIM začala být řešena na ČVUT v devadesátých letech minulého století, kdy byly od nástupu výpočetní techniky do stavebnictví na FSV ČVUT vyučovány studijní předměty zaměřené na CAD softwarové aplikace. Některé z těchto nástrojů byly postupně transformovány na nástroje BIM a dále vyučovány. Jiné softwarové nástroje byly do výuky postupně přidávány, jak rostla jejich využívanost na trhu. Tyto předměty byly standardně vyučovány v režimu volitelné nebo povinně volitelné, protože se jedná pouze o podpůrnou výuku nástrojů a studijní plány jsou časově omezené. Studenti tak měli možnost si znalosti v oblasti softwarových nástrojů pro BIM doplnit v případě, že je neměli ze sekundárního stupně vzdělávání. Předměty často byly zaměřeny na samotné nástroje (např. softwarové nástroje pro modelování) nebo metody (např. laserové skenování) ještě před tím, než byl akronym BIM na trhu představen.

Paralelně s probíhající výukou moderních předmětů se uvažovalo o transformaci oboru Systémové inženýrství na obor zaměřený více na informační modelování staveb. To bylo následně umocněno i vznikem fakulty informačních technologií ČVUT a potřeby vymezit obor vůči této fakultě. Vznik na BIM zaměřeného oboru však nakonec realizován nebyl a původní obor Systémové inženýrství zanikl.

V první dekádě po roce 2000 začala být obecně problematika BIM více diskutována. To se postupně promítalo do standardně vyučovaných předmětů, kde BIM začal být zmiňován jako okrajové téma na vybraných přednáškách. Na přelomu prvního a druhého desetiletí bylo téma BIM již natolik aktuální, že bylo třeba zaujmout systémovější přístup k jeho postupné integraci do výuky. Na větších katedrách, které byly zodpovědné za realizaci klíčových předmětů, nebo byly dominantní ve výuce celých studijních oborů, docházelo k přirozenému nástupu vybraných osob, které se na BIM profesně zaměřovaly. Tyto osoby většinou současně zastávaly na BIM orientované pozice v praxi nebo se zapojily do činnosti nově vznikající Odborné rady pro BIM (CzBIM). Docházelo tak k postupné tvorbě nových, na BIM zaměřených, studijních předmětů a systémovějšímu přístupu k zavádění BIM na celé fakultě. Hlavním krokem v této aktivitě byl vznik pracovní skupiny, ve které byli zastoupeni odborníci z různých pracovišť a s různými odbornostmi, a která cílila na zlepšení koordinace zavádění BIM na celé fakultě, a to nikoliv pouze v oblasti pedagogické, ale i na vědecké a hospodářské úrovni. Jádrem skupiny tvořili odborníci z Katedry ekonomiky a řízení ve stavebnictví a Konstrukcí pozemních staveb, širší okruh odborníků tvořili pracovníci z dalších kateder, kteří se problematikou BIM na FSV nejvíce zabývali. Existovala zároveň ale snaha do činnosti zapojit i další katedry, pro které byl BIM spíše okrajovým tématem s hlavní myšlenkou, že zapojení odborníků napříč jednotlivými specializacemi umožňuje mezioborový pohled na problematiku a mezioborovou spolupráci.

Podniknuté kroky nakonec vyústily v to, že BIM je na FSV vnímán jako standardní aspekt stavebnictví, který je sice relativně na začátku a stále ještě existuje mnoho překážek v jeho běžném nasazení v praxi i ve výuce, ale zároveň se jedná o téma všudypřítomné a v podstatě základní. Odborníci na FSV se v oblasti BIM začali individuálně orientovat a nezávisle postupně do výuky začleňovat nikoliv pouze témata BIM, ale témata digitalizace obecně. Celý proces katalyzovala nutnost nově akreditovat všechny studijní programy na FSV a velká příležitost inovovat stávající studijní plány a předměty. Po odborných diskuzích se tak BIM stal integrálním tématem ve výuce, které je vnímáno nikoli pouze jako nástroj, ale jako způsob přemýšlení o projektu a jeho vlastním životním cyklu. Po zavedení nově akreditovaných programů do reálné výuky přirozeně došlo také k utlumení činnosti vzniklé pracovní skupiny, protože již nebylo jejich aktivit tolik třeba. V případě nutnosti koordinovat aktivity týkající se oblasti BIM je toto v kompetenci odpovědných osob pověřených děkanem fakulty, a to zejména příslušnými proděkanými nebo specialisty na dotčená témata.

Od potřeby řešit BIM se fakulta posunula k vnímání potřeby řešit obecně problematiku digitalizace

stavebnictví v širším kontextu a témata stavebnictví 4.0+ (tedy zejména další oblasti automatizace, digitalizace, umělé inteligence, různých typů udržitelnosti atd.).

Současnost

Na ČVUT FSv je realizováno šest základních bakalářských studijních programů:

- ▶ **Stavební inženýrství** (akademicky zaměřený studijní program, jehož 7 specializací pokrývá všechny oblasti stavebnictví).
- ▶ **Architektura a stavitelství** (akademicky zaměřený studijní program).
- ▶ **Geodézie a kartografie** (akademicky zaměřený studijní program).
- ▶ **Management a ekonomika ve stavebnictví** (akademicky zaměřený studijní program).
- ▶ **Stavitelství** (profesně zaměřený studijní program).
- ▶ **Civil Engineering** (anglický ekvivalent k česky vyučovanému studijnímu programu Stavební inženýrství)

Podrobnější informace o studijních programech jsou k dispozici na webových stránkách fakulty:

<https://www.fsv.cvut.cz/studijni-programy/>

Uvedené studijní programy jsou z hlediska jejich organizace a náplně poměrně autonomní a věnuje se jim podrobněji jiná část zprávy. Na bakalářské studijní programy následně navazují studijní programy magisterské, jejichž množství je větší, ale rámcově odpovídají zaměřením uvedených bakalářských programů, případně upřesňují specializaci absolventa v konkrétním oboru. Ve všech uvedených programech nějakým způsobem zavádění BIM do výuky probíhá a způsob implementace lze do jisté míry zobecnit. BIM na FSv ČVUT není vnímáno jako výuka softwarového nástroje. Cílem je implementovat BIM do výuky zejména na teoretické úrovni a důraz je přitom kladen na pochopení principů. Snahou je přenést na studenty vzhled do problematiky, schopnost v kontextu BIM řešit inženýrské úlohy, kriticky uvažovat o problematice zavádění BIM na různých úrovních, orientovat se v dostupných zdrojích, znát možné úlohy se kterými může BIM pomoci apod. Navzdory tomu však na FSv ČVUT považujeme zvládnutí softwarových nástrojů a práci s modelem za bazální dovednost. Oproti CAD aplikacím se u softwarových nástrojů pro BIM v mnohem větší míře prolíná metodika s užíváním nástroje – použitá metodika, kterou lze předávat na teoretické úrovni, úzce souvisí s tím, jaké prostředí BIM je používáno.

Implementace BIM do výuky má v současnosti tři aspekty:

- 1/ Prvním aspektem je tvorba na BIM specializovaných studijních předmětů.
- 2/ Druhým aspektem je postupná integrace metod BIM do existujících vyučovacích předmětů.
- 3/ Třetím aspektem je možné vytvoření specializovaných kurzů či celého studijního programu zaměřeného na digitalizaci ve stavebnictví.

Na základě mnohaleté zkušenosti s výukou byly první dva výše uvedené aspekty identifikovány jako podstatné. To vyplývá ze skutečnosti, že BIM je velmi rychle se rozvíjejícím tématem, které zároveň vstupuje do všech oborů a činností napříč stavebním odvětvím a že teoretické poznání je často zcela odlišné od současné praxe, která se s BIM teprve seznamuje, a která je limitována technickými možnostmi. Z pedagogické praxe se ukázalo, že první aspekt (na BIM zaměřené předměty) se lépe (nikoliv však výlučně) hodí na rozšiřování teoretického poznání, zatímco druhý aspekt (rozšiřování předmětů o BIM) se lépe (opět nikoliv výlučně) hodí na aplikaci teoretických poznatků.

Třetí aspekt je na FSv neustále průběžně vyhodnocován a v současnosti je realizován zejména ve formě aktivních programů CŽV a přípravou profesně orientovaného programu, jehož struktura a forma je zatím diskutována. Obecně na FSv převládá názor, že problematika BIM sama o sobě není nosným tématem pro budoucí uplatnění v praxi. Cílem FSv tedy je produkovat absolventy, kteří budou mít svou odbornost, a navíc budou v rámci své odbornosti schopni BIM realizovat (tedy stavbyvedoucí z FSv by měl být schopný plnit roli koordinátora BIM, projektant z FSv by měl být schopný projektovat s využitím metod BIM apod.) V rámci těchto úvah FSv hledá způsoby, jak posílit IT gramotnost všech svých

studentů a zvažována je i možnost přípravy studijního programu nebo jeho specializace, která by se neomezovala na BIM, ale obecně se zabývala tématy digitalizace stavebnictví a stavebnictví 4.0+.

Pro zajištění výuky BIM je zásadní dostatečná odbornost vyučujících. Na FSV je tato potřeba zajištěna zejména velkým množstvím specializovaných odborníků, kteří se na BIM soustředí ve své odborné praxi nebo vědecko-výzkumné činnosti. Odbornost výuky je podložena účastí pedagogů v organizacích činných v oblasti BIM (CzBIM, ČAS apod.), jejich vazbou na podniky činné ve výstavbě, které jsou v oblasti BIM považovány za leadery a v neposlední řadě také mezinárodní spoluprací a publikační činností na dané téma. Díky tomu je na FSV možné se soustředit na skutečnou implementaci BIM do výuky, a ne pouze na diskuze o tom, co kdo pod tímto pojmem vnímá, nebo na papírové uvádění BIM do studijních osnov bez skutečného zajištění kvalifikovanými odborníky apod. V tomto ohledu FSV bohatě těží ze svého regionálního umístění, protože pro zaměstnance fakulty není logisticky problematické se zároveň účastnit dění v různých odborných skupinách, které mají v Praze svá sídla nebo těžiště činnosti.

BIM je mezioborové téma napříč celým životním cyklem projektu, který je rámcově odrážen i v existujících studijních programech a předmětech. Z tohoto důvodu je snaha apelovat na garanty předmětů, aby sestavovali obsahy předmětů s ohledem na tuto skutečnost, tedy aby postihovali problematiku komplexně. Příkladem může být to, že by projektanti neměli skončit u navrhování konstrukce, ale byli zároveň školeni i v důsledcích jejich návrhu na navazující fázi projektu apod. Dříve bylo toto řešeno zapojováním odborníků z různých pracovišť do jednoho předmětu nebo větší množství účastí externistů z praxe. Dnes se znalosti posunuly a problematiku většinou dokáže pokrýt menší množství osob. Z organizačního hlediska je to jednodušší, a to zejména ve věci účasti většího množství pedagogů na jednom předmětu. Externí spolupracovníci z praxe jsou zapojováni stále, přestože jich není třeba tolik – většina pedagogů na FSV jsou v oblasti BIM zapojeni i v praxi.

Fakulta disponuje dostatečným počítačovým a licenčním zajištěním a výuka BIM často probíhá s využitím tenkých klientů. Zejména v době nucené on-line výuky se možnost využívat tzv. virtuální učebny stala klíčová jak pro výuku odborných předmětů, tak pro umožnění studentům pracovat na svých projektech za pomoci specializovaných počítačových programů. Zde je důležitý přístup softwarových vendorů, kteří jsou otevření spolupráci a fakultě vycházejí většinou vstříc (zejména po finanční stránce). Fakulta provozuje několik laboratoří, které se na BIM přímo nebo okrajově zaměřují. V současné době jich je poměrně velké množství – lze říci, že každé pracoviště, které téma BIM řeší, má zároveň dedikovaný prostor, kde se soustředí související technologie, a podle zaměření pracoviště se také liší vybavení prostoru. Většinou se jedná o zařízení pro virtuální a rozšířenou realitu, 3D tiskárny a další technologie pro fabrikaci modelů nebo stavebních prvků, roboty, UAV a datasběrnou techniku (zejména scannery). Laboratoře jsou většinou přístupné studentům v rámci jejich semestrálních, bakalářských nebo magisterských projektů. Někdy však také v rámci standardní výuky. Za tímto účelem také bývají využívány laboratorní kapacity jiné součásti ČVUT – UCEE. V letech 2022-2023 je budována společná fakultní laboratoř VR a AR, která bude k dispozici všem katedrám pro využití v rámci jimi vyučovaných předmětů. Diskutuje se také možnost vytvoření robotického testbedu.

Překážky a problémy

Překážkou, se kterou se potýkáme, je nedostatek studijních podkladů na dostatečné úrovni. Situace se zlepšila oproti minulosti, protože již postupně vznikají prakticky aplikované metodiky. Přesto většinu studijních podkladů v současnosti tvoří zahraniční odborná literatura, která nicméně neřeší problém nedostatečné standardizace v oblasti BIM. V tomto ohledu bychom potřebovali, aby praxe směřovala spíše ke sjednocování pracovních postupů. Modely pro výuku používá fakulta spíše vlastní (účelově vytvořené modely, model fakulty či vodohospodářské laboratoře, studentské modely apod.), případně skrze individuální vazby pedagogů na praxi. Tyto modely často vznikají v rámci rozvojových projektů zaměřených na inovace v pedagogice. Systémový přístup není, nicméně v současné chvíli ho nepovažujeme za podstatný. Větší problém je u ostatních aspektů BIM (např. smlouvy o dílo a další související dokumenty, funkční nastavení CDE, datové standardy, interní podnikové BIM standardy apod.). V tomto nám velmi pomáhá cílená spolupráce s podniky v odvětví.

Další z překážek je kvalifikace pedagogů v oblasti BIM. Přestože fakulta disponuje velkým množstvím kvalifikovaných odborníků, BIM je nakolik komplexní a novou záležitostí, že pro zvládnutí tohoto tématu je třeba se mu velmi intenzivně věnovat. To je často při nasazení pedagogů velmi obtížné,

zejména vzhledem k tomu, že pro zvládnutí BIM je nutné chápání složité teorie a zároveň je nutné disponovat i praktickými dovednostmi. Toto je překážkou zejména v zavádění BIM do znalostně intenzivních studijních předmětů, u kterých může být BIM pouze okrajovou záležitostí nebo nemá pevnou oporu v zažité praxi. V takových případech na něj jednoduše řečeno nezbyvá kapacita.

S kvalifikací souvisí i základní předpoklad pro zvládnutí BIM – tedy určitá technická zdatnost v oblasti IT. Této překážce musí čelit ti pedagogové, jejichž zaměření tyto znalosti jinak nevyžaduje. Problémy s kvalifikací jsou na FSV v drtivé většině řešeny zapojováním mladých specializovaných pracovníků, kteří mají dostatečné technické znalosti dané generační výhodou a mohou se problematice BIM věnovat. Zároveň si ale uvědomujeme, že mladým pracovníkům mohou chybět potřebné zkušenosti nebo jiné oblasti znalostí, proto se snažíme, je-li to možné, generačně pedagogy propojovat tak, aby se navzájem doplňovali. V tomto kontextu je bohužel velmi limitující finanční ohodnocení, které se pro odborníky na BIM v praxi pohybuje na jiných úrovních a je tak těžké mladé perspektivní pracovníky na univerzitě udržet. To se nyní projevuje více než v minulosti, protože zatímco v posledních letech byly ze strany MŠMT podniknuty podstatné kroky ke zlepšení situace v primárním a sekundárním vzdělání (což považujeme za správné a velmi důležité), vysoké školy již řadu let finančně spíše stagnují.

Tedy je pro nás v současné chvíli nemožné konkurovat tržním cenám práce odborníků v oblasti digitalizace stavebnictví a zásadním příjmem pro univerzity v této oblasti je vědeckovýzkumná činnost, která výuku v oblasti BIM bohužel příliš neposouvá – jsme tedy nuceni kvalitní lidi, kteří by mohli výuku v BIM posunout, zapojit do úplně jiných vědecko-výzkumných aktivit, abychom je vůbec mohli zaplatit. Toto je systémový problém, který by bylo třeba řešit, a to buď posílením financování pedagogických výkonů akademických pracovníků, nebo alespoň posílením významu aplikovaného a smluvního výzkumu (kam BIM spadá), případně spolupráci s praxí, na úkor, v tuto chvíli významně protěžovaného, základního výzkumu.

Stále poměrně znatelnou překážkou je rozdílná připravenost žáků v kontextu BIM, kteří na naši fakultu přicházejí. Kapitolou samou pro sebe je rozdílnost žáků ze středních průmyslových škol a gymnázií, která je řešena v jiné části této zprávy. I u středních průmyslových škol jsou však značné rozdíly. Z některých vybraných škol (kterých je bohužel spíše menšina) na fakultu chodí žáci, kteří již mají o BIM určité představy nebo ovládají některý z nástrojů pro tvorbu modelů. To by z našeho pohledu mělo být standardem. Skutečnost je však jiná a žáci většinou chodí z hlediska BIM nepřipraveni. To musíme bohužel zohledňovat při tvorbě náplní studijních předmětů. Studentům, kteří jsou v tomto ohledu nadprůměrní a pokud mají zájem, vycházíme vstříc formou konzultací, úpravou zadání a hledání témat nad standardní obsah předmětů, nicméně to je velmi pracné a neefektivní. Díky spolupráci se středními školami víme, že ani tam není situace jednoduchá a jedná se tedy o stav, se kterým musíme pracovat.

V tomto ohledu považujeme za zásadní průlom aktivity ČAS ve spolupráci se zástupci středních škol v oblasti aktualizace RVP, spolu s dalšími relevantními podklady z dílny ČAS. Za nový problém nyní považujeme další rozvoj. Jak bylo předesláno v předchozím textu, BIM je nyní klíčovou metodou pro posun stavebnictví do budoucnosti, nicméně témat stavebnictví 4.0 je daleko větší množství a tato témata je nutná propojovat. Na FSV máme představu o tom, o jaká témata jde a jak jsou více či méně relevantní. Stále však čelíme tomu, že se nejedná o témata nahrazující ta současná, ale spíše o témata doplňující. Je toho zkrátka daleko více, co učit, ale není na to v osnovách čas a domníváme se, že ani neexistují témata, která bychom mohli opustit a tím těm novým udělat prostor. V tomto ohledu bude jistě fakulta postupovat stejně jako v případě BIM, tedy postupným začleňováním moderních témat do existujících struktur, nicméně i v tomto případě platí, že časový fond není nevyčerpatelný. To nepřímou souvisí i s jiným obecným problémem současného technického vysokého školství (a asi obecně technického vzdělávání) a to je fakt, že zásadně ubývá studentů, kteří by měli o studium technických předmětů zájem. Hraje v tom roli mnoho různých příčin, které nejsou předmětem tohoto dokumentu, nicméně jedná se o zásadní problém, který je třeba systémově řešit. Nejen že potřební odborníci na trhu práce prostě nebudou, ale z hlediska témat relevantních pro tuto zprávu je nízký počet studentů stavebních oborů příčinou toho, že je obtížné vytvořit a realizovat novou specializaci (třeba právě na BIM), protože čistě z titulu omezeného celkového množství studentů pak dochází k mělnění studijních skupin a výsledné neefektivitě celého systému, kterou si školy dovolit nemohou.

Významným problémem je také stále nedostatečná připravenost praxe. Cílový stav a možnosti BIM jsou dnes stále ještě velmi daleko od reálného stavu v praxi. Musíme tedy studenty učit nejen jak to vše má nakonec být, ale i jak si poradit s tím současným stavem. Věnujeme se tedy takovým tématům jako je

zavádění BIM do organizace, tvorba smluvní dokumentace v prostředí bez standardů nebo komplexního datového standardu, odlišná situace v zahraničí atd. To jsou témata, která jsou v současnosti nutná, ale výhledově by snad mohla odpadnout, až dojde k lepšímu nasazení BIM v praxi a přenesení těchto osvědčených metod na střední a vysoké školy. Konsensus v praxi o tom, jaké jsou správné postupy, by vzdělávání významně ulehčil a FSv, jako nejen vzdělávací, ale i vědecká instituce, se skrze své aktivity i skrze spolupráci s praxí snaží v této oblasti pomoci. Tím spíše si však uvědomujeme, že je to úkol náročný a spíše dlouhodobý.

Vize a budoucnost

Krátkodobým cílem fakulty je nyní lépe začlenit problematiku celého životního cyklu projektu a moderních technologií do všech relevantních předmětů. Jedná se vlastně o takovou soustavnou činnost a BIM je v tomto ohledu klíčovou součástí výše řečeného. Co se týče na BIM přímo specializovaných předmětů, situace je v tuto chvíli stabilizovaná. Existují nějaké na BIM zaměřené předměty na různých úrovních a vše funguje poměrně dobře.

Dlouhodobým cílem fakulty je naopak do studijních programů a předmětů začlenit další témata stavebnictví 4.0, jak již bylo zmíněno a to samozřejmě ve vazbě na BIM. U některých takových témat bude postupováno stejně jako v případě BIM, tam je to jednoduché (to jsou zejména moderní metody), ale vnímáme také existenci obtížněji uchopitelných témat, jejichž implementace do současného vzdělávacího systému bude významně náročnější. Jedná se o taková témata, která v současné chvíli na FSv komplexně vyučována nejsou a není tedy snadné najít způsob, jak je do existujících plánů zařadit. Jedná se často o témata související s modernizací státní správy (nové právní předpisy a další požadavky, digitalizace schvalovacích procesů, digitální vystavené prostředí, automatizace s využitím big data, rozvoj cloudových řešení atd.). V tuto chvíli lze tato témata řešit formou volitelných předmětů, nicméně jak bylo naznačeno v předchozí kapitole, možnosti fakulty i kapacita studentů jsou v tomto směru velmi omezené (tj. nelze vytvářet předmět pro jednoho studenta).

FSv se dále plánuje věnovat rozvoji ČŽV, nicméně spíše jako doplňkové činnosti. Vnímáme potřebu trhu se v této oblasti dozdělat a FSv ve spolupráci s jinými relevantními organizacemi a dalšími univerzitami podniká potřebné kroky, aby byly tyto potřeby uspokojovány. Hlavní činnost fakulty je však jinde, takže vítáme jakékoliv aktivity v této oblasti ze stran jiných subjektů.

1.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

Činnost fakulty v oblasti BIM je realizována zejména skrze vzdělávací programy a jednotlivé katedry. Existují však také fakultní aktivity, které jsou pedagogicky přímo zaměřené, ale nelze je k programům přiřadit, nebo které jsou primárně zaměřeny jiným směrem, ale výuku významným způsobem doplňují. Vybrané aktivity jsou zde zmíněny, přičemž seznam není z důvodů omezeného rozsahu zprávy úplný a týká se jen těch aktivit, které mají přímou souvislost se vzděláváním.

CELOŽIVOTNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Ve spolupráci se stavebními fakultami VUT v Brně a VŠB-TU Ostrava byl v roce 2019 představen koncept kurzů celoživotního vzdělávání (CŽV) pro praxi. Z jednání mezi děkany, praxí a Ministerstvem průmyslu a obchodu (MPO), zastoupeným mimo jiné také nově vzniklou Českou agenturou pro standardizaci (ČAS), vyplynulo, že vysoké školy jsou jedny z mála institucí, které by byly komerčně nezávislé a měly dostatečnou odbornost pro poskytování vzdělávacích kurzů zaměřených na praxi. Zatímco studenti VŠ – absolventi – odchází do praxe každý rok s větším množstvím znalostí týkajících se BIM, daleko větší část trhu v době studií neměla možnost se s metodami BIM seznámit. Praxi se tak často nedostává základních znalostí v oblasti BIM, na které by následně mohly navazovat profesionální konzultační společnosti, které pomáhají podnikům BIM realizovat na konkrétní úrovni.

Tuto mezeru ve vzdělávacím procesu se na základě iniciativy děkanů stavebních fakult podařilo zaplnit. Od roku 2019 proběhlo množství běhů úvodního kurzu a existují již tři další navazující kurzy, které jsou pravidelně vypisovány. Činnost v oblasti CŽV byla bohužel významně narušena v letech 2020-2021 v důsledku koronavirové krize.

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST

Klíčovou činností fakulty je kromě pedagogické činnosti i vědecko-výzkumná činnost. Pokud je to možné, studenti jsou zapojováni, v rámci svých závěrečných prací, do dílčích aktivit grantových projektů nebo publikační činnosti v oblasti BIM. Tento druh aktivity je bohužel koordinčně velmi náročný, proto není uplatňován systémově, ale spíše vůči vybraným studentům, kteří projevují proaktivní zájem nebo se tématu BIM samostatně věnují. Významnou roli v propojování vědecko-výzkumné činnosti a vzdělávání hrají studenti doktorských programů, kteří se na vědecko-výzkumné úrovni problematice BIM často věnují

z vlastní iniciativy v rámci svých studijních aktivit.

Příkladem může být publikační činnost na zahraničních konferencích a v odborných časopisech. Odborníci z ČVUT FSV publikují také v ČR. Nezřídka mají prezentovaná vědecká data základ v některé studentské závěrečné práci. Na FSV existují také grantové projekty pro mladé vědecké pracovníky (zejména studenty doktorského studia nebo čerstvé absolventy), které umožňují zapojení a výplaty účelových stipendií i magisterským studentům. Tímto způsobem tak mohou vznikat kvalitní výstupy, které jsou současně uplatňovány ve výuce.

Součástí vědecko-výzkumné činnosti je také vznik množství odborných publikací, zejména monografií (odborných knih) a samozřejmě odborných článků (do zahraničních i lokálních periodik). Seznam takových publikací je rozsáhlý a není smyslem této zprávy.

SPOLUPRÁCE S PRAXÍ A STÁTNÍM SEKTOREM

Spolupráce s praxí a státním sektorem je aktivita, která se vyvinula na fakultě v oblasti BIM teprve v nedávných letech. V rámci své doplňkové činnosti poskytuje fakulta odborné konzultace firmám i státním institucím. V případě, že je to možné, jsou i do této aktivity studenti zapojeni v rámci svých závěrečných nebo semestrálních prací. Vzhledem k omezené odbornosti studentů je však míra jejich zapojení možná jen částečně. Ve větší míře jsou naopak zapojováni studenti doktorských programů.

Příkladem může být spolupráce FSV s Odborem výstavby a investiční činnosti na Rektorátu ČVUT v rámci projektu BIMlab, který poskytuje konzultační služby veřejnosti, ale zároveň umožňuje studentům se do těchto aktivit zapojit. Jiným příkladem může být spolupráce fakulty na překladu výkladového slovníku BIMDictionary, do kterého byli zapojeni i studenti doktorského studia. V neposlední řadě i spolupráce s odbornými nebo státními organizacemi jako je ČAS nebo CzBIM, které často vycházejí vstříc studentům při zpracování jejich závěrečných prací.

Dalším příkladem je zapojení pracovníků FSV do tvorby a naplňování Koncepce zavedení BIM v ČR. Pracovníci fakulty jsou v současnosti zapojeni do pracovních skupin v rámci tvorby architektury datového standardu v podmínkách ČR, který má dát technický a legislativní rámec využití BIM v praxi.

SPOLUPRÁCE SE ZAHRANIČÍM

Spolupráce se zahraničím je v pedagogické oblasti na téma BIM rozvíjena zejména formou specializovaných přednášek ve vybraných studijních předmětech nebo mimo standardní studijní plány. Ať už se jedná o zahraniční návštěvy nebo hostující profesory, existuje snaha je nějakým způsobem do výuky BIM zapojit. Podobným způsobem fungují i odborníci z fakulty v zahraničí.

Dalším způsobem, jak je spolupráce se zahraničím využívána při výuce, je přenos zahraničních zkušeností. V rámci další činnosti specialistů na BIM z fakulty se tyto dostanou do zahraničí nebo do kontaktu s jinými zahraničními univerzitami, odkud získávají nové poznatky a zkušenosti, které následně předávají studentům, zejména formou případových studií a ukázek.

Třetím způsobem, jak je spolupráce se zahraničím uplatňována při výuce, jsou zahraniční studijní pobyty. Studenti jsou pozitivně motivováni ke studiu v zahraničí, kde se mohou setkat s tématem BIM a v případě, že se mu chtějí podrobněji věnovat, je tato spolupráce koordinována českým pedagogem – jedná se zejména o závěrečné práce.

UPLATNĚNÍ ABSOLVENTŮ

Absolventi fakulty se dnes běžně uplatňují v praxi na pozicích zaměřených na BIM. Jedná se zejména o činnost BIM koordinátorů nebo BIM manažerů, případně o standardní profese (architekt, projektant apod.) se zaměřením na BIM. Poptávka po absolventech FSV (ale lze asi obecně říci po absolventech se stavebně-technickým vzděláním) je tak vysoká, že uplatnění najde každý absolvent a většina studentů dostává nabídky již v průběhu studia. Nelze tedy relevantně posoudit, zda má výuka BIM na toto nějaký vliv.

1.2 Úroveň studijních programů

1.2.1 STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ (SI)

Stavební inženýrství je bakalářský a navazující magisterský studijní program. Jedná se o stěžejní stavebně zaměřené studijní programy na fakultě. Z hlediska výuky BIM se dotýká největšího množství znalostních oblastí a v tomto kontextu je také implementace BIM v tomto programu nejdále a prošla nejzajímavějším vývojem.

Studijní program stavební inženýrství se od 3. roku studia dělí na specializace. První dva roky studia jsou společné pro všechny specializace. Výuka se v nich zaměřuje zejména na vytvoření teoretických základů pro navazující specializace, které jsou již ve větší míře aplikované. Po ukončení bakalářského studia navazuje magisterské studium, ve kterém většinou studenti pokračují ve specializaci, kterou si zvolili v rámci bakalářského studia (je-li to možné), nebo si volí zaměření jiné.

Strategie

Výuka BIM je v programu SI realizována třístupňově.

- První stupeň předpokládá seznámení studentů s problematikou BIM na úrovni společného minima.
- Druhý stupeň předpokládá seznámení studentů s problematikou BIM na úrovni minima pro zaměření v jimi zvolené specializaci.
- Třetí stupeň předpokládá rozšiřování znalostí prvního a druhého stupně v oblasti jiných specializací nebo v oblasti dalšího prohlubování zvolené specializace.

Kromě této uvedené struktury je na FSV podporován vznik povinně volitelných, ale zejména volitelných předmětů, které se tématem BIM zabývají. Nabídka volitelných předmětů je na třístupňovém systému nezávislá, přestože je s ním kompatibilní. Vyučující ve volitelných předmětech mohou požadovat návaznost na některý ze základních předmětů a mohou stavět na tam dosažených znalostech. Nabídka volitelných předmětů je v gesci jednotlivých kateder.

PRVNÍ STUPEŇ

Na základě mnohačetných iterací v oblasti výuky bylo identifikováno společné minimum pro všechny studenty programu SI, které je vyučováno v prvním ročníku v rozsahu 1+1 (tj. jedna přednáška a jedno cvičení týdně).

Rozhodnutí vychází z následujících klíčových faktorů:

- 1/ Předchozí pokusy o tvorbu předmětu jako povinně volitelného nebyly efektivní kvůli nemožnosti na předmět plně navazovat a tím docházelo k opakování probírané látky. Proto je klíčové, aby společný předmět byl realizován jako povinný.
- 2/ Předmět musí být zařazen v rané fázi studia, aby bylo možné na něj navazovat.
- 3/ Čím více látky je do společného předmětu zahrnuto, tím větší množství témat je mimo definici „společného základu“.
- 4/ Čím podrobněji se problematika BIM probírá, tím vyšší požadavky jsou kladeny na studenty v oblasti znalostí z jiných odborných předmětů.

Zejména na základě střetu výše popsaných faktorů lze BIM zařadit buď ve velkém rozsahu později ve studijním plánu, nebo v omezeném rozsahu na jeho začátku. Při pozdějším zařazení do výuky ale ve studijních plánech není dostatečný prostor na potřebné návaznosti, proto se jako jediné možné řešení ukázala varianta základního předmětu v úvodu studia o spíše nižším rozsahu.

Vzhledem k zaměření vysokého školství a probíhající spolupráci se sekundárním stupněm vzdělávání jsou v této fázi klíčové přednášky, které musí pružně reagovat na vývoj tématu a poukázat na skutečnost, že BIM není pouze nový typ nástroje, nýbrž se jedná o komplexní metodu. Na druhou stranu musí být tyto teoretické základy doplněny alespoň základní praktickou znalostí zaměřenou na pochopení principů objektově orientovaného parametrického modelování. Výhledově budou s touto znalostí přicházet žáci ze středních škol, nikoliv však z gymnázií. Navíc oproti povinnému základu v rámci prvního stupně, je toto řešeno doplňkovou sestavou volitelných předmětů (jako je tomu např. v jiných studijních předmětech, kde jsou rozdíly mezi SPŠ a gymnázii vyrovnávány).

DRUHÝ STUPEŇ

Stanovení obsahu předmětů v rámci druhého stupně závisí na zaměření vyučovacího předmětu. Jedná-li se o existující vyučovací předmět, je v závislosti na odbornosti pedagogů postupně do výuky začleňována metoda BIM. Například v předmětu zaměřujícím se na kalkulace a rozpočtování je výuka rozšířena o zpracování výkazu výměr s využitím informačních modelů apod. Pokud se jedná o předmět specializovaný na BIM, je důraz kladen na prohloubení znalostí z prvního stupně v daném zaměření, tj. např. v případě specializace na projektové řízení se jedná o BIM v kontextu smluvního zajištění, rozhodování o implementaci nebo analýzu modelu, v případě specializace na pozemní stavitelství naopak o projektování v BIM, v případě specializace na komplexní kvalitu staveb o využití BIM pro stavebně energetickou optimalizaci, environmentální hodnocení konstrukcí a staveb, v případě oborů zaměřených na TZB pak využití BIM pro navrhování systémů TZB apod. Druhý stupeň lze realizovat i formou povinně volitelných předmětů, přičemž je kladen důraz na to, aby nedocházelo k opakování znalostí z prvního stupně, ale o jejich prohlubování a aktualizaci.

TŘETÍ STUPEŇ

Třetí stupeň výuky je realizován zejména v navazujících magisterských studijních programech, a to formou povinně volitelných předmětů, ve výjimečných případech i povinnými specializovanými předměty. Specializované povinné předměty dále rozvíjejí téma BIM u těch specializací, které jsou s BIM úzce propojeny (zejména specializace, spojené s činností koordinátora a manažera BIM). Totéž lze říci i o povinně volitelných předmětech, které jsou ale v nižší dotaci. Povinně volitelné předměty ve třetím stupni jsou zároveň zaměřeny na prohloubení multioborové odbornosti studentů. V rámci systému jsou tak jako povinně volitelné nebo volitelné předměty nabízeny zjednodušené varianty z druhého stupně na specializacích jiného zaměření. Studenti pozemního stavitelství se tak mohou vzdělat v omezené míře i v oblasti BIM z hlediska projektového řízení, studenti projektového řízení se mohou zlepšit ve schopnostech modelování a projektování apod.

Obsah

Náplň výuky a způsob její realizace přímo souvisí se specializací a je tedy třeba se každé specializaci věnovat odděleně.

Všechny specializace na programu Stavební inženýrství mají v kontextu BIM povinný předmět (první stupeň) v prvním ročníku o dotaci 1 přednáška a 1 cvičení týdně. V rámci tohoto předmětu se studenti seznámí v širším slova smyslu s tématem digitalizace stavebnictví a základními termíny z oblasti informačního modelování. Zaměření předmětu je orientováno zejména na osvojení základních teoretických poznatků a na úvod do jednotlivých kapitol BIM. Cvičení jsou pak orientována na zvládnutí základního softwarového nástroje pro tvorbu modelů. Cílem v tomto úvodním předmětu není projektování v BIM, ale spíše pochopení základních principů objektově orientovaného parametrického modelování. Vzhledem ke kapacitním a logistickým omezením bylo nutné zvolit pro demonstraci těchto principů jednu platformu. Vzhledem k zastoupení na trhu padlo ve vedení fakulty rozhodnutí, že základní nástroje pro výuku BIM budou na platformě Autodesk. Studenti však mají možnost po konzultaci zpracovávat úlohy i v jiných softwarových nástrojích, které ovládají (díky vstřícnosti dodavatelů fakulta pro modelování disponuje licencemi nejen na Autodesk Revit, Civil3D apod., ale také na Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan, Bricsys BricsCAD a další).

Vybrané softwarové nástroje (zejména nástroje na modelování) jsou v rámci celého studia nabízeny studentům jako volitelné předměty.

Vzhledem k tomu, že standardní délka strukturovaného studia činí 4 + 1,5 roku, snažíme se v začátcích studia předávat studentům spíše obecně platné teoretické znalosti a základní praktické dovednosti, na kterých potom mohou stavět. Teprve až ve třetím stupni se zaměřujeme na opravdu konkrétní témata (např. aktuální stav zavádění BIM v ČR), aby absolventi odcházeli s co nejvíce aktuálními informacemi. Ne vždy je to však kvůli časovým možnostem v rámci programů možné, nicméně ti studenti, kteří se v praxi chtějí BIM zabývat, si většinou na toto téma volí závěrečné práce, tedy informace mají aktuální.

POZEMNÍ STAVBY

Zaměření Pozemní stavby představuje v procesu BIM jednu z klíčových rolí z hlediska tvorby modelu a kvality dat, se kterými pracují další odbornosti. Tvorba konstrukčního modelu BIM by měla navazovat na model a data z předchozí fáze tvorby architektonického konceptu.

V celém procesu výuky BIM na specializaci Pozemní stavby je naprosto klíčové striktně oddělovat výuku obecných principů konstrukčního navrhování staveb a výuku tvorby datového modelu. Výuka musí nadále pokrývat a rozvíjet odbornost studentů v oblasti koncepčního řešení konstrukcí pozemních staveb a komplexního návrhu stavby, v oblasti stavební fyziky (tepelná technika, akustika, osvětlení), zdravotní nezávadnosti a požární bezpečnosti staveb a specificky pokrývat oblast rekonstrukcí staveb. BIM může v tomto procesu sloužit jako účinný nástroj, nikoliv jako cíl. Výuku na této specializaci zajišťuje převážně Katedra konstrukcí pozemních staveb, nicméně v některých případech dochází k zapojení odborníků i z jiných kateder.

Pro výuku BIM na specializaci Pozemní stavby je důležitá základní znalost tvorby modelu získaná v 1. ročníku v rámci společného předmětu (1. stupeň), která představuje první stupeň výuky BIM. Cvičení z tohoto předmětu jsou koncipována právě tak, aby si studenti osvojili základní principy tvorby modelu z hlediska logiky konstrukčního navrhování i tvorby dat, přičemž znalosti z oblasti tvorby technické dokumentace získávají studenti z gymnázií v jiném předmětu. Základní dovednost tvorby modelu BIM umožňuje studentům použít tyto znalosti ve cvičeních z předmětů Konstrukce pozemních staveb, v Projektech atd.

Druhý stupeň výuky BIM je reprezentován navazujícím povinně volitelným předmětem, který je zaměřen zejména na pokročilé techniky modelování (tvorba složitějších konstrukcí, tvorba rodin...) a na tvorbu dat v BIM modelu. V současnosti probíhá restrukturalizace specializovaných předmětů BIM garantovaných jednotlivými katedrami, které tvoří druhý stupeň vzdělávání BIM. Výhodou je právě možnost navázat na obecné základy z předmětu v 1. stupni.

Třetí stupeň výuky BIM zastupuje nabídka volitelných předmětů, které jsou zaměřeny na parametrické modelování (Revit + Dynamo, Rhino + Grasshopper, atd.) a na pokročilé analýzy v oblasti stavební fyziky, zejména tepelné techniky a využití BIM v oblasti analýz osvětlení a oslunění, požární ochrany staveb a hodnocení komplexní kvality staveb, případně na prohloubení znalostí modelování pro konkrétní platformu.

Zejména pro 3. stupeň je klíčové, aby studenti vstupovali do těchto předmětů vybaveni teoretickým základem ze specializovaných předmětů a byli schopni analyzovat výsledky z použitých SW, případně je ověřit či konfrontovat s normovými výpočtovými postupy a právními předpisy.

Stěžejní linie výuky na specializaci je tedy následující:

- ▶ První stupeň: Úvod do BIM (1. ročník bakalářského studia).
- ▶ Druhý stupeň: BIM pro pozemní stavby 1 (povinně volitelný předmět).
- ▶ Třetí stupeň: BIM pro pozemní stavby 2, BIM Graphisoft Archicad (volitelné předměty).

KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Ve specializaci Konstrukce a dopravní stavby, která začíná od třetího ročníku, studenti navazují na úvodní předmět v 1. ročníku dalším povinným předmětem (druhý stupeň) zaměřujícím se podle volby studenta na Dopravní stavby či Inženýrské konstrukce. Významným specifickým dopravních staveb je jejich prostoro-ové umístění (tj. potřeba spravovat informační modely jako geografická data) a velká rozdílnost jednotlivých dopravních staveb z hlediska geologie, terénních, klimatických, provozních a dalších podmínek. V dopravním stavitelství hovoříme převážně o vzájemně propojených liniových stavbách na rozdíl od

pozemního stavitelství, kde se vyskytují bodové stavby (umístěné převážně na soustředěném prostoru se složitějším vnitřním uspořádáním). Toto specifikum zaměřuje výuku problematiky BIM na přípravu informačních modelů a patřičných SW nástrojů a jejich využití během realizace projektu. Při vzdělávání není opomenuta ani správa dat informačních systémů (geografických, geotechnických apod.), které mají jasně definovanou vazbu na informační model stavby.

Výuka je realizována formou nástrojů informačního modelování. Studenti se učí zpracovávat podklady z databází a určovat kubatury odpovídající skutečnosti při realizaci. Využívají se informační modely stavby inženýrských staveb (jako podklad pro zpracování dalšího stupně projektové dokumentace), které jsou rozšiřovány, doplňovány a zpřesňovány. Vyučovány jsou také nástroje pro analýzu kolizí v projektu a pro provádění výpočtově složitě analýzy a vyhodnocení variant za účelem návrhu optimální varianty inženýrské konstrukce.

Z hlediska navrhování liniových staveb je zásadním problémem pro vytváření BIM modelu získání relevantních vstupních dat, především geodetických, případně geologických/geotechnických. Je nutné naučit studenty oboru KD pracovat i s otevřenou verzí formátu STL tak, aby byli schopni implementovat do BIM modelu i terén a případně i geologická rozhraní v místech, kam konstrukci umísťují. Studenti zaměření KD musí mít v rámci druhého, ale hlavně třetího stupně výuky BIM, základní vědomosti o zpracování geodetických a geologických dat. Ta jsou většinou vytvářena v jiných nástrojích, než jsou nástroje používané pro samotné modelování. To zvyšuje požadavky na časovou dotaci, a přestože se jedná spíše o suplementární znalosti, jsou pro zvládnutí celého procesu navrhování liniových staveb s využitím BIM důležité.

MANAGEMENT VE STAVEBNICTVÍ A STAVEBNÍ MANAGEMENT

Specializace Management ve stavebnictví se transformovala do samostatného studijního programu, kterému se věnuje jiná část této zprávy. Výuka v rámci zaměření management ve stavebnictví nadále probíhá a pro úplnost a komplexnost zprávy zde tedy zůstává i popis této specializace. Tu si studenti mohou zvolit od třetího ročníku studia, navazuje na úvodní předmět v 1. ročníku dalším povinným předmětem (druhý stupeň) zaměřujícím se na počítačovou podporu řízení a BIM. Tento předmět o značné dotaci (2 hodiny přednášek a 5 hodin cvičení týdně) je vyučován blokově. Druhý blok (polovina semestru) je věnován dalšímu prohlubování znalostí BIM. Přednášky jsou zaměřeny na upřesnění problematiky BIM, zejména v kontextu implementace na trhu a do podniků činných ve výstavbě, change managementu, legislativě, contractingu, spolupráci a využívání souvisejících dat. Navzdory tomu, že absolventi specializace nebudou projektanti, ale projektoví manažeři, stavbyvedoucí, rozpočtáři apod., považujeme zde za důležité dále prohloubit základní znalost práce s modely, čemuž jsou věnována cvičení předmětu. Absolventi se tak stanou univerzálně technicky a manažersky vzdělanými odborníky se širokou možností uplatnění na trhu práce.

Třetí stupeň výuky BIM navazuje na druhý stupeň v prvním ročníku magisterského studia programu Projektový management a inženýring, předmětem Informační modelování staveb. Zde jsou studenti v povinném předmětu o celkové dotaci 1 hodina přednášek a 3 hodiny cvičení týdně dále seznamováni s problematikou. Oproti druhému stupni mají studenti již nyní dostatečné znalosti z jiných odborných oblastí (jako jsou kalkulace a rozpočtování, příprava a řízení staveb, časové plánování, organizace stavebního procesu apod.), takže je možné efektivně do výuky začlenit odbornější a velmi specifické přednášky a specializované softwarové nástroje. Přednášky sestávají zejména z přednášek externích spolupracovníků. Snahou vzdělávacích aktivit na třetím stupni je prohloubit vazbu na praxi, ale jsou zde i další teoretické přednášky, zaměřující se zejména na tvorbu zadávacích požadavků a řízení projektu s využitím BIM (smluvní zajištění, příprava požadavků zadavatele a jejich formulace do plánu realizace BIM nebo dalších dokumentů, činnost manažera a koordinátora BIM, implementace BIM v projektu a podniku, implementace BIM na trhu, význam datového standardu pro řízení projektu apod.) Cvičení předmětu se soustředí na zvládnutí nástrojů pro práci s modelem (vykazování, časové plánování, operativní řízení s využitím modelu apod.) Obsah předmětu je každý semestr obměňován v kontextu aktuálního vývoje.

Stěžejní linie výuky na specializaci nad rámec standardní integrace BIM do existujících předmětů je tedy následující:

- ▶ První stupeň: Úvod do BIM (1. ročník bakalářského studia).
- ▶ Druhý stupeň: Počítačová podpora řízení a BIM (3. ročník bakalářského studia).
- ▶ Třetí stupeň: Informační modelování staveb (1. ročník navazujícího magisterského studia).

Stěžejní linie výuky BIM je doplňována dalšími předměty, které standardně nejsou na BIM zaměřeny, ale BIM v nich lze jako nástroj rovněž využívat. Příkladem může být magisterský předmět Kalkulace inženýrských staveb, který je zaměřen na kalkulace a rozpočtování, nicméně v rámci části cvičení studenti pracují s modelem, který byl vytvořen v předchozím předmětu Počítačová podpora řízení a BIM. V předmětu zaměřeném na kalkulace a nabídky se například v současné době jedná o zavedení nových nástrojů do výuky tak, aby bylo možné si ukázat, jak lze model importovat do nástroje pro rozpočtování. Magisterský předmět Facility Management zase ukazuje princip importování modelu do nástroje pro FM. V podobném duchu jsou realizovány i další předměty, ve kterých lze s BIM nalézt souvislost.

Jiné postavení má navazující magisterský program Stavební management (u kterého dochází k nové akreditaci s novým názvem Řízení stavebních projektů). Jde o magisterský obor, který přímo nenavazuje na specializaci Management ve stavebnictví. Jedná se o komprimovanou obdobu oboru Management a ekonomika ve stavebnictví pro absolventy jiných bakalářských studijních programů nebo specializací, která je rozšířena o další odborná témata, která nebyla vyučována na bakalářském stupni studia. I zde je realizována výuka třetího stupně BIM, podobně jako v programu Projektový management a inženýring. Jedná se o agregovanou obdobu výše uvedených vyučovacích předmětů o dotaci 1 hodina přednášek a 3 hodiny cvičení týdně. K postupnému začleňování BIM do existujících předmětů je přístupováno obdobně s ohledem na fakt, že studenti tohoto programu jsou často z různých specializací a nelze tedy v oblasti BIM počítat s jednotnou znalostní základnou.

V rámci specializace jsou studenti motivováni a mají možnost si jako volitelné předměty zapsat i předměty, které jsou primárně určeny pro jiné specializace. Například budoucí rozpočtář se tak může dále v rámci volitelných předmětů dovědět v oblasti projektování, pokud má zájem, přestože by se s touto odborností v rámci svého povinného studijního plánu nesetkal.

Závěrečné práce na specializaci Management ve stavebnictví jsou cca z 5-10 % zaměřeny na BIM. Na oboru Projektový management a inženýring to bývá spíše 10-15 %. U oboru Stavební management se toto liší každý rok, nicméně jedná se také o 5-15 % prací.

PŘÍPRAVA, REALIZACE A PROVOZ STAVEB

Specializace Příprava, realizace a provoz staveb navazuje na úvodní předmět ve 4. ročníku dalšími povinnými předměty (druhý stupeň). Základní předmět s hodinovou dotací 2 hodiny přednášek + 2 hodiny cvičení se zaměřuje na potenciál využívání komplexního BIM pro přípravu a realizaci staveb, i s výstupy z realizace pro správu stavby a další fáze životního cyklu. Základem je seznámit studenty s požadavky na projektový a realizační model a podmínkami pro jeho využívání a další rozpracování a využívání. Po absolvování předmětu by studenti měli být schopni identifikovat základní požadavky pro další využití BIM modelu v realizaci a ve správě stavby spolu se znalostí základních postupů, které to umožňují. V rámci jednoho základního modelu dále studenti rozvíjejí získané znalosti v návazných předmětech zabývajících se správou staveb s hodinovou dotací 3 hodiny přednášek + 2 hodiny cvičení (zhruba pětina semestru) a plánováním bezpečnosti práce při provádění s hodinovou dotací 4 hodiny přednášek + 2 hodiny cvičení (zhruba pětina semestru). Získané znalosti uplatní studenti především při výkonu profesí přípravitelů, stavbyvedoucích, projektových manažerů, rozpočtářů apod.

Třetí stupeň je realizován v prvním ročníku navazujícího magisterského studijního oboru Příprava, realizace a provoz staveb. Studenti zde rozvíjejí komplexnost modelu o manažerské a časové řízení projektu v předmětu s hodinovou dotací 3 hodiny přednášek + 3 hodiny cvičení (zhruba čtvrtinu semestru) a dále, opět na jednom modelu postupujícím více předmětů, řeší zejména kolize modelu v přechodu mezi projektovým a realizačním modelem – předmět s hodinovou dotací 3 hodiny přednášek + 2 hodiny cvičení (zhruba čtvrtina semestru), přechod mezi projektovým, realizačním a zejména provozním modelem v předmětu zabývajícím se řízením a správou staveb s hodinovou dotací 3 hodiny přednášek + 2 hodiny cvičení (zhruba třetina semestru). V rámci magisterského studia řeší studenti zejména kolize mezi jednotlivými typy modelů s cílem připravit se definovat požadavky BIM již pro projektanta tak, aby

pozdější zásahy do modelu byly co nejnazší a nebylo nutné pro každou fázi životního cyklu stavby vytvářet specifický (vlastní) BIM model.

Stěžejní linie výuky nad rámec standardní integrace BIM do existujících předmětů je tedy následující:

- ▶ První stupeň: Úvod do BIM (1. ročník bakalářského studia).
- ▶ Druhý stupeň: Informační technologie L, Provozování a správa budov L a BOZP při práci ve stavebnictví (4. ročník bakalářského studia).
- ▶ Třetí stupeň: Příprava a řízení projektů, využití výpočetní techniky, Kvalita ve stavebnictví a soudně znalecká činnost, Řízení správy, provozu a údržby budov (1. ročník magisterského studia).

V rámci specializace jsou studenti motivováni a mají možnost si jako volitelné předměty zapsat i předměty, které jsou primárně určeny pro jiné specializace.

Závěrečné práce na specializaci Příprava, realizace a provoz staveb jsou cca z 10 % zaměřeny na BIM a to jak v bakalářském, tak v magisterském programu.

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VODNÍ STAVBY

V rámci specializace a oboru Vodní hospodářství a vodní stavby je informační modelování dlouhodobě využíváno v rovině Geografických Informačních Systémů (GIS). V tomto smyslu se uplatňuje při hydrologickém modelování srážkoodtokového procesu, transportních procesů šíření znečištění a sedimentů v povodí a plánování protipovodňových a protierozních opatření. V posledních letech jsou tyto metody využívány také pro tvorbu specializovaných map s odborným obsahem, kde jsou využívány možnosti propojení grafické distribuce dat v prostoru a čase a jejich interpretace včetně linků do specializovaných databází. Významného uplatnění GIS bylo dosaženo také např. v oblasti distribuce různých kategorií majetku a osob v záplavových územích pro potřeby objektivních postupů odhadu povodňových škod s přesahem do kvantifikace povodňových rizik a plánování protipovodňových opatření s využitím analýzy nákladů a užitků. V oblasti BIM jsou do výuky zařazovány první příklady teprve postupně, a to přednostně v oblastech, které jsou k tomu nejvhodnější. Jedná se o liniové stavby a objekty z oblasti zdravotně vodohospodářských staveb. Výuka v rámci volitelného předmětu Informační modelování staveb ve VH byla v uplynulém období s ohledem na distanční výuku redukována a nyní se opět začíná obnovovat. Významná je spolupráce s velkými vodohospodářskými projekčními firmami, které tyto postupy začínají implementovat při projektování nejvýznamnějších staveb. Zástupci společnosti SWECO např. studentům prezentovali BIM model projektu Nové linky Ústřední čistírny odpadních vod Praha, přehrady Kadaň na Ohři a přístavu Nové Veselí. Připravuje se také spolupráce s Ředitelstvím vodních cest při zahrnutí prvních zkušeností s tvorbou BIM modelů významných infrastrukturních staveb na vodních cestách (plavební komory a přístavy) do výuky. Plánem je využití BIM také pro provozní fázi vodohospodářských objektů po celou dobu životnosti těchto konstrukcí s možností plánování činnosti technickobezpečnostního dohledu významných hydrotechnických staveb. Téma BIM je rovněž postupně uplatňováno v rámci diplomových a bakalářských prací.

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB

V bakalářské specializaci Požární bezpečnost staveb se studenti seznamují s přípravou na využití BIM pro celý životní cyklus stavby od návrhu k demolici. V požární bezpečnosti aktivních ale i pasivních prvků je údržba pro bezpečnost rozhodující a BIM je jedním z podpůrných prostředků na zajištění spolehlivosti návrhu.

V navazujícím magisterském programu Integrovaná bezpečnost staveb se studenti seznamují s přípravou na návrh BIM pro celý životní cyklus stavby a trendy jeho rozvoje s nástupem řešení pomocí BIG DATA. Na téma BIM požární bezpečnosti jsou zpracovávány diplomové práce, které řeší výpočet evakuace, odsunových vzdáleností, dokladů o revizi, řešení v bytových, administrativních, kulturních a sportovních stavbách.

OSTATNÍ SPECIALIZACE

Na fakultě stavební jsou dále vyučovány programy Inženýrství životního prostředí a Materiálové inženýrství. V rámci těchto zaměření je problematika BIM prozatím sledována, nedošlo k zapojení těchto programů do navrženého třístupňového systému.

1.2.2 ARCHITEKTURA A STAVITELSTVÍ (A+S)

Strategie

Program A+S je v bakalářském i magisterském stupni zaměřen zejména na komplexní teoretické a praktické zvládnutí problematiky architektonického a konstrukčního návrhu v návaznosti na zvládnutí esteticko-výtvarné problematiky. V tomto kontextu se absolventů týká BIM zejména jako nástroj pro tvůrčí a projektovou činnost a téma BIM je začleněno do existujících předmětů, zaměřujících se na počítačovou grafiku a navrhování pozemních staveb. Využití BIM je podporováno i v rámci ateliérové výuky a formou doplňkových volitelných a povinně volitelných předmětů, zaměřených zejména na praktické zvládnutí vybraných softwarových nástrojů.

Obsah

Studenti Architektury a stavitelství se setkávají s problematikou BIM poprvé v prvním semestru v rámci předmětu Grafická prezentace architektury, kdy jsou jim představovány základní nástroje a možnosti jejich využití pro převedení návrhu “z jejich hlavy” na nosné médium. Dále pak v rámci přednášek Úvodu do architektonického navrhování, kde se BIM věnují po teoretické stránce. Ve druhém semestru bakalářského studia si studenti povinně zapisují výuku jednoho z nástrojů pro projektování v BIM (nabízen je ArchiCAD nebo Revit). Volitelně se pak mohou vzdělávat dále jak v nástrojích, tak obecné problematice BIM. Ve třetím ročníku bakalářského studia byla do ateliérové tvorby včleněna počítačová podpora, která umožňuje se studenty individuálně pracovat a ukazovat jim, jak projektovat v BIM již od začátku návrhu. Studenti se tak zdokonalují v nástrojích BIM přímo na svých projektech. Počítačová podpora pro ateliérovou tvorbu byla zavedena již do všech předmětů typu ateliér, standardně začala být též při tvorbě architektonického návrhu využívána virtuální realita. FSV za tímto účelem uzavřela smlouvu o spolupráci s Virtuplexem. V závěrečném projektu – bakalářské práci – studenti zpracovávají projekt rodinného domu po stránce architektonické studie a jejího stavebního dopracování, přičemž si opět procvičují zejména nástroje BIM. V roce 2022 byla poprvé skupina šesti bakalářů vedena tak, aby při návrhu svých bakalářských projektů využívala virtuální prostředí.

V magisterském studiu je opět problematice BIM věnována pozornost zejména v aplikaci nástrojů BIM v rámci ateliérové tvorby a diplomové práce. Teoretické otázky jsou začleněny do povinného předmětu Úvod do profesní praxe.

Studenti mají možnost zdokonalovat se v problematice a nástrojích BIM v rámci volitelných předmětů nabízených jednotlivými specializovanými katedrami.

1.2.3 GEODÉZIE A KARTOGRAFIE (G+K)

Strategie

Program Geodézie a kartografie je zaměřen na dvě velké oblasti problematiky prostorových dat. První z nich jsou veškeré geodetické práce související s výstavbou či katastrem nemovitostí. V této oblasti je zřejmá návaznost na BIM v oblasti přípravy výstavby – geodetické zaměření a vytýčení stavby a předání podkladů pro jejich začlenění do projektu. Z hlediska BIM a geodézie je ještě významnější oblast zaměření skutečného provedení stavby a tím pádem možnost aktualizace dat v prostorovém modelu stavby. Druhou oblastí, kterou se zabývá výuka v programu Geodézie a kartografie, jsou geografické informační systémy (GIS). Zde je návaznost na BIM zcela zřejmá. Geografické informační systémy umožňují vytvářet, spravovat a analyzovat prostorová data a jsou vhodným doplňkem k BIM software. Propojení BIM a GIS tak umožňuje prostorová data v informačním modelu nejenom vytvářet a spravovat, ale i analyzovat a kombinovat s jinými zdroji prostorových dat. Velmi významně se v českém prostředí jeví tvorba Digitální technické mapy ČR obsahující prostorové informace o technické infrastruktuře pro potřeby územního

plánování, stavebního řízení a eGovernmentu. Obě oblasti (geodézie, GIS), které pokrývají velkou část výuky bakalářského i magisterského studia, jsou vyučovány s důrazem na moderní technologie, tedy i BIM. Toto téma je začleněno do existujících předmětů, zejména v oblastech výuky GIS a Inženýrské geodézie.

Program se dělí do dvou specializací – Geomatika a Inženýrská geodézie.

Obsah

Studenti jsou připravováni po celou dobu studia na práce související s BIM.

V prvních dvou ročnících bakalářského studia získávají teoretické a praktické dovednosti pro zaměřování a pasportizaci staveb, podkladů pro projekt a digitálních modelů terénu. S BIM jsou seznámeni na přednáškách Geodézie 2 v 1. ročníku, kde je vysvětlena základní logika, terminologie a vazby geodetických měření na LOD a tvorbu 3D modelu.

Ve 3. ročníku už mají studenti osvojeny základy geodetických prací i zpracování a analýzy prostorových dat. Jejich znalosti se prohlubují v předmětech Geografické informační systémy 2 (praktické využití GIS i v kombinaci s BIM) a Inženýrská geodézie (problematika geodetického měření na stavbách a s projekty stavebních objektů, návaznost na stavební řízení). V bakalářském studiu tak studenti dostanou základní informace o využití BIM v geodetické praxi nebo při správě prostorových dat ve veřejné správě. BIM software pak mohou využít i při zpracování svých bakalářských prací.

V magisterském studiu jsou rozvíjeny znalosti studentů ve dvou specializacích. Ve specializaci Inženýrská geodézie je v rámci předmětu Inženýrská geodézie 3 na přednáškách probírána problematika BIM z pohledu terminologie, standardizace, sdílení dat, formátu IFC a geodetických postupů pro docílení určitých úrovní LOD (LOG). Studentům jsou poskytovány ukázky BIM modelů z reálných měření. V navazujících předmětech Laserové skenování, Stavebně průmyslová geodézie a Základy automatizace v inženýrské geodézii si studenti prakticky zkoušejí pořizovat a vyhodnocovat data, která je možno využívat při tvorbě BIM modelů.

V druhé specializaci Geomatika jsou rozvíjeny znalosti v oblastech sběru, správy a analýzy prostorových dat. Zde problematika BIM souvisí s hromadným sběrem prostorových dat (fotogrammetrie, laserové skenování) a převedením těchto dat do objemových prostorových modelů. Další aspekty BIM jsou přednášeny v rámci magisterských předmětů ze skupiny výuky GIS. Zejména procedurální modelování, 3D vizualizace, nebo prostorové analýzy dat jsou témata, která s BIM úzce souvisí. Studenti mají možnost zdokonalovat se v problematice a nástrojích BIM v rámci volitelných předmětů nabízených jednotlivými specializovanými katedrami.

V rámci bakalářských a diplomových prací studenti geodeticky zaměřují reálné stavební objekty a vytvářejí BIM modely se základními informacemi.

1.2.4 STAVITELSTVÍ (ST)

Strategie

Program Stavitelství je zaměřen zejména na praktickou aplikaci znalostí při realizaci staveb. Jde o profesně zaměřený bakalářský program. Výhledově bude rozšířen ještě o navazující magisterský profesně zaměřený program. BIM na programu ST je považován za významnou součást a je realizován zejména formou ukázek a procvičování možností využívání komplexního BIM pro přípravu a realizaci staveb s přesahem pro jejich následné provozování. Cílem je ukázat studentům způsob využívání informací BIM modelu a jejich zpracování pro rozvíjení specifických požadavků přípravy a realizace staveb adekvátně k aktuálním potřebám stavební praxe a profilu absolventa. Přístup k výuce BIM v programu Stavitelství bude podobný jako v programu Stavební inženýrství s tím rozdílem, že do výuky bude v odborných předmětech začleněno větší množství odborníků z praxe. Díky tomu předpokládáme dynamický vývoj obsahu jednotlivých odborných předmětů pracujících s BIM modelem. Míra koordinace v programu ST bude vzhledem k jeho menší kapacitě (zapsaných studentů) a absenci specializací významně jednodušší a prostor pro samotnou výuku BIM bude striktně omezen na využití BIM nástrojů ve fázi přípravy a realizace pozemních, dopravních a vodních staveb. Výuka v oblasti projektování staveb v BIM tak bude významně omezena.

Obsah

Program Stavitelství má v kontextu BIM povinný předmět (první stupeň) v druhém ročníku o dotaci 1 přednáška a 1 cvičení týdně. V rámci tohoto předmětu se studenti seznámí v širším slova smyslu s tématem digitalizace stavebnictví a základními termíny z oblasti informačního modelování. Zaměření předmětu je orientováno zejména na osvojení základních teoretických poznatků a úvod do jednotlivých kapitol BIM. Cvičení jsou pak orientována na zvládnutí základního softwarového nástroje pro tvorbu modelů. Cílem v tomto úvodním předmětu není projektování v BIM, ale spíše pochopení základních principů objektově orientovaného parametrického modelování.

V dalších semestrech studia pak bude s BIM pracováno i v odborných předmětech zabývajících se jednotlivými fázemi přípravy a realizace staveb a jednotlivými profesemi při realizaci a přípravě staveb. Základní předmět pro práci s BIM mají studenti programu ST ve 4. ročníku s hodinovou dotací 2 hodiny přednášek + 3 hodiny cvičení. V rámci tohoto předmětu se studenti seznámí se vším, co je pro správné využití BIM modelu v realizaci nezbytné. Studenti budou mít znalosti týkající se tvorby modelu a aplikace pravidel využívání základních prvků (využívání datového standardu), povědomost o způsobech řízení projektu (projektovém řízení – BEP apod.), možnostech a pravidlech digitální komunikace s využitím sdílených úložišť nebo obdobných technologií (CDE), a také se základy smluvního práva (vazba na BIM protokol). Pro komplexní využití BIM modelu budou studenti též seznámeni s návrhovými SW, případně se SW umožňující simulace různých procesů a stádií stavby, jednotlivých technologií i jejich kombinací (tepelná technika, osvětlení, oslunění, větrání, vytápění, požár aj.). Pro využívání a propojení BIM modelu s časovým plánováním (simulace – virtuální výstavba) bude předmět vycházet ze znalosti základního plánování (čas, zdroje) vyučovaných v nižších ročnících programu. Předmět je záměrně zařazen do 7. semestru, neboť ke zvládnutí komplexnosti BIM je potřeba již mít odborné znalosti z jednotlivých profesních předmětů (Bezpečnost staveb, Realizace betonových konstrukcí, Realizace ocelových konstrukcí, Realizace dopravních staveb, Realizace vodohospodářských staveb, Kalkulace), ale zejména je potřeba zvládnout problematiku předmětů zabývajících se prostorovou, technologickou a časovou strukturou výstavby. Získané znalosti uplatní studenti především při výkonu profesí přípravářů, stavbyvedoucích, projektových manažerů, rozpočtářů apod.

1.2.5 BUDOVY A PROSTŘEDÍ, INTELIGENTNÍ BUDOVY

Strategie

Studenti navazujících magisterských programů Budovy a prostředí a Inteligentní budovy mají základy BIM z předchozích stupňů bakalářského studia. V rámci navazujícího magisterského programu pak mají možnost zpracovat své specializované projekty v prostředí BIM z oblasti technických zařízení budov pro navrhování a koordinaci systémů TZB (vzduchotechniky, vytápění, zdravotnické) a z oblasti konstrukcí pozemních staveb. V rámci volitelných předmětů pak mají studenti možnost prohloubení znalostí ve využití prostředí BIM v úrovni 6D a ve znalosti ovládnutí softwarových řešení pro simulaci energetického a environmentálního chování budov a integrovaného návrhu. Studenti mají k dispozici počítačové učebny vybavené příslušnými sw i hw umožňující použití BIM i 3D vizualizace.

Obsah

Specializovaný projekt se vyučuje ve 2 semestrech, navazuje na něj diplomová práce. Využití BIM a navazujících programů pro simulace je zahrnuto v povinném předmětu Modelování energetických systémů budov, kde se řeší modelování budov a systémů TZB – především systémů vytápění, větrání a dále ve volitelných předmětech zaměřených na aplikaci BIM pro jednotlivé oblasti. Pro diplomové práce studenti aktivně participují na vývoji knihoven a integraci inženýrských výpočtových programů do prostředí BIM.

1.2.6 MANAGEMENT A EKONOMIKA VE STAVEBNICTVÍ

Strategie

Předchůdce tohoto programu je obor Stavebního inženýrství Management ve stavebnictví a jeho navazující magisterský obor Projektový management a inženýring. Strategie programu je tedy velmi podobná specializaci, která byla pro úplnost zahrnuta do této zprávy v rámci programu Stavební inženýrství. Jedná se

tedy o program pro budoucí manažery a specialisty v oblastech stavebního developmentu, vedení přípravy a organizace výstavby, plánování nákladů a stanovení ekonomické návratnosti investic. Vzhledem k tomu, že se jedná o nově vznikající program, byl již vytvářen v kontextu aktuální situace a BIM je tedy plně integrován do studijních plánů programu. Obdobně jako program SI vychází z třístupňového systému přímo na BIM zaměřených předmětů a dále začlenění BIM do již existujících předmětů. V době psaní této zprávy probíhá výuka prvních studentů v tomto programu.

Stejně jako v programu SI jsou studenti seznámeni s BIM v rámci úvodního předmětu BIM1 v rozsahu 1+1 (přednášek a cvičení týdně) hned v prvním ročníku. Jedná se o stejný předmět jako v programu SI, tedy vyučovány jsou základní teoretické poznatky o BIM a studenti jsou seznámeni s modelováním (a to i přesto, že se jedná o studenty, kteří nebudou projektanty, považujeme základní znalost modelování za klíčovou i pro takové absolventy).

V následujících ročnících absolvují studenti základní stavební předměty, v rámci kterých bývá BIM začleněn spíše okrajově. K intenzivnějšímu vzdělávání v oblasti BIM u nich dojde až ve 3. ročníku, kde mají specializovaný předmět Informační management staveb o rozsahu 1+3. Ve čtvrtém ročníku se pak mohou BIM hlouběji věnovat v rámci semestrálních projektů a okrajově se s ním potkají také v jiných povinných předmětech (které jsou svým zaměřením primárně ekonomické).

Na bakalářský program bude navazovat stejnojmenný magisterský program, kde hned v prvním ročníku studenti absolvují další povinný, na BIM zaměřený předmět BIM – informační modelování v rozsahu 2+3. Jde o další prohloubení znalosti z předchozích předmětů. V tomto ročníku se mohou studenti věnovat BIM také v semestrálních projektech a v rámci jiných předmětů. Na BIM zaměřené předměty jsou pak v nabídce povinně volitelných předmětů (zejména BIM ve veřejných investicích o rozsahu 2+0).

Obsah

Hlavní náplní celého kurikula programu Management a ekonomika ve stavebnictví je připravit studenty tak, aby byli schopni vykonávat role manažerů BIM, koordinátorů BIM a případně standardních ekonomicky zaměřených profesí (kalkulant, rozpočtář, přípravař, stavbyvedoucí, projektový manažer, ekonom stavby, vedoucí podniku nebo jeho části atd.) se znalostí BIM nad rámec standardní znalosti profese.

Za tímto účelem jsou studenti seznamováni podrobně nejen s modelovací stránkou BIM, ale zejména s BIM jako managementem, metodou a moderním dodavatelským systémem. Větší důraz oproti vzdělávání v rámci programu SI je tedy věnován tématům jako smluvní zajištění BIM (příprava zadávací dokumentace, BEP, implementace BIM protokolu atd.), nastavení CDE a systému spolupráce v rámci projektu, koordinace BIM prostředí, BIM2field, zavádění BIM do společnosti, change management ve spojení s BIM, obecná přehledová znalost metod BIM (nástrojů a procesů), schopnost analýzy užití BIM, stanovení cílů BIM, problematika digitalizace stavebnictví, digitalizace státní správy, přehledová znalost technologií, dlouhodobá vize stavebnictví 4.0, znalost problematiky zavádění BIM z globálního hlediska včetně orientace v situaci v zahraničí, podrobná znalost problematiky zavádění BIM v ČR, znalost datového standardu a klasifikačního systému, problematika licencování nebo autorského zákona, časové plánování s využitím BIM, oceňování stavební produkce s využitím BIM, využití BIM v provozní fázi stavby atd. Prakticky jsou studenti seznamováni se základy modelování, ale zejména s následnou analýzou modelu a možnostmi jeho aplikace. Za tímto účelem jsou průřezově seznamováni s různými softwarovými nástroji. V rámci cvičení však studenti také prakticky sestavují zadání BIM, zkouší si připravit smluvní dokumenty apod. Třetím praktickým pilířem je nastavení a práce v CDE. V oblasti facility managementu, kalkulací a rozpočtování jsou s BIM studenti seznamováni v rámci těchto, a nikoliv specializovaných předmětů.

1.2.7 OSTATNÍ PROGRAMY

Strategie

Další programy jsou vysoce specializované a problematika BIM je v nich vyučována zejména formou druhého aspektu, tedy postupnou integrací do existujících předmětů.

1.2.8 DOKTORSKÉ STUDIUM

Doktorské studium je na fakultě velmi individuální. Studenti doktorského studia musí absolvovat předměty, které si volí sami nebo jsou jim přiděleny. Vychází přitom z nabídek předmětů doktorského studia, které seliší pro každý akreditovaný studijní program. Na některých programech jsou v nabídce předměty, zaměřené přímo na informační modelování, nicméně jedná se spíše o širší zaměření, zahrnující velmi specifické znalosti v souladu s požadovanou odborností doktorského studia (například předmět Informační modelování v projektovém řízení). Stejně tak se BIM objevuje i v jiných předmětech jako okrajové téma (například předmět Informační systémy pro Facility Management).

V rámci doktorského studia je tedy nejzajímavější možnost zaměřit se na BIM v rámci disertační práce. Málokteré práce se však zaměřují čistě na BIM (většinou cca 1 nebo 2 za rok), s BIM je v disertacích pracováno jako s metodou, nikoliv jako s cílem.

1.3 Návaznost na další dokumenty

FSv sleduje a snaží se podílet na tvorbě dokumentů, které propagují nebo dále posouvají téma vzdělávání v oblasti BIM. Vnímáme zásadní význam takových dokumentů a snažíme se být s nimi v souladu, zejména pokud se jedná o veřejným sektorem vydávané dokumenty.

1.3.3 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

S dokumentem **Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM** se ztotožňujeme a cílíme na minimální znalosti u Bc., Mgr. a doktorských studentů v souladu s definovanou stupnicí (tedy 3., 4. s 5. stupeň). Konkrétní posouzení je při množství studijních programů, jejich specializacích a relativně vágní definici ve zdrojovém dokumentu obtížné a časově náročné. Z kapacitních důvodů není možné ho do této zprávy podrobně zpracovat.

Doktorské studium je velmi specializované, posouzení není relevantní u těch zaměřených studentů, které s BIM nijak nesouvisí. Vyhodnocení tedy bude prováděno pouze v kontextu těch studentů doktorského studia, kteří se BIM zabývají. Toto je částečně platné i u studentů magisterského studia, které se již také zásadně specializuje. U studentů bakalářského studia lze již mluvit o určité formě standardního vzdělávání, nicméně i zde jsou drobné rozdíly. Obecně tedy budeme oblasti posuzovat s přihlédnutím ke studentům v míře jejich zaměření k BIM.

Pokusíme se tedy alespoň obecně vyjádřit ke každé oblasti za předpokladu nějaké standardizované míry znalostí „absolventa fakulty“ bez rozlišení na programy, specializace, témata závěrečných prací atd., nicméně v souladu s kapitolou 4 odkazovaného dokumentu.

Oblast	Bc.	Mgr.	Ph.D.	
DEFINICE POJMU BIM, HISTORIE, VÝVOJ, OBLAST UPLATNĚNÍ	3-4	4-5	5	Toto nám jde, zároveň mnoho pedagogů se těchto věcí přímo účastní, tedy je snadné to studentům předávat.
TERMINOLOGIE, TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK BIM	2	3	4-5	Terminologie se rychle vyvíjí a není zcela jasně ukotvena. Studenty to mate a nepřikládají tomu takovou váhu. Toto hodně závisí na pečlivosti a schopnosti studenta. Mnoho pedagogů je v praxi a v praxi terminologie není považována za klíčovou, tedy nešvary z praxe se bohužel přenáší i do výuky.
STANDARDY A TECHNICKÉ NORMY PRO BIM V ČR I V ZAHRANIČÍ	2-3	2-3	3-4	Standardy úplně nejsou. Vyučujeme tedy spíše podle zahraničních standardů, než budou použitelnější české. Je proto obtížné stupně vyhodnotit – naši studenti by byli z tohoto pohledu uplatnitelnější v zahraničí.
DIGITÁLNÍ TRANSFORMACE, BIM A ŘÍZENÍ ZMĚNY VE STAVEBNICTVÍ	3	4-5	5	Toto nám jde, považujeme to za velmi důležité téma, a věnujeme se mu. Domníváme se, že jeho důležitost bude klesat s tím, jak se bude stávat BIM v praxi běžnější. Zde tedy očekáváme pokles kvality poskytování vzdělávání (resp. prostě se tomu pak nebudeme věnovat tolik) a budeme předpokládat, že se to stane součástí běžné praxe nebo že se posunou v této oblasti přicházejících studentů.

KLASIFIKACE DAT: ELEKTRONICKÁ, DIGITÁLNÍ, STROJOVĚ ČITELNÁ	3	3	4-5	V této oblasti potřebujeme najít prostor ve studijních plánech pro větší zapojení programování a algoritmicizace. Přestože to umíme učit, v současné chvíli vymýšlíme strategii, jak toto téma více do studijních plánů zapracovat. Narážíme i na obavu studentů ze složitosti tohoto tématu (a už tak bojujeme s jejich strachem např. z matematiky). Obáváme se tedy ještě menšího počtu studentů.
ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ	3	3-4	4-5	Toto je obtížné učit, záleží to hodně nikoliv na znalostech a dovednostech, ale spíše na vlastnostech studenta.
KVALITA DAT V BIM VČETNĚ ÚČELŮ UŽITÍ PRO JEDNOTLIVÉ FÁZE STAVBY	3	4	5	Zde plníme stupně adekvátně.
DATOVÝ STANDARD STAVEB	N/A	N/A	N/A	Nelze vyhodnotit. Chápání významu DSS je na požadovaném stupni, nicméně samotná práce s DSS prozatím není možná, čekáme na jeho praktické použití v širším kontextu a na související zákon.
KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM (KS)	2-3	3-4	4-5	Podobně jako u DSS, teoretické znalosti studenti mají, praktické znalosti jsou v současné chvíli tenkým ledem. V případě že na něj vstoupíme, v současnosti se orientujeme na zahraniční KS.
GRAFICKÉ A NEGRAFICKÉ INFORMACE, ÚROVEŇ PODROBNOSTI INFORMAČNÍHO MODELU	N/A (3)	N/A (3)	N/A (5)	Téma LOD považujeme za slepou uličku, dnes není třeba řešit. Teoretické znalosti však studenti dostávají a jsou schopni v požadované míře reagovat na aktuální stav na trhu. Domníváme se, že dnešní téma je spíše LOIN a zároveň že není třeba datový standard jakkoliv agregovat pro potřebu lepší srozumitelnosti. Potřeba odpadla se schopností zpracovat potřebné objemy strojově čitelných dat. Grafické (zejména geometrické) informace považujeme za relevantní. Chybí ovšem standardy.
MANAGEMENT INFORMACÍ V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVBY	2-3	3-4	5	Toto je komplikované téma, protože vyžaduje další teoretické znalosti z oblasti managementu, které často studenti nemají. Považujeme to za důležité, ale z důvodu časových omezení musíme pečlivě vybírat, které studenty je v této oblasti opravdu možné vzdělat. Např. projektanta BOHUŽEL méně než projektového manažera.
CIZÍ JAZYK	4	5	5	Domníváme se, že i Bc. studenti by měli být na úrovni 5. Nicméně tuto znalost v nich nerozvíjíme, pouze v omezené míře vyžadujeme. Před několika lety to byl ještě problém, dnes je to problém spíše výjimečně. Nicméně studenti se tomuto stylu práce brání.
EFEKTIVNÍ KOMUNIKACE	3	5	5	Toto jsou základní dovednosti požadované od absolventů. Cíleně je však nevyučujeme. Domníváme se, že studenti je mají. Velmi často si je osvojí v rámci neuniverzitních aktivit (jiné projekty, praxe atd.)
DIGITÁLNÍ DVOJČE STAVBY	2-3	2-4	2-5	Zásadně se liší v rámci programů. Na některých programech se takto s digitálním dvojčetem vůbec nepracuje (je vnímáno spíše jako prostý zdroj dat), na jiných programech ano. Zde je to tedy velmi individuální a lze říci, že hodně záleží na konkrétní potřebě studenta toto v rámci nějaké úlohy řešit. Vnímáme to spíše jako schopnost aplikace nástroje nebo nějaké metody, což není primárním cílem vzdělávání na VŠ.
SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ (CDE)	2-3	2-4	2-5	Vnímáme téma jako důležité, ale neučíme pouhé ovládnání nástrojů. Hledáme způsoby, jak efektivně CDE do výuky začlenit, aby studenti odcházeli dostatečně teoreticky vybaveni, ale abychom neučili něco, co by měli dělat softwaroví vendori. V současnosti tedy učíme spíše teoreticky, praktické použití nástrojů většinou skončilo nějakým nezdarem. Naši studenti většinou umí v CDE pracovat (to je

				triviální), komentář se týká spíše fungování administrátorské roli nebo komplexního chápání problému.
BIM A ŘÍZENÍ KVALITY	1-2	1-3	1-5	Toto je vysoko specializované téma. Standardně jím studenti příliš vybaveni nejsou (pouze na stupni 1-2 a to jen teoreticky). Naopak lze se mu věnovat v rámci závěrečných prací. Moc se to nicméně neděje.
PROGRAMY POUŽÍVANÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ V BIM	3	3-4	3-5	Nesoustředíme se na učení SW. Domníváme se, že toto je téma na jiné stupně vzdělávání nebo v rámci celoživotního vzdělávání, případně volitelných kurzů nebo kurzů softwarových vendorů. Volitelné kurzy v těchto oblastech studentům nabízíme, v případě zájmu není pro studenty problém dostat se na požadovaný stupeň. Po studentech to však nevyžadujeme.
DRONY A 3D SCANNERY PŘI PRÁCI S METODOU BIM	3	4	5	Ano, ale pouze na specializovaných programech, kde se tato témata řeší (Geodézie a kartografie).
BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY	3	3	3-5	Toto téma považujeme spíše za okrajové. Studenti mají možnost tyto aktivity podnikat, nicméně není to po nich vyžadováno, s výjimkami souvisejících specializací.
NÁVAZNOST BIM A CAFM PRO STAVBU VE FÁZI UŽÍVÁNÍ	3	3-4	4	Přestože jsou stupně dle popisu dovednosti splněny, cítíme zde možnost pro zlepšení, protože FM není jen o užívání nástroje, ale i o složitých koncepčních rozhodnutích, analýzách, schopnosti participovat v dřívějších fázích projektu atd. S tímto jsou studenti seznamováni ve specializovaných předmětech, ne však zcela v kontextu BIM a naopak provozní fáze staveb bývá občas v s nimi souvisejících předmětech opomíjena. Jedním z našich krátkodobých cílů je se v této oblasti ve spolupráci s IFMA posunout.

1.3.4 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

Aktualizaci RVP evidujeme a jsme s ní v souladu. V tuto chvíli však neevidujeme zásadní změny ve znalostech přicházejících studentů. Nadále přetrvávají zásadní rozdíly mezi studenty, kteří se v sekundárním vzdělávání s BIM setkali a kteří nikoliv. Toto řešíme na individuální úrovni. Stále je více těch, kteří se v problematice moc neorientují, což prozatím řešíme tak, že většinu do vzděláváme v rámci našich předmětů a těm co znalosti mají vycházíme vstřícně individuálními konzultacemi a na míru šitými zadáními (tam, kde to předměty umožňují, například v projektech). Do jisté míry mají možnost studenti své znalosti využít ve výběru volitelných a povinně volitelných předmětů.

Studenti, kteří na naši fakultu přichází ze SPŠ a VOŠ stavebního zaměření, tvoří cca 60 %.

1.3.5 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Rozdílná úroveň znalostí mezi studenty ze středních škol a gymnázií je problém. Řešíme ji v současné době nastavením požadavků na naše studenty v průběhu studia (všichni se musí naučit co potřebujeme, aby uměli) a pro ty, kteří jsou znevýhodněni tím, z jaké školy přichází, nabízíme pomocné kurzy. Prozatím, dokud je BIM relativně nová záležitost, pomocné kurzy v této oblasti nebyly třeba. Je však možné, že se jejich potřeba vytvoří s tím, jak budou na FSv přicházet lépe připravení absolventi ze středních škol.

Rozdílné požadavky na přijímání těchto studentů nejsou a ani jsme o nich neuvažovali, absolvent každé střední školy má určitý hendikep, se kterým se musí v rámci začátku svého studia vyrovnat. I to patří ke schopnostem vystudovat vysokou školu.

Přípravné studijní programy pro absolventy gymnázií v tuto chvíli nemáme a o jejich zavedení neuvažujeme. Existují přípravné kurzy a následně kurzy v rámci studia. Studenti si mohou zvýšit své kompetence volitelnými předměty. U pohovorů na studijní program A+S se stále častěji setkáváme s tím, že se na gymnáziích v rámci individuální profilace studenti stále častěji seznamují s nástroji pro BIM, konkrétně s ArchiCADem.

1.3.6 OSTATNÍ INFORMACE, KTERÉ NEJSOU JINDE UVEDENÉ

V rámci Plánu národní obnovy má FSV v plánu vytvořit magisterský, profesně zaměřený, prezenční a kombinovaný studijní program Digitální řízení staveb, cílený na specifické vzdělávání zaměřené na znalosti a praktické používání digitálních technologií (BIM, CIM, GIS, MIS, apod.) v celém výstavbovém procesu, provozu a správě staveb. Studenti budou vedeni k tomu, aby uměli propojovat znalosti a informace digitálně zpracovávané ve všech oblastech týkajících se vystavěného prostředí. Zaměří se na správu dat a informací od návrhu stavby (včetně přípravné fáze) přes výstavbu, správu budovy až po její demolici, tj. v celém životním cyklu. Jedná se o tvorbu nového, profesně zaměřeného studijního programu (zejména příprava žádosti o akreditaci, tvorba studijních opor a neinvestiční prostředky pro doplnění technického zabezpečení potřebnými SW, pro komplexní zabezpečení profesně zaměřeného studijního programu). Studijní program bude významným způsobem podporovat iniciativu Stavebnictví 4.0 a úzce navazovat na výstupy agentury ČAS v rámci Koncepce implementace BIM v ČR, včetně připravovaného datového standardu staveb (DSS), připravovanou klasifikaci CCI, metodiku SFDI pro dopravní stavby a také připravovaný otevřený rozpočtový formát. Na přípravě programu se budou podílet i akademici, kteří současně působí i v praxi.

Cílem bude především připravit absolventy studia na praktické řešení procesů a problematiky nově se objevující s pokračující digitalizací sektoru v celém spektru aktivit v rámci vystavěného prostředí.

2 ČVUT V PRAZE – FAKULTA ARCHITEKTURY (FA ČVUT)

2.1 Úroveň fakultní

2.1.1 STRATEGIE

Historie

V historii se na FA ČVUT způsob výuky počítačového navrhování odehrával stejně jako na jiných vysokých školách technického směru v té době. Od konce osmdesátých let dvacátého století, kdy se poprvé dostaly na vysoké školy grafické programy, byla otázka používání CAD programů náhodně a postupně vnášena do praktické výuky jednotlivými žáky, kteří používali CAD programy pro zpracování svých projektů.

S rozvojem a rozšířením CAD programů byl na FA zřízen Ústav modelového projektování MOLAB, který vnesl do výuky systematičnost zejména v oblasti principů práce v počítačovém projektování, včetně správné metodiky, aby absolventi byli schopni používat počítačové projektování při svém nástupu do architektonické praxe po dokončení studia. V Magisterském studiu se studenti seznamují s projektováním metodou BIM v plném rozsahu.

Současnost

V současné době jsou na FA ČVUT akreditovány následující studijní programy a obory:

Bakalářské a magisterské programy:

- ▶ **Architektura a urbanismus**
- ▶ **Krajinářská architektura**
- ▶ **Design**

Fakulta dále nabízí doktorské studium.

Výuka počítačového navrhování, kam BIM v koncepci FA spadá, je v současné době na FA ČVUT zajišťována Ústavem modelového projektování MOLAB v rozsahu nezbytném jak pro samotné studium na fakultě, tak i pro následnou architektonickou praxi. Výuka se zaměřuje na podpůrné předměty CAD a PG – počítačová grafika. V akademickém roce 2019/20 byla výuka rozšířena o samostatný modul Počítačové navrhování.

Výuka modulu Počítačové navrhování / Design Computing bude založena na systému výuky stávajícího oboru Architektura a urbanismus včetně kreditového rozsahu. Bude zachovávat princip proporcionality mezi teoretickou a ateliérovou výukou. Modul je připraven v českém jazyce a posléze je možné některé předměty nabídnout i v anglickém jazyce. Modul zahrnuje nejen aktuální trendy ve vývoji CAD systémů, ale i metodiku navrhování BIM v celé šíři, tj. nejen tvorbu informačního modelu, ale i způsoby sdílení tohoto informačního modelu ve společném datovém prostředí. Modul je připraven v českém jazyce a následně bude probíhat i v anglickém jazyce.

Garantem metody BIM je na FA ČVUT Ústav stavitelství I.

Kromě standardní výuky se plánuje také realizace celoživotního vzdělávání, zaměřeného na BIM pro architekty.

Překážky a problémy

Vzhledem k dobře zvládnuté metodice výuky CAD systémů se na FA ČVUT zaměřuje na úspěšnou implementaci metody BIM do jednotlivých studijních programů a úspěšného spuštění nového modulu Počítačové navrhování.

Problémy, či spíše témata, kterým se bude věnovat při výuce pozornost, se převážně týkají metody BIM:

- ▶ Informace o BIM metodě a jejích procesech, vč. vyjasnění terminologie.
- ▶ Výuka systematicky správného informačního toku v jednotlivých fázích výstavby, vč. úrovně detailu informačního modelu.
- ▶ Způsoby sdílení informačního modelu a jeho negrafických informací ve společném datovém prostředí.
- ▶ Autorská práva, vlastnictví, verifikace informačního modelu a jeho správa, vč. přípravy na digitalizaci procesu povolování staveb.
- ▶ Uspořádání smluvních záležitostí při využití metody BIM, vč. potřebných smluvních specifikací.
- ▶ Možnosti a způsoby zkvalitnění celého procesu výstavby, vč. možností vyhodnocování informačního modelu stavby strukturovanými informacemi podle specifických požadavků jednotlivých účastníků, vč. expertního posuzování – trvale udržitelný rozvoj, stavby s téměř nulovou spotřebou energie, mezinárodní certifikace, cenové řízení, vč. optimalizací apod.

Vize a budoucnost

Vzhledem ke schválené Koncepti zavádění metody BIM v ČR, s uložení povinnosti použití metody BIM pro nadlimitní veřejné zakázky a účinnosti nového Stavebního zákona s předpokládanou platností od července 2024 je zřejmé, že budoucnost, a tedy i zaměření výuky na FA ČVUT, se bude týkat dvou rozhodujících témat:

- ▶ Používání metody BIM při navrhování staveb.
- ▶ Digitalizace stavebnictví.

Ohledně využití metody BIM bude kladen důraz na propojení teoretických znalostí s dovednostmi, které studenti získají na přednáškách a cvičeních a někteří z nich i při zpracování Bakalářského a Diplomního projektu.

Zaměření výuky se opírá o předpokládané znění nového Stavebního zákona, včetně prováděcích vyhlášek, s důrazem na datový standard staveb, digitalizaci stavebního řízení a vazby na vystavěné prostředí.

Na vývoj digitalizace ve stavebnictví FA ČVUT reaguje ve všech studijních programech, Bakalářském, Magisterském i Doktorském, a aktualizuje stávající předměty.

2.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

Aktuální aktivitou je spuštění programu Celoživotního vzdělávání v oblasti metody BIM, ve spolupráci s Českou komorou architektů, se zaměřením na praktikující architekty ve všech oborech a odvětvích stavebnictví. Program bude probíhat ve dvou úrovních, pro začátečníky a pro pokročilé. V oblasti BIM také probíhá vědecko-výzkumná činnost v pevném spojení s doktorským studiem.

FA ČVUT v oblasti metody BIM aktivně spolupracuje se státním i privátním sektorem a veřejnoprávními institucemi: Ministerstvem průmyslu a obchodu a Českou agenturou pro standardizaci, Ministerstvem pro místní rozvoj a Ministerstvem práce a sociálních věcí. Nedílnou součástí studia jsou výměnné studijní pobyty v Evropě i ve světě a studijní pobyty zahraničních studentů na FA ČVUT v Praze.

2.2 Úroveň studijních programů

2.2.1 ARCHITEKTURA A URBANISMUS

Studijní program Architektura a urbanismus je tříступňové vysokoškolské studium, bakalářské, magisterské a doktorské, uspořádané do sériového řetězce samostatných akreditovaných studijních programů. Strukturovaný studijní program “Architektura a urbanismus” byl uznán EU a zapsán do přílohy č. 5 směrnice o uznávání odborných kvalifikací, neboť splňuje požadavky na vzdělání architekta, které definuje Směrnice Rady 85/384/EHS a 2005/36/ES.

Strategie

Výuka v bakalářském studiu klade důraz na osvojení správných návyků a dovedností při používání CAD programu tak, aby tyto dovednosti mohly být využity v Ateliérové tvorbě a zejména v bakalářské práci. V navazujícím magisterském studijním programu jsou znalosti a dovednosti CAD programů využity při výuce metody BIM.

Obsah

Bakalářské studium obsahuje povinné předměty CAD I a CAD II a povinně volitelné předměty CAD III a Počítačová grafika I. Magisterské studium, v rámci modulu Počítačové navrhování, obsahuje předměty Počítačové navrhování I – III, Počítačová grafika II a CAD IV. Obsahem předmětu Počítačové navrhování I je i projektování metodou BIM a vyučuje se v českém a anglickém jazyce. Metoda BIM bude integrována i do výuky předmětů Pozemní stavitelství VI, VII a VIII. Předměty Počítačové navrhování II – architektura objasňují systém počítačového navrhování na současných stavbách a projektech po celém světě. Předmět Počítačové navrhování III – geometrie se zabývá pokročilým parametrickým navrhováním a řešením složitých geometrických systémů.

2.2.2 DOKTORSKÉ STUDIUM

Doktorské studium reaguje jak na intenzivní vývoj stavebních konstrukcí, materiálů a technologií, tak i na rychlý rozvoj digitalizace při navrhování staveb s využitím metody BIM.

Výuka probíhá v předmětu BIM a integrované navrhování staveb v anglickém a českém jazyce. Obsahem předmětu je komplexní pohled architekta na navrhování staveb tak, aby se jednotlivé části stavby vzájemně umocňovaly a pozitivně spolupůsobily s důrazem na vyznění architektonického návrhu. Využití metody BIM přináší možnosti, jak způsob integrovaného návrhu budov úspěšně aplikovat ve všech fázích nejen návrhu stavby, ale i v jejím celoživotním cyklu. Úspěšnost je odvislá nejen od kvality informačního modelu stavby BIM, ale i od způsobu jeho sdílení ve společném datovém prostředí.

Zaměření předmětu se předpokládá v těchto základních oblastech:

- ▶ BIM – informační model stavby a způsoby jeho sdílení.
- ▶ Integrované navrhování budov, jeho konstrukční principy a multikriteriální hodnocení.
- ▶ Chytré (řídící) systémy budov a využití jejich dat při optimálním nastavení provozu budovy.
- ▶ Stavební konstrukce a materiály v 21. století a jejich optimální využití.
- ▶ Celoživotní cyklus stavby a základy jeho komplexního hodnocení.
- ▶ Udržitelná výstavba budov, šetrný návrh staveb, ekonomická, sociální a environmentální kritéria, komplexní hodnocení budov.
- ▶ Analýza realizovaných budov podle principů integrovaného návrhu.

2.3 Návaznost na další dokumenty

2.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

Pro zajištění kvalitní výuky metody BIM je velmi důležitá rovnováha architektonicko-stavebních znalostí návrhu stavby a dovedností počítačového navrhování. Toto vše musí být podloženo kvalitní úrovní znalosti matematiky a deskriptivní geometrie. Na těchto solidních základech se snadno a rychle vystaví jak znalost CAD systémů, tak i metody BIM. Požadavky na požadovanou kvalifikaci VŠ studentů v oblasti BIM studijní programy na FA ČVUT pokrývají. Dopad na předměty podle „Soupisu“ předpokládáme evolučním skokem na začátku každého akademického roku, i na základě předpokládané každoroční aktualizace „Soupisu“.

Pokud rozumíme pod projektováním metodou BIM tvorbu informačního modelu vč. jeho digitální části a sdílení informací obsažených v tomto informačním modelu, pak potřebné dovednosti a znalosti vycházejí z dobře zvládnuté „gramatiky“ CADu. Tato „gramatika“ požaduje znalost a dovednost připravovat (projektovou) dokumentaci stavby generovanou z digitálního modelu vytvořeného kombinací 2D a 3D modelu / výkresů.

CAD „gramatika“ je na FA vyučována v rámci Bakalářského studijního programu: předměty CAD I a CAD II. Jmenovitě se jedná o SW Archicad, který je u studentů oblíbenější, a SW Revit. Veliké otazníky jsou kolem používání SW AutoCAD, protože ve všech stupních dokumentace je část výkresů tvořena ve 2D, nezávisle na tom, zda je podkladem digitální model stavby, anebo ne. Cestou je dostatečně kvalitní integrace 2D kresby do BIM SW Archicad a Revit.

Celkově obsah i forma vzdělávání vychází koncepčně ze „Strategie 2030+“.

2.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

Pro efektivní výuku BIM je třeba, aby studenti měli dostatečné znalosti a dovednosti buď Archicadu, anebo Revitu, jako základ pro výuku BIM se v Magisterském studijním programu vyučuje, resp. cvičení probíhají na obou SW platformách.

Podíl studentů přicházejících z gymnázií v současné době převyšuje absolventy SPŠS.

Dopad úpravy RVP a Metodiky pro SPŠ stavební je v současné době těžké odhadnout.

2.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Z výše uvedeného vyplývá, že studenti z gymnázií by na FA měli přijít vybaveni ne znalostí BIMu, ale se znalostí užívání grafických SW (rastrových i vektorových), ale hlavně matematiky a deskriptivní geometrie. Obecná počítačová gramotnost současných středoškoláků je celkově na vysoké úrovni.

Rozdílná úroveň znalostí nejen jednotlivých studentů, ale i absolventů gymnázií a SPŠ stavebních, se netýká jenom metody BIM, ale i Pozemního stavitelství, a i výše zmíněné matematiky a deskriptivní geometrie. Řešením by bylo, zřízení přípravných kurzů v rámci CŽV, doplnění technických (pozemní stavitelství, lineární kreslení) a počítačových znalostí a dovedností (Revit, Archicad) pro absolventy různých typů středních škol.

Cestou k zajištění jsou v rámci CŽV, přípravné kurzy, z pozemního stavitelství (pro absolventy gymnázií) a matematiky / deskriptivní geometrie (pro absolventy SPŠ stavebních).

3 VUT V BRNĚ – FAKULTA STAVEBNÍ (FAST VUT)

3.1 Úroveň fakultní

3.1.1 STRATEGIE

Historie

Na Fakultě stavební se historicky vyučovala počítačová podpora projektování a dílčí oborové předměty. Pro praktické ukázky se využívalo široké portfolio softwarového vybavení od aplikací podporujících 2D kreslení až po aplikace, které umožňovaly modelovat ve 3D. Výuku si obvykle zajišťovaly jednotlivé ústavy individuálně, případně k tomu využívaly Ústav automatizace inženýrských úloh a informatiky (AIU). V devadesátých letech 20. století převažoval přístup klasického 2D kreslení, které bylo bráno jako moderní alternativa tvorby výkresové dokumentace. Tento přístup se postupně měnil s příchodem aplikací podporujících 3D. Výuka totiž doposud byla obvykle řešena na ústavech jako povinně volitelné předměty, ve kterých studenti zpracovávali oborová zadání s využitím dostupných softwarových nástrojů, které ne vždy podporovaly 3D. Na počátku 21. století, kdy začalo docházet k rozšiřování nástrojů, které byly schopny model zpracovat nejen ve 3D, ale opatřit jej i atributy a informacemi, došlo k variantnímu rozšíření výuky. Studenti si mohli v rámci volitelných předmětů vybrat, ve které softwarové aplikaci si přejí svá oborová zadání a projekty zpracovat. Postupně tak začalo docházet k transformaci, kdy měli studenti v studijních předmětech, kromě využívání CAD aplikací, možnost získat i zkušenosti s nástroji BIM. Tyto však byly užívány s jediným cílem, a to vytvoření výkresové dokumentace.

Z důvodu snadné integrace tématu BIM do stávajících studijních plánů bez nutnosti měnit náplň studijních programů, vznikl souběžně se stávající výukou v roce 2013 volitelný předmět zaměřený na projektování staveb ve 3D. Ten se obsahově zaměřoval nikoliv na projektování, ale na modelování a postupné rozšiřování témat orientovaných na obecnou problematiku věnující se BIM, jako tomu bylo trendem v zahraničí a na partnerských univerzitách. S rostoucím zájmem došlo k úpravě koncepce tohoto předmětu, v rámci které vznikla sada dvou na sebe navazujících předmětů BIM I a BIM II, včetně nově doplněného předmětu BIM v inženýrských stavbách, která stávající témata rozšiřuje a informuje studenty i o dalším využití modelu BIM v oblasti pozemních i liniových staveb. K BIM je nutno přistupovat nikoliv jako k modelu 3D, ale jako k databázi sdružující informace o projektu, které umožňují efektivní návrh, sdílení informací a lze jej využít i v dalších fázích životního cyklu budovy.

V posledních letech se v rámci akreditace studijních programů zařadily do některých z nich povinně volitelné předměty, které se věnují tematice BIM v kontextu zaměření programu a několik předmětů reagujících na trend Stavebnictví 4.0. Dále se, díky praktickým zkušenostem a spolupráci s praxí, daří realizovat neformální diskusní setkání věnující se tématu digitalizace ve stavebnictví.

Současnost

FAST VUT nabízí v prezenčním studiu následující programy:

- ▶ **BSP Architektura pozemních staveb / NSP Architektura a rozvoj sídel**
- ▶ **BSP a NSP Environmentálně vyspělé budovy**
- ▶ **BSP a NSP Geodézie a kartografie**
- ▶ **BSP a NSP Městské inženýrství**
- ▶ **BSP Stavební inženýrství se studijními specializacemi:**
 - Pozemní stavby
 - Konstrukce a dopravní stavby
 - Stavební materiály a technologie
 - Vodní hospodářství a vodní stavby
 - Management stavebnictví

- ▶ **NSP Stavební inženýrství – pozemní stavby**
- ▶ **Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby**
- ▶ **Stavební inženýrství – stavební materiály a technologie**
- ▶ **Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby**
- ▶ **Stavební inženýrství – management stavebnictví**
- ▶ **Stavební inženýrství – realizace staveb**

Výše uvedené programy mají individuální organizaci náplně, do které se v rámci reakreditací začlenila i tematika BIM. Současně s tímto trendem mají studenti všech programů a specializací (dříve oborů, které však ještě dobíhají) možnost se seznámit se základy BIM v rámci volitelných předmětů BIM I, BIM II a BIM v inženýrských stavbách. Dále je na tematiku BIM odkazováno, příp. vysvětlován její princip i v odborných předmětech, z nichž uvádíme např. Ekologie ve stavebnictví, Hydroinformatika 1 (V), Projektování pozemních komunikací, Modelování kovových konstrukcí a Správa stavebních objektů.

Na základě zkušeností a odborných znalostí pracovníků z jednotlivých ústavů vznikly i povinně volitelné předměty jako např. Informatika pro NSP Stavební inženýrství – realizace staveb nebo Geodézie pro BIM pro NSP Geodézie a kartografie, které jsou již úzce zaměřeny na využití metodiky BIM v kontextu oborových specifik a potřeb daného studijního programu dle profilu absolventa. Užití metodiky BIM je možné i v předmětech bakalářského nebo diplomového semináře, kde lze uplatnit i koncepci zadání pro více studentů s provázaností témat.

Výuka BIM u nově akreditovaných studijních programů (např. Environmentálně vyspělé budovy) je zastřešena centrálně odborníky s profesní znalostí a přesahem znalostí i aktivit v oblasti BIM. U dalších programů, specializací (oborů) je výuka BIM zajišťována decentralizovaně avšak s ohledem na vzájemnou koordinaci vyučovaných témat z oblasti BIM.

Překážky a problémy

Jedním z hlavních problémů je mylné vnímání BIM, který je vnímán pouze jako 3D modelování/projektování, nikoliv jako platforma pro mezioborovou spolupráci. Tzn. zásadní opomenutí faktu, že s modelem je potřeba pracovat jako se zdrojem dat, která lze využít nejenom pro výstup v podobě projektové dokumentace, ale má i řadu dalších užití. Další významnou překážkou jsou nedostatečné zkušenosti a přenos informací z praxe, kdy jsou tyto zkušenosti nevyvážené napříč všemi programy a specializacemi (obory), které by do procesu BIM měly být zapojeny. Donedávna tomu bylo tak, že aktuální informace bylo možné čerpat převážně ze zahraniční literatury. Absence českých standardů navíc neumožňuje blíže specifikovat zadání projektů, které by byly snáze verifikovatelné, co do konzistentnosti obsahu.

Vize a budoucnost

V první řadě jde o zlepšení spolupráce podporující problematiku BIM, která by umožnila zadávat společná témata závěrečných prací pro studenty z různých programů, specializací (oborů), na kterých by si studenti vyzkoušeli mezioborovou spolupráci. Tato skutečnost se již děje zařazením týmové práce na sdíleném modelu do vybraných předmětů s případným využitím CDE.

Dalším krokem je vytvoření a zařazení předmětu do společného vzdělávacího základu, který by studentům i pedagogům poskytl základní přehled a informace o problematice BIM v lokálním i globálním kontextu. Mezi dlouhodobé cíle řadíme i rozšíření témat stávajících předmětů BIM I a BIM II tak, aby témata zahrnovala širší problematiku z oblasti BIM a návaznost na další programy, specializace (obory). Stěžejním tématem, kterému se věnujeme již nyní, je algoritmizace (programování) inženýrských úloh s využitím BIM dat, která bychom rádi rozšířili o analýzu a zpracování openBIM dat tak, aby je uměli absolventi užít v běžné praxi, a dále propojování dat BIM a GIS.

3.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST

Na fakultě za posledních 5 let vzniklo i několik zajímavých témat souvisejících s metodikou BIM napříč různými stavebními programy, specializacemi (obory).

Seznam vybraných témat:

- ▶ Stavební objekt a jeho životní cyklus z pohledu BIM.
- ▶ Užití BIM v rámci vodního hospodářství.
- ▶ Implementace BIM do podniku malého rozsahu v ČR.
- ▶ Zavedení BIM pomocí projektového řízení.
- ▶ Využití laserového skenování v informačním modelování budov.
- ▶ Analýza možností propojení stavebně-ekonomických softwarů a softwarů pro technické kreslení.
- ▶ GIS analýzy v prostředí informačních modelů staveb.
- ▶ Pokročilé uplatnění BIM při návrhu stavebních objektů.
- ▶ Liniová stavba v rámci životního cyklu z pohledu BIM.

Mimo závěrečné VŠKP práce jsou na fakultě řešeny i grantové projekty, které se věnují využití BIM ve spojitosti s hodnocením požárně bezpečnostního řešení, konkrétně evakuace osob, využitím BIM modelu pro komunikaci s pomocí virtuální reality nebo v rámci modelu vodohospodářské infrastruktury.

PUBLIKAČNÍ ČINNOST

Akademičtí pracovníci jsou dále autory či spoluautory několika publikací, které podporují Konceptci zavádění metody BIM v České republice, jako např.:

- ▶ BIM pro veřejné zadavatele.
- ▶ Virtuální realita ve stavební praxi.
- ▶ Optimalizace technicko-ekonomických charakteristik životního cyklu stavebního díla.
- ▶ Management rizik souvisejících s dodávkou stavebního díla.

3.2 Úroveň studijních programů

3.2.1 BSP ARCHITEKTURA POZEMNÍCH STAVEB / NSP ARCHITEKTURA A ROZVOJ SÍDEL

Strategie

Základním výsledkem studia je schopnost navrhovat stavby různých typů jak z pohledu estetického, tak provozně technického. Proto je nosným prostředkem výuky ateliérová tvorba, ve které se propojují poznatky z předmětů kreativních, ale také přírodovědných a inženýrských. Absolvent získá znalosti z typologie jednotlivých stavebních druhů, dějin architektury, kompozice a teorie architektury, pozemního stavitelství, technických zařízení budov atd. Součástí výuky je výtvarná tvorba, podporující tvůrčí myšlení studentů. Specifikem studijního programu je semestrální praxe v architektonických atelierech, ověřující schopnost studenta obstát v profesionálním prostředí.

Absolventi tohoto programu využívají BIM převážně jako modeláře, který slouží jako podklad pro vizualizace, ať již v úrovni architektonicko-stavebního rozsahu nebo v urbanistickém měřítku. Základní principy a povědomí o BIM mají možnost získat v povinném předmětu Architektonické aplikace CAD, kde byl inovován obsah tak, aby studenti mohli zpracovávat projekt s využitím BIM. Znalosti o BIM si mohou následně rozšířit ve volitelném předmětu BIM II, který rozšiřuje témata o pokročilé možnosti modelování a využití informačního modelu. Předmět BIM II je zahrnut jako povinně volitelný předmět v rámci probíhající akreditace do 4. ročníku bakalářského studijního programu Architektura pozemních staveb. Aplikace předmětu se předpokládá zejména v ateliérové tvorbě magisterského stupně studia.

Obsah

Studenti bakalářského programu Architektura pozemních staveb se s problematikou BIM setkávají ve 1. ročníku v zimním semestru, v předmětu Architektonické aplikace CAD, která je úvodem do počítačového navrhování v architektuře a stavebnictví pomocí aplikace podporující technologii BIM. Náplní předmětu je seznámení s BIM technologií a základními zásadami při tvorbě prostorového (3D) modelu, architektonických a konstrukčních prvků na projektu se společným zadáním, případně na projektu vlastním. V předmětu je řešen i způsob získávání informací (dat) z informačního modelu budovy, jejich vykazování a použití v projektu. Cílem předmětu je vytvoření 3D modelu stavby v rozsahu rodinného domu nebo semestrálního zadání atelieru, z něhož bude generována výkresová dokumentace, tento pak bude využit pro zpracování v dalších vizualizačních programech. V předmětu je nastíněn princip využití dat, vztahujících se k modelu budovy, od úvodního koncepčního návrhu, přes výstavbu, až po správu budovy.

Studenti bakalářského i navazujícího magisterského programu Architektura a rozvoj sídel mají možnost své znalosti rozšířit ve volitelném předmětu BIM II, kde je prostor se věnovat tématům, které se týkají 4D a spolupráce s dalšími, oborově zaměřenými aplikacemi.

3.2.2 BSP a NSP ENVIRONMENTÁLNĚ VYSPĚLÉ BUDOVY

Strategie

V souladu s trendy rozvoje stavebnictví nejen v ČR, ale i ve světě, úzce souvisejícími s minimalizací spotřeby energie v budovách, byla od akademického roku 2019/2020 na FAST VUT zahájena výuka jak v bakalářském, tak v navazujícím magisterském studijním programu s jednotným názvem Environmentálně vyspělé budovy. Jeho cílem je příprava odborníků pro praxi v oblasti navrhování, výstavby a provozu energeticky efektivních budov s ohledem zejména na jejich vliv na vnitřní prostředí a environmentální dopady životního cyklu budov. Záměrem navrhovaného studijního programu je seznámit studenty s progresivními a pokročilými metodami návrhu environmentálně vyspělých budov. Program má za sebou již dva ročníky absolventů navazujícího magisterského studia, kdy se někteří z absolventů uplatnili i na pozici BIM manažerů.

U tohoto studijního programu je koncepčně rozvržena výuka tak, že začíná v bakalářském stupni u výuky CAD systému, na který navazují předměty se zaměřením na BIM ve třetím ročníku a Facility Management v navazujícím magisterském stupni studia. Cílem je, aby si studenti vyzkoušeli a aplikovali své dovednosti nabyté při studiu na projektu, který bude zpracován metodikou BIM a využit pro návrh budovy i jako podklad pro budoucí správu budovy a CAFM model. V průběhu výuky mají studenti možnost si vyzkoušet komunikaci na projektu s využitím CDE a jsou seznámeni i s aktuálním děním v oblasti digitalizace stavebnictví, ať již v rovině nově vznikajících standardů nebo koncepčně-technických dokumentů (EIR, BEP, BIM protokol) tak, aby byli schopni reagovat na požadavky praxe.

Obsah

Studenti bakalářského programu se již v prvním ročníku seznamují se zásadami tvorby projektové dokumentace v předmětech Systémy CAD 1 a Systémy CAD 2. Předmět je zaměřen na zvládnutí základních principů CAD systémů a tvorby vektorové grafiky ve stavebnictví jako je kreslení, úprava objektů a kótování pomocí CAD ve 2D, tvorba výkresové dokumentace stavebního objektu v CAD. Tyto znalosti se následně rozvíjí o aplikaci pokročilých nástrojů CAD pro stavební praxi, kde si studenti osvojí zásady pro tvorbu komplexních stavebních projektů v CAD a schopnost efektivní tvorby 2D výkresové dokumentace ve stavebnictví s vazbou na BIM. Cílem je vytvořit projekt, který bude sloužit jako podklad pro předmět Projektování BIM 1 ve 3. ročníku a Projektování BIM 2 ve 4. ročníku. V těchto předmětech se seznamují s možnostmi počítačového navrhování v architektuře a stavebnictví pomocí aplikace podporující technologii BIM, kde jsou probrány základní zásady pro tvorbu prostorového (3D) modelu, architektonických a konstrukčních prvků tak, aby následně korespondovaly s výkazem výměr a model bylo možné využít např. pro simulace a další analýzy. Ve druhé části jsou na vytvořeném modelu tvořeny oborové modely vybraných profesí technických zařízení budov, vysvětlen princip kontroly kolizí, správy dat a případná tvorba, úpravy parametrických BIM objektů.

Záměrem je na jednom komplexním modelu prolínajícím se více předměty demonstrovat jeho

možnosti a aplikovat nabyté znalosti z ostatních předmětů.

Studenti magisterského programu mají možnost rozšířit si znalosti v 1. ročníku, v povinném předmětu Projektování BIM, který je zaměřen na uplatnění modelu v dalších fázích projektu, jako jsou pokročilé prezentace, analýzy, simulace, výstavba a facility management. V rámci předmětu si studenti osvojí možnosti pokročilých prezentací BIM modelu formou 3D tisku (aditivní technologie), virtuální reality; analýzy např. pro osvětlení a oslunění staveb; specifikaci požadavků na zadání projektu s využitím BIM v kontextu veřejného i privátního sektoru; základní principy zavádění metodiky BIM i spolupráci mezi BIM a CAFM.

3.2.3 BSP a NSP GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

Strategie

Geodézie a kartografie jako vědní a studijní obor zahrnující sběr, správu, interpretaci prostorových geodat a geoinformací. Tato problematika souvisí se správou Katastru nemovitostí (KN) ČR prostřednictvím Informačního systému katastru nemovitostí (ISKN). S postupující digitalizací stavebních procesů jsou garantovaná geodata základem pro přípravu a projektování staveb, tvorbu a správu digitálních technických map (DTM), geografických informačních systémů (GIS) v průběhu celého životního cyklu stavby. Se zaváděním BIM do procesů provozování existujících staveb vyvstává potřeba přepracování stávajících technické dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS) do BIM.

Strategie BIM je v českém prostředí nová, a proto je postupně zohledňována i ve studijním programu Geodézie a kartografie a akcentována mimo jiné také vytvořením samostatného předmětu. Digitální technologie, zejména ve vazbách na Informační systém katastru nemovitostí (ISKN), byly ve studijním programu Geodézie a kartografie vždy důležité a studenti jsou průběžně připravováni pro práci s prostorově orientovanými geodaty a jejich správu prostřednictvím databázových, geografických i interaktivních grafických systémů, tedy nástrojů souvisejících s BIM. Aktuálně vytváří studenti reálné BIM modely v rámci předmětu Komplexní projekt a v rámci témat magisterských závěrečných prací. Nově akreditované studijní programy Geodézie a kartografie, které jsou vyučovány od akademického roku 2020/2021, dále posilují výuku práce s geografickými a prostorovými daty, a to včetně zařazení povinně volitelného předmětu Geodézie pro BIM v navazujícím magisterském studijním programu.

Obsah

Výuka znalostí využitelných pro BIM je obsažena ve stávajícím bakalářském studijním programu, a to hlavně v předmětech Geodézie, Interaktivní grafické systémy, Databáze, Mapování, Kartografie a GIS. Problematika souřadnicově orientovaných technologií hromadných sběrů geodat na bázi laserového skenování a fotogrammetrie je zahrnuta v předmětu Fotogrammetrie. Problematika tvorby vybraných dokumentací ve výstavbě je součástí předmětů Inženýrské geodézie a Stavební a průmyslová geodézie. V navazujícím magisterském studiu je problematika BIM dále rozvíjena v předmětech 3D modelování a GIS. V předmětu Katastr nemovitostí jsou, mimo jiné, řešeny také vazby na informační systémy státní správy. Podporu BIM doplňuje volitelný předmět Databázové systémy a zejména Komplexní projekt, který je v posledních letech zaměřen na tvorbu BIM stávajících staveb.

Nově akreditovaný bakalářský studijní program Geodézie a kartografie, který je vyučován od akademického roku 2020/2021, zachovává výše uvedené předměty s tím, že u některých z nich dochází k nárůstu hodinové dotace, u jiných k výraznějšímu zacílení na technologie hromadného sběru dat a jejich správu, využívané v BIM.

V navazujícím studijním programu byly vytvořeny nové předměty Sběr a zpracování 3D dat a volitelný Geodézie pro BIM, oba zaměřené na tvorbu BIM modelů.

Díky inovaci jednotlivých předmětů i díky adekvátnímu vybavení FAST VUT z hlediska hardwaru i softwaru jsou absolventi nově akreditovaného navazujícího magisterského studijního programu Geodézie a kartografie připraveni plnit potřebné role v procesech BIM u nových i stávajících staveb.

3.2.4 BSP a NSP MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ

Strategie

Studenti bakalářského studijního programu Městské inženýrství se učí zvládat řešit všechny základní technické, technicko-ekonomické a technicko-ekologické problémy spojené se zajištěním provozu měst a obcí a jsou schopni tvorby a koordinace řešení veřejné infrastruktury, tj. dopravní infrastruktury, technické infrastruktury, veřejného prostranství atd.

Obsah

V 1. ročníku magisterského studia mají studenti zařazen povinně volitelný předmět Projektování v BIM 1, který je seznámí s BIM technologií a základními zásadami při tvorbě prostorového modelu, architektonických a konstrukčních prvků. V předmětu je probírán způsob získávání informací (dat) z informačního modelu budovy, jejich vykazování a využití v jednotlivých fázích projektu. Cílem předmětu je vytvoření komplexního modelu stavby, z něhož bude generována výkresová dokumentace, stavebně-technický pasport, který pak bude možno využít např. pro správu budovy a CAFM model.

3.2.5 BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ a NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ

BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ a NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – POZEMNÍ STAVBY
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – STAVEBNĚ MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VODNÍ STAVBY
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – MANAGEMENT STAVEBNICTVÍ
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – REALIZACE STAVEB

Strategie

Studenti BSP Stavební inženýrství získávají v průběhu čtyřletého bakalářského studia znalosti, dovednosti a vědomosti z teoretických i odborných disciplín cíleně zaměřených do jednotlivých studijních specializací:

- Pozemní stavby.
- Stavební materiály a technologie.
- Konstrukce a dopravní stavby.
- Vodní hospodářství a vodní stavby.
- Management stavebnictví.

V navazujícím magisterském studiu si studenti rozšiřují znalosti podle zvoleného studijního programu:

- Stavební inženýrství – pozemní stavby.
- Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby.
- Stavební inženýrství – stavebně materiálové inženýrství.
- Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby.
- Stavební inženýrství – management stavebnictví.
- Stavební inženýrství – realizace staveb.

Studenti jsou po absolvování schopni vypracovávat, příp. se podílet na vypracování projektové dokumentace staveb, vypracovávat územně plánovací podklady a příslušné části územně plánovací dokumentace, provádět statické a dynamické výpočty staveb, provádět stavebně technické nebo inženýrské průzkumy, provádět zkoušení a diagnostiku staveb, vydávat odborná stanoviska, zpracovávat dokumentaci a posudky pro dílčí hodnocení vlivu staveb na životní prostředí, vést realizaci stavby, provádět geodetická

měření pro projektovou činnost a vytyčovací práce, provádět autorský nebo technický dozor nad realizací stavby, zastupovat stavebníka, popř. navrhovatele na podkladě zmocnění při územním, stavebním nebo kolaudačním řízení, vykonávat odborné funkce na úseku stavebního řádu nebo územního plánování v orgánech státní správy atd.

Vzhledem k širokému záběru a komplexnosti tohoto studijního programu je výuka BIM témat řešena individuálně dle možností a kapacit ústavů garantujících jednotlivé programy. Program Stavební inženýrství – realizace staveb do magisterského stupně v 1. ročníku zařadil povinný předmět oborové informatiky (Informatika (R)), která se věnuje tématice CAD a BIM v kontextu jednotlivých fází výstavby, využití CDE pro koordinaci a komunikaci projektového týmu, včetně technických požadavků na BIM modely a data v nich obsažená. Studenti ostatních programů, specializací (oborů) mají možnost navštěvovat volitelné předměty BIM I, BIM II a BIM v inženýrských stavbách, které jsou popsány níže a dále je na tematiku BIM odkazováno, příp. vysvětlován její obecný princip, v odborných předmětech jako je např.:

- ▶ Ekologie ve stavebnictví.
- ▶ Hydroinformatika
- ▶ Počítačová podpora projektování.
- ▶ Projektování pozemních komunikací.
- ▶ Počítačová podpora projektování dopravních staveb.
- ▶ Počítačová grafika.
- ▶ Počítačová podpora v přípravě a realizaci staveb.
- ▶ Správa stavebních objektů.

Obsah

Studenti jednotlivých programů získají, a významně si prohloubí, základní znalosti o metodice BIM v rámci odborných předmětů vypsanych výše a dalších předmětů uvedených dále konkrétněji. Studenti programu Stavební inženýrství – realizace staveb navíc v předmětu Informatika (R), získají dovednosti v oblasti tvorby parametrického modelu budovy (BIM) a možnosti využití dat pro řízení a koordinaci výstavbových projektů. Dále budou představeny principy koordinace a vykazování stavebních prvků s využitím dat 2D dokumentace. Předmět je nadstavbou nad vyučovanými předměty z oblasti CAD, kdy získané znalosti a dovednosti umožní absolventům efektivní využití výpočetní techniky pro stavbu od úvodního koncepčního návrhu až po výstavbu. Předmět, mimo řádné výuky, sestává i z přednášek, kde jsou probírány procesní dokumenty související s BIM, možnosti a principy koordinace a správného zadání, správné přebrání BIM modelu včetně správy dat prostřednictvím CDE (společné datové prostředí). Studentům jsou principy demonstrovány na individuálních příkladech, které pak dále aplikují na samostatně navrhované objekty v rozsahu bytového nebo polyfunkčního domu, v ideálním případě následné stavby, kterou pak zpracovávají v rámci diplomové práce. Nově byla zařazena ukázka možnosti prezentace a případné komunikace projektu skrze imerzivní virtuální prostředí, virtuální realitu. Studenti v předmětu Hydroinformatika 1 (V) získají základní přehled o práci s geografickými daty v programech GIS, které jsou nyní úzce spjaté s BIM. Jako další je představena problematika objektového modelování liniových staveb, které umožňuje modelování protipovodňových ochranných prvků, zemních hrází a také je možné realizovat liniové úpravy toků. V plánu je pro studenty specializace Vodní hospodářství a vodní stavby BSP Stavební inženýrství a NSP Stavební inženýrství – vodní hospodářství a vodní stavby také využití základů BIM pro modelování stavebních objektů jako jsou elektrárny, přehrady, jezy a plavební komory.

SPECIALIZACE POZEMNÍ STAVBY BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ A NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – POZEMNÍ STAVBY

Pozemní stavby jsou na FAST VUT největší specializací BSP Stavební inženýrství a programem NSP. V rámci Pozemních staveb je vyučováno několik zaměření, a sice:

- Navrhování pozemních staveb.
- Konstrukce a statika staveb.
 - Betonové a zděné konstrukce (specializace).
 - Kovové a dřevěné konstrukce.
 - Stavební mechanika.
- Technická zařízení budov.
 - Vytápění, energetika, vzduchotechnika.
 - Zdravotechnika, elektroinstalace, plyn.
- Technologie a řízení staveb.

Je třeba si uvědomit, že výuka jednotlivých zaměření je pojata moderně a je úzce provázána, prolíná se napříč jednotlivými zaměřeními. Toto zaměření je jedním z nejvýznamnějších zaměření procesu BIM na fakultě. Pro pochopení komplexního pojetí problematiky BIM, řešené ve specializaci (oboru) Pozemní stavby je vhodné zjednodušeně okomentovat náplně jednotlivých zaměření.

Zaměření Navrhování pozemních staveb se zabývá návrhem dispozičního řešení stavby, obecným návrhem konstrukčního systému, skladbami konstrukcí, stavebně fyzikálním řešením staveb (tepelná technika, akustika), požárně bezpečnostním řešením a také řešením konkrétních detailů.

Zaměření Konstrukce a statika staveb se zabývá návrhem konstrukčního systému, dimenzováním jednotlivých prvků konstrukčního systému na základě výpočtů a simulací.

Na zaměření Technická zařízení budov se podle vybrané specializace mohou studenti zabývat řešením rozvodů zdravotnické, vytápění, elektroinstalací, vzduchotechniky, ale mohou se zaměřit také na energetiku.

Zaměření Technologie a řízení staveb se zabývá návrhem přípravou staveb a stavenišť, časovými, finančními a věcnými harmonogramy staveb, bezpečností práce a dohledy na stavby.

Je tedy zřejmé, že specializace (obor) Pozemní stavby je nutné vnímat komplexně, napříč jednotlivými zaměřeními. Na každém vybraném zaměření jsou potom vyučovány také oblasti z jiných zaměření specializace Pozemní stavby tak, aby každé zaměření dávalo studentům komplexní vědomosti a celkový pohled na problematiku pozemních staveb.

Výuku v procesu BIM je možné na Pozemních stavbách rozdělit do tří základních částí:

- Výuka odborných, případně teoretických předmětů.
- Výuka grafických programů.
- Výuka BIM.

Výuka v odborných předmětech

Studenti jsou vedeni k pochopení vybrané problematiky pozemních staveb. Získají základní znalosti a vědomosti v konkrétním stavebním odvětví, například v předmětech Pozemní stavitelství, Stavební fyzika, Technická zařízení budov, Beton, Kovové a dřevěné konstrukce, Technologie staveb atp. Výuka vede k pochopení konkrétní problematiky a jejím zásadním cílem je, aby student dokázal správně vyhodnotit vstupní data, na jejichž základě provede správný návrh dílčí části stavební konstrukce nebo celé stavby.

Výuka grafických programů

Na specializaci (oboru) Pozemní stavby je možné si vybrat některý z vyučovaných grafických programů, jako například AutoCAD, Revit, ArchiCAD, Allplan Nemetschek, případně jednoduchý modelář SketchUp nebo komplexnější Rhino. Studenti se v různých úrovních učí ovládat grafické, nebo simulační programy. Cílem výuky simulačních programů je, aby student dokázal navrhnout a dimenzovat konkrétní prvky konstrukčního systému. Začíná se výukou grafických programů ve 2D s následným přechodem na 3D modelování. Cílem grafických programů je to, aby si student osvojil modelování konstrukcí, nebo staveb ve 3D, tak aby student dokázal namodelovat konstrukci, nebo stavbu jako 3D model.

Výuka BIM

Cílem výuky procesu BIM je zdokonalení 3D modelování. Studenti si prohlubují znalosti o 3D modelování, učí se přiřazovat významné atributy jednotlivých stavebním prvkům a konstrukcím. Zadávají se konkrétní okrajové podmínky umístování staveb na konkrétní pozemky, kde se řeší příslušné stavebně fyzikální problémy. Výsledný model je následně vysoce inteligentní a prolíná v zásadě všechny zaměřené řešení na specializaci (oboru) Pozemní stavby.

Komplexním cílem je, aby studenti své závěrečné VŠKP práce uměli a mohli projektovat v procesu BIM. Jedině tímto přístupem je možné produkovat moderní komplexní stavební inženýry, kteří jsou stavební praxí stále žádanější.

SPECIALIZACE STAVEBNÍ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ A NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – STAVEBNÍ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE

V rámci bakalářského studia specializace Stavební materiály a technologie je v letním semestru do předmětu Vlastnosti a užití stavebních materiálů v konstrukcích (4. ročník, letní semestr) doplněna přednáška zaměřená na BIM, s objasněním, co to vlastně BIM je a k čemu je BIM ve stavební praxi užitečný. Rovněž je tématu BIM věnováno cvičení, kde si studenti, pro lepší pochopení základních principů tvorby zdrojů informací pro BIM, zpracují samostatný úkol – pro zadanou část stavby definují podstatné materiálové vlastnosti, které lze následně přiřadit konkrétním konstrukčním prvkům v BIM modelu tak, aby tyto informace bylo možné využít např. pro analýzy nebo výkaz výměr. Nutno podotknout, že v současnosti se např. výrobci zdících stavebních prvků zabývají kategorizací produktových portfolií a jejich implementací do parametrických knihoven pro BIM. Tyto výstupy jsou použity ve výuce předmětu Keramika (3. ročník, zimní semestr). V rámci navazujícího magisterského studijního programu Stavební inženýrství ve specializaci (oboru) Stavební materiály a technologie je do předmětu Ekologie ve stavebnictví (2. ročník, zimní semestr) začleněna ukázka použití BIM jako podkladu pro hodnocení environmentálního dopadu, vlivu na trvale udržitelný rozvoj a udržitelnou výstavbu při použití materiálů využívajících alternativní surovinové zdroje. Tyto výstupy mohou podpořit cíle Politiky druhotných surovin ČR, jejíž hlavní vizí je přeměna odpadů na zdroje. V dalších krocích je plánováno postupné zavedení výuky BIM hlavně aplikovaně v jednotlivých předmětech specializaci (oboru) Stavební materiály a technologie tak, aby to bylo pro specializaci (obor) co nejvíce prakticky využitelné. To mimo jiné souvisí s novým zákonem o stavebních výrobcích a jejich použití do staveb, který navazuje na směrnici EU.

SPECIALIZACE KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ A NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

V rámci výuky pozemních komunikací se studenti poprvé setkávají s problematikou BIM ve třetím ročníku, kde v rámci projektování tvoří z podkladových dat 3D model a učí se práci s ním a návaznosti jednotlivých atributů. Důležitou součástí jsou zemní práce a postup výstavby. V dalších předmětech čtvrtého ročníku se pak k 3D modelování přidávají i další části jako je zpracování harmonogramu stavby, financování, správa stavby a obecně celý životní cyklus stavby. V technologických předmětech jsou pak probírány stavební stroje a jejich návaznost na data z modelů a stavenišť (mračna bodů, laser sken), které jsou následně používány ve výstavbě. V navazujících ročnících se pak prohlubují znalosti především v oblasti 3D modelování složitějších staveb a detailů za pomoci nejmodernějších softwarů a rozšíření znalostí ohledně koloběhu přípravy stavby i s ohledem na komunikaci při přípravě a výstavbě, schvalovací procesy, dokumentace apod.

Problematika BIM se stává povinnou součástí navrhování, stavby a provozu železničních staveb a konstrukcí. Rozvoj BIM v oblasti železničních staveb se v ČR urychluje v souvislosti s přípravou projektů tratí Rychlých spojení. Digitalizace železničních technologií v době průmyslu 4.0, související se zaváděním autonomních železničních systémů, monitoringu a diagnostiky, optimalizace aktiv, zvyšování trvanlivosti a životnosti, spolehlivosti a bezpečnosti jednotlivých konstrukcí i staveb tratí a stanic je přirozeně spojeno s použitím BIM. Studenti v bakalářském studijním programu jsou seznamováni se základními poznatky, v navazujícím magisterském studiu s IT technologiemi obsáhleji v rámci samostatného předmětu Geografické informační systémy. V doktorských studijních programech aktivity studentů navazují na výzkumnou činnost, která problematiku BIM zahrnuje (projekt centra kompetence CESTI a mezinárodní projekt Horizon2020 S-CODE).

Na úrovni jednotlivých ústavů zaměřených na statiku a dynamiku staveb se BIM do výuky implementuje zejména v magisterských studijních programech do určité míry individuálně, a to formou přednášek odborníků z praxe, v rámci seminářů organizovaných ústavu. Další využití se předpokládá při zpracování magisterských diplomových prací, kdy je zadání vždy individuální a vychází z konkrétního tématu a ze zaměření vedoucího práce ke kterému se student přihlásí. Nově mají studenti k dispozici předmět BIM v inženýrských stavbách, kde je výuka zaměřena na návrh liniových staveb. V předmětu je postupně probíráno vytvoření digitálního modelu terénu, tvorba směrové vedení – trasy, návrh výškového vedení trasy – nivelety, tvorba šablony typického řezu, generování příčných řezů v daných intervalových bodech, návrh klopení vozovky a následuje finální dokončení projektu s vytvořením koridoru jako 3D modelu.

SPECIALIZACE VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VODNÍ STAVBY BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ A NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ A VODNÍ STAVBY

Studenti specializace Vodní hospodářství a vodní stavby v rámci bakalářského studijního programu Stavební inženýrství (zaměření začíná od třetího ročníku bakalářského studia) navazují na povinně volitelný předmět druhého ročníku Hydroinformatika 1 týkajícího se svojí náplní BIM. Předmět obsahuje teoretické a praktické základy pro využívání moderních informačních a komunikačních technologií a nástrojů při modelování, řízení a rozhodování v oboru vodního hospodářství a vodních staveb. Vyučovány jsou nástroje CAD a GIS. Specifické informace o BIM v konkrétních oblastech oboru vodního hospodářství jsou probírány v rámci odborných předmětů (Inženýrské sítě, Vodojemy a čerpací stanice, Stokování a čištění odpadních vod, Vodárenství, Přehrady a vodní elektrárny, Úpravy toků a jezy, Odvodnění a ochrana krajiny, Rybníky a účelové nádrže atd.). Na návrh staveb se zaměřuje předmět Projektování vodohospodářských staveb, kde je detailněji vysvětlována dokumentace pro potřeby jejich výstavby a provozu. Prakticky si studenti vyzkouší návrh vodní stavby s využitím nástrojů CAD a GIS v rámci předmětů zaměřených na projekty (Projekt vodní stavby, Projekt vodárenství, Projekt stokování a ČOV, Projekt vodní hospodářství krajiny).

V navazujícím magisterském studijním programu Stavební inženýrství - Vodní hospodářství a vodní stavby je problematika BIM dále obsažena především v povinném předmětu Geografické informační systémy, kde je rozvíjena znalost GIS a jejich provázanost s jinými systémy, v povinném předmětu Provádění vodních staveb, který se věnuje realizaci staveb, a v předmětech Operační a systémová analýza, Modelování ve vodním hospodářství a Matematické modelování ve vodním hospodářství, kde se studenti naučí používání moderních simulačních a řídicích prostředků. Nabyté znalosti a zkušenosti z výše uvedených předmětů bakalářského i navazujícího magisterského studia jim umožňuje vzájemně propojit ve smyslu BIM na konkrétním příkladu vodního díla předmět Hydroinformatika 2.

Vzhledem k bouřlivému vývoji BIM v posledních letech, významnému rozšíření softwarových nástrojů objektového modelování, simulování a řízení a jejich vzájemnému propojování s databázovými, řídicími a kontrolními systémy je prováděna prakticky nepřetržitě aktualizace zmíněných předmětů tak, aby absolventi získali potřebné znalosti a zkušenosti s aplikací BIM ve vodním hospodářství. Lze očekávat, že aplikace BIM bude ve vodním hospodářství stále více požadovaná vzhledem k jedinečnosti vodních staveb a jejich celospolečenskému významu, proto je tématu věnována pozornost např. i zadáváním diplomových prací, jako např. „Užití BIM v rámci vodního hospodářství“.

SPECIALIZACE MANAGEMENT STAVEBNICTVÍ BSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ A NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – MANAGEMENT STAVEBNICTVÍ

Specializace Management stavebnictví bakalářského studijního programu Stavební inženýrství, který si studenti mohou zvolit od čtvrtého semestru studia (letní semestr druhého ročníku), navazuje v předmětech inženýrských i stavebně a konstrukčně zaměřených na poznatky z předchozích semestrů společného třísemestrálního stupně studia. Výuka projektování je součástí výuky informatiky i výuky pozemního stavitelství s využitím softwarů pro projektování v 2D a je prohloubena o poznatky nových nástrojů pro projektování v 3D. Problematika BIM, tedy modelování informací o stavebním objektu, je představována a upřesňována v jednotlivých předmětech podle v kontextu s odborným zaměřením.

V pátém semestru studia (zimní semestr třetího ročníku) nastupují předměty stavebně ekonomické, ekonomické a manažerské. V předmětech stavebně ekonomických, které bezprostředně navazují na stavebně technické předměty, jsou zavedeny specializované přednášky expertů z praxe a odborníků z inženýrských organizací. Jedná se o postupné seznamování studentů s vývojem problematiky BIM z hlediska ministerstev (MPO ČR, MMR ČR), z hlediska speciálně zřízených institucí (Česká agentura pro standardizaci – ČAS), nebo organizací typu CZ BIM, IFMA CZ apod. Po praktické stránce jsou studenti seznamováni s Konceptí zavádění metody BIM v České republice a s vývojem potřebných nástrojů v případě projektování stavebních objektů v úrovni 3D.

Vzhledem k tomu, že aktuálně není dokončena jednotná celostátní linie pro standardy a pro datové soubory v knihovnách prvků pro BIM, a to ani pro časové plánování (úroveň 4D) ani pro rozpočtování v úrovni 5D v rámci vývoje modelů BIM, jedná se o oborově systémový přístup k výuce k dané problematice. Absolventi specializace budou převážně projektovými manažery, stavbyvedoucími, přípraviteli, rozpočtáři, ale také investičními pracovníky, ekonomovými staveb či pracovníky na stavebních úřadech. Budou stavebními bakaláři s ekonomickým a manažerským vzděláním se širokou možností uplatnění na trhu práce. Proto jsou také připravováni na praktické situace při zadávání a získávání veřejných zakázek ve stavebnictví s akcentem na současně platné i připravované legislativní normy v České republice pro stavební investice. Směřování k tomuto výukovému a vzdělávacímu cíli je v bakalářském studiu na specializaci Management stavebnictví završeno komplexními projekty zaměřenými na projektové řízení staveb a stavební podnik v souladu s Konceptí zavádění BIM v České republice.

V navazujícím magisterském studiu ve studijním programu Stavební inženýrství – management stavebnictví pokračuje vzdělávání ve stavebně technických a stavebně ekonomických předmětech s prohlubováním znalostí o vývoji zavádění BIM v České republice i v ostatních evropských zemích. Do vybraných předmětů podporujících výuku projektového řízení, jako například Ceny ve stavebnictví, Manažerské účetnictví a Investiční výstavba, jsou aktuálně zaváděny nové poznatky o informačním modelu stavebního objektu a managementu informací o stavebním objektu. Experti z institucí, kteří aktuálně pracují v agentuře ČAS a kteří pracují na vývoji postupů pro rozpočtování a na tvorbě nákladových a cenových databází pro 3D projekty (RTS, URS, Callida) vstupují aktuálně do výuky.

Postupně se z modelu BIM (Building Information Modelling) přetaví ve výuce použití nástroje BIM do Building Information Management – tedy do „řízení informací“ vložených do modelu. Ohromné využití tohoto nástroje v celém životním cyklu stavebního objektu se ukazuje postupně v jednotlivých předmětech vyučovaných v tomto stupni studia. Propojování informací o stavebním objektu a jejich řízení je v budoucnosti nezbytné pro řízení celého životního cyklu staveb. Po stránce teoretické je tato skutečnost představována mimo jiné v předmětech Investiční výstavba i Správa stavebních objektů. Klade to ovšem obrovské nároky na hardware i software pro tyto účely používaný. A to jak v praxi, tak v teoretické přípravě budoucích absolventů.

Programy zaměřené na provozování a management budov (CAFM – Computer Aided Facility Management) jsou rozličné po stránce jejich kvality, rozsahu i ceny. I toto je potřeba zvažovat při nasazení strategické výuky na FAST VUT. Přitom zavedení jediného vybraného software CAFM je považováno za příliš omezující pro další působení a rozvoj absolventů studijního programu Stavební inženýrství – management stavebnictví ve veřejné i v podnikatelské sféře. Proto jsou zařazovány exkurze do vybraných podniků a přednášky externích spolupracovníků, kteří představují různé vybrané nástroje pro Building Information Management. Také v navazujícím magisterském studiu je vzdělání završeno týmově zpracovávanými

komplexními projekty zaměřenými na projektové řízení staveb a management stavebního podniku.

Absolventi studijního programu Stavební inženýrství – management stavebnictví jsou stavební inženýři s ekonomickým a manažerským vzděláním a právním povědomím, což jim umožňuje uplatnit se na trhu práce ve stavebnictví i v jiných odvětvích národní ekonomiky v rozličných pozicích, a to v podnikatelské sféře i ve veřejné správě s ohledem na aktuální vývoj legislativy zaměřené, mimo jiné, na zavádění BIM do praxe.

Stěžejní linie výuky na specializaci je tedy následující:

- ▶ Společný základ v bakalářském studiu Stavební inženýrství: Informatika, Pozemní stavitelství 1 (1. ročník bakalářského studia).
- ▶ Specializace Management stavebnictví v bakalářském studijním programu Stavební inženýrství: Pozemní stavitelství 3, Ceny ve stavebnictví 1, Projektové řízení staveb 1, Komplexní projekty (3. ročník bakalářského studia).
- ▶ Studijní program Stavební inženýrství – management stavebnictví: Pozemní stavitelství 4, Ceny ve stavebnictví 2, Projektové řízení staveb, Investiční výstavba, Správa stavebních objektů, Komplexní projekty (1. a 2. ročník navazujícího magisterského studia).

Stěžejní linie výuky BIM je doplňována dalšími předměty, které standardně nejsou na BIM zaměřeny, ale BIM v nich lze jako nástroj rovněž využívat. Preferováno je zavádění poznatků o BIM do výuky plošně do všech souvisejících předmětů, a tak vytváření povědomí o všech informačních souvislostech. Vymezení výuky do linie předmětů úzce zaměřených jen na tvorbu BIM není pro absolventy tohoto studijního programu a specializace efektivní.

V rámci specializace i studijního programu jsou studenti motivováni a mají možnost si jako volitelné předměty zapsat i předměty, které jsou primárně určeny pro jiné specializace a programy.

Závěrečné práce v bakalářském studijním programu Stavební inženýrství na specializaci Management stavebnictví jsou cca ze 3 % zaměřeny na BIM. V navazujícím magisterském studijním programu Stavební inženýrství – management stavebnictví to bývá až 7 % prací, které se orientují na problematiku BIM, případně problematiku s ní úzce související. Významné práce se zaměřením na BIM pak vznikly a vznikají na základě rozvíjení znalostí z nižších stupňů vysokoškolského studia v rámci doktorského studijního programu Management stavebnictví.

Absolventi studijního programu Stavební inženýrství – management stavebnictví pracují v současné době ve významných pozicích ve výše uvedených institucích, které odpovídají za nasazení BIM v České republice.

NSP STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ – REALIZACE STAVEB

Realizace stavby je složitý komplexní proces zahrnující investiční záměr, technickou přípravu, ekonomické řešení, stavební řízení, předvýrobní a výrobní (technologickou) přípravu a z toho vycházející vlastní řízení a provedení stavby. Všechny tyto části mají podstatný vliv na kvalitu a rychlost výstavby, výsledné finanční náklady a užitnou hodnotu stavby. Přitom do výrobního procesu vstupuje řada účastníků a stavba musí být provedena v souladu se smluvními závazky, platnou legislativou a s ohledem na environmentální a bezpečnostní předpisy a zásady.

Jedná se tedy o velké množství znalostí, informací a dat, které do výrobního procesu postupně vstupují, v průběhu realizace stavby se mění a jsou vyhodnocovány a zpracovávány k uskutečnění výsledného produktu. Využívání BIM technologií v procesu stavební výroby proto významně přispívá k jejímu podstatnému zefektivnění.

Zlepšení znalostí a schopností absolventů stavebních fakult v procesu přípravy a realizace staveb v oblasti zavádění a využívání digitálních technologií je nejen aktuálním požadavkem výrobní praxe, ale i nevyhnutelným procesem, umožňujícím rychlejší a pohodlnější přístup k aktuálním informacím, a tedy rychlejšímu a efektivnějšímu rozhodování při řízení staveb. Z těchto důvodů je do některých předmětů studijního programu Stavební inženýrství – realizace staveb metodika BIM již několik roků postupně

implementována a studenti jsou seznamováni s BIM technologiemi v souladu s jejich vývojem v oblasti přípravy a realizace staveb.

Implementace metodiky BIM do těchto oblastí výuky je nezbytným krokem pro vzdělávání stavebních odborníků a tím také vytvoření kontinuity BIM v ostatních oblastech stavebnictví. Většina studentů programu R jsou absolventy bakalářského studia specializace (obor) Pozemní stavby BSP Stavební inženýrství, ve kterém mají možnost studovat problematiku BIM ve volitelných předmětech, především z pohledu tvorby modelu a definování kvality dat (viz výše specializace (obor) Pozemní stavby). Obor Realizace staveb se zaměřuje na využití již kvalitně vypracovaného modelu. Dle úrovně nasycení modelu informacemi je pak přístupováno k využití těchto dat a jejich analytické zpracování do n-dimenzionálních modelů v podobě výkazů výměr, časových plánů apod. Studenti mají po absolvování teoretickou a praktickou znalost, jak model nejen vytvořit, ale rovněž data zpracovávat pro účely přípravy a řízení stavby. Program Stavební inženýrství – realizace staveb má za cíl rozvíjet využití metodiky BIM v oblasti tzv. aktivních BIM modelů, které obsahují (kromě geometrie a informací) také aktivní optimalizační analytickou část.

V prvním ročníku programu Stavební inženýrství – realizace staveb je výuka BIM započata předmětem Informatika (R), který zajišťuje Ústav automatizace inženýrských úloh po celý semestr. Zde se studenti seznamují s tvorbou BIM modelu a tzv. hygienou práce s modelem, způsobu získávání informací (dat) z informačního modelu budovy, jejich vykazování a použití v projektu. Dále se dozví o využití dat, vztahujících se k modelu budovy, od úvodního koncepčního návrhu, přes výstavbu, až po správu budovy, vyzkouší si možnost práce na sdíleném modelu a rovněž řízení, komunikaci a koordinaci výstavbových projektů z pohledu dodavatele stavby s využitím BIM a dalších technologií jako je např. CDE, virtuální realita, apod.

Na získané úvodní znalosti dále navazuje předmět Stavebně technologické projektování, ve kterém je tematika BIM probírána v druhé polovině semestru tak, aby znalosti z Informatiky byly plně využity k další práci. V přednáškách jsou probírána, kromě obecného úvodu, filosofie BIM a životního cyklu staveb, rovněž praktická témata v kontextu realizace staveb, jako je využití modelu v rámci CDE, přenos informací, komunikace a kolaborace, formát IFC, návaznost na moderní technologie (virtuální, rozšířená a smíšená realita, laserové scanování, problematika využití dronů, zařízení typu weareables apod.). Také jsou prezentovány příklady úspěšné praxe a některé pilotní projekty v zahraničí i v tuzemsku a aktuální stav zavádění koncepce BIM do českého stavebnictví. V rámci cvičení je pak využit převzatý BIM model (vytvořen v aplikaci Revit), který studenti převádějí do prostředí Autodesk Navisworks Manage. Zde model využívají pro 4D simulace tak, že vytvoří technologický normál, který byl exportován z prostředí Microsoft Project a následně jej hierarchicky rozdělí do simulačních množin. Výsledkem práce je pak simulace výstavbového procesu v reálném čase dle časového harmonogramu.

Ve 2. semestru studia jsou znalosti dále prohlubovány v předmětu Logistika, kde jsou především teoreticky probírána témata kybernetiky a optimalizace včetně matematických a heuristických metod rozhodovacích procesů. V kontextu přístupu BIM a návaznosti na koncepci Stavebnictví 4.0 jsou probírány možnosti využití BIM modelů pro pokročilé metody rozhodování.

Samostatnou kapitolou je vedení závěrečných klasifikačních studentských prací, kde především v některých diplomových pracích je využíván BIM model jako podklad pro zpracování stavebně technologického projektu, nejčastěji ve formě exportu výkazu výměr pro další zpracování výstupů v softwaru stavebně technologické přípravy.

3.2.6 OSTATNÍ PROGRAMY

Strategie

Z důvodu snadné integrace tématu BIM do stávajících studijních plánů vznikly dva volitelné předměty zaměřené na modelování staveb s využitím BIM nástrojů, převážně v kontextu pozemních staveb. K těmto nově přibýly předměty BIM v inženýrských stavbách, Aditivní technologie nebo online kurz Programování CAD a BIM. Tyto předměty jsou k dispozici všem studijním programům a specializacím (oborům), a jelikož nepodléhají akreditaci, je možné jejich náplň upravovat tak, aby reflektovaly aktuální vývoj a dění z oblasti BIM.

Tento způsob se všeobecně osvědčil, a proto hodláme postupně, jak bude na národní úrovni konsolidována

oblast standardizace a legislativně-právní problematika, připravit kurz či volitelný předmět, který usnadní adaptaci na nové technologie, procesy a požadavky, které souvisí s implementací BIM ve stavebnictví.

Dále plánujeme rozšíření témat stávajících předmětů BIM, tak aby témata zahrnovala širší problematiku z oblasti BIM a návaznost na další programy, specializace (obory), ať již formou výuky, workshopů nebo setkání s odbornou veřejností, viz projekt BIM z praxe.

Jako stěžejní téma vnímáme analýzu a práci s daty, které vznikají při tvorbě BIM modelu. Tzn., máme v plánu se zaměřit na využití openBIM dat pomocí low-code, no-code nástrojů nebo algoritmicizace (programování) a propojování dat mezi BIM a GIS.

Při přípravě nových předmětů a kurzů na téma BIM využíváme metody Learning design, což je metodika určená pro inovativní a kreativní návrh vzdělávání. Považuje se za proces navrhování vzdělávání v co nejširším záběru, kdy kromě samotného vzdělávání (příprava obsahu, didaktické metody, atp.) se learning design zaměřuje i na kontext, technologie, inovace, individualizaci a zapojení zúčastněných stran při využití designových metod. Cílem je porozumět potřebám a navrhnout vzdělávací produkt, který bude efektivní na naučení a ponese s sebou i příjemný zážitek či zkušenost současně s doručením znalostí a dovedností.

Obsah

Předmět **BIM I** je úvodem do počítačového navrhování v architektuře a stavebnictví pomocí aplikace podporující technologii BIM. Seznámení s BIM technologií a základními zásadami při tvorbě prostorového (3D) modelu, architektonických a konstrukčních prvků. Popis způsobu získávání informací (dat) z informačního modelu budovy, jejich vykazování a použití v realizovaném projektu. Studenti pracují obvykle na společném zadání v rozsahu rodinného nebo bytového domu, mají však možnost pracovat i na zadání svého semestrálního, bakalářského či diplomového projektu.

Předmět **BIM II** je rozšířen o témata pro tvorbu BIM modelu v aplikaci, jako tvorba parametrických BIM objektů, práci s materiály a pokročilé možnosti tvorby BIM modelu pro 4D, včetně oborově zaměřených témat z oblasti TZB a praktických zkušeností a zásad pro tvorbu BIM modelu.

Předmět **BIM v inženýrských stavbách** je zaměřen na využití BIM při navrhování liniových staveb. V předmětu je postupně probíráno vytvoření digitálního modelu terénu, tvorba směrového vedení – trasy, návrh výškového vedení trasy – nivelety, tvorba šablony typického řezu, generování příčných řezů v daných intervalových bodech, návrh klopení vozovky a následuje finální dokončení projektu s vytvořením koridoru jako 3D modelu.

Online kurz **Programování CAD a BIM** je kurz zaměřený na vzdělání stavařů v oblasti programování. Pro absolvování kurzu není nutné mít vůbec žádné zkušenosti s programováním. Cílem kurzu je seznámit účastníka se základy algoritmicizace na platformě .NET a její aplikace do kreslicích a modelačních programů.

BIM z praxe je projekt, který propojuje teorii a praxi na vysoké škole prostřednictvím diskusních setkání studentů s lidmi ze stavební a BIM praxe. Aktuálně proběhla setkání na téma „Jak se (ne)stát BIM manažerkou“ a „BIM jako proces v architektonicko-stavebním ateliéru“. Na základě pozitivního ohlasu plánujeme další běhy, kde bychom se rádi zaměřili i na další programy, specializace (obory) jako např. navrhování ocelových konstrukcí a BIM atp.

3.2.7 DOKTORSKÉ STUDIUM

Doktorské studium je individuální záležitostí každého studijního programu a aktuálně neobsahuje žádný specializovaný povinný předmět, který by se věnoval problematice BIM. Studenti si volí předměty dle akreditovaného studijního programu a volitelné předměty dle svého zaměření. Ač ve studijním plánu doktorských programů není obsažen předmět, který by se výhradně věnoval problematice BIM, mají studenti možnost volby tématu disertační práce, kde se tématice BIM mohou plně věnovat a konzultovat ji u akademických pracovníků, kteří mají dostatečný odborně profesní přesah a znalosti z oblasti BIM.

3.3 Návaznost na další dokumenty

3.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

Ve studijních programech postupně dochází k implementaci základních principů BIM do standardní výuky, která je rozšířena o specializované předměty v závislosti na studijním programu. Tyto doplňuje sada volitelných předmětů, dostupná pro všechny studenty tak, aby bylo možné reagovat na dynamicky rozvíjející se oblast BIM v oblasti technologií i zkušeností z praxe.

3.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

K datu vydání zprávy nelze dostatečně vyhodnotit dopady úprav RVP pro SPŠ stavební a případné změny ve stávajících studijních programech.

3.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Rozdílné úrovně znalostí mezi absolventy SPŠ stavebních oborů a gymnázií v případě BIM jsou zohledněny možností volby sady volitelných předmětů, které mohou studenti gymnázií absolvovat v libovolném ročníku. V případě pokročilých studentů ze SPŠ stavebních je k nim přistupováno individuálně v rámci projektových zadání, dále pak např. u NSP Environmentálně vyspělé budovy jsou studenti předmětu se zaměřením na BIM rozdělení na dvě skupiny, které se orientují na základní nebo pokročilé dovednosti v oblasti BIM.

4 VUT V BRNĚ – FAKULTA ARCHITEKTURY (FA VUT)

4.1 Úroveň fakultní

4.1.1 STRATEGIE

Historie

Výuka předmětů podporujících počítačové architektonické navrhování byla historicky zahrnuta do studijních programů v rozsahu několika předmětů, jejichž cílem bylo především získání dovedností pro tvorbu 2D výkresové dokumentace navrhovaných objektů a osvojení nástrojů pro vytvoření prostorového modelu za účelem prezentace architektonických návrhů. Pro výuku byly využívány softwarové nástroje pro klasické 2D kreslení – AutoCAD a obecné modelování – Sketchup, Autodesk 3ds Max, Rhinoceros 3D. Pro tvorbu prezentačních výstupů byly vyučovány a používány produkty Adobe – Photoshop, Illustrator, InDesign.

Současnost

Na FA VUT jsou v současnosti akreditovány studijní programy bakalářský, navazující magisterský a doktorský Architektura a urbanismus. Povinná výuka počítačového navrhování je zařazena do pěti semestrů v rámci bakalářského studia a zahrnuje předměty, ve kterých studenti získávají dovednosti v oblasti klasického 2D kreslení, obecného modelování, BIM a tvorby prezentačních dokumentů. Výuka je zajišťována Ústavem zobrazování.

Předmět týkající se BIM je zařazen do 3. ročníku. Náplní předmětu je pochopení tématiky BIM a získání dovedností, které zahrnují tvorbu informačního modelu navrhovaného objektu, práci s modelem, získávání potřebných informací, postupy umožňující kvalitní prezentaci návrhu formou fotorealistické vizualizace. Výuka je realizována s využitím konkrétního softwarového nástroje (Revit nebo Archicad) v počítačových laboratořích, které jsou, co se týká HW a SW, vyhovujícím způsobem vybaveny. Studenti mají možnost tyto získané znalosti využít při zpracování svých ateliérových projektů.

Překážky a problémy

V souvislosti se zaváděním BIM do výuky zatím nebyla formulována žádná strategie, vše je zatím pouze diskutováno v rámci, k tomuto účelu vytvořené, pracovní skupiny, jejímiž členy jsou vyučující předmětů výpočetní techniky a ateliérů. Stávající výuka týkající se BIM poskytne studentům znalosti a dovednosti, které mají možnost dále využívat při zpracování svých ateliérových projektů, ale tento způsob zpracování je na volbě studentů, není ze strany vyučujících vyžadován. Dotažení projektu do finální podoby pouze s využitím BIM nástrojů je spíše ojedinělé. Vzhledem k charakteru architektonických výstupů je BIM ze strany studentů vnímán především jako nástroj pro tvorbu prostorového modelu, další souvislosti jsou vnímány spíše okrajově. Vyučující ostatních předmětů zatím neprojevují aktivitu na rozšiřování své kvalifikace v tomto směru.

Hlavní problémy:

- ▶ Malá spolupráce napříč pracovišti, studijními předměty.
- ▶ Nízká kvalifikace ostatních pedagogů v oblasti BIM.
- ▶ Nedostatek reálných příkladů z praxe.
- ▶ Do budoucna bude nelehké získat kvalitní odborníky z praxe.

Vize a budoucnost

V rámci vytvořené pracovní skupiny, která řeší výuku BIM na fakultě, je diskutováno otevření dalších výukových předmětů – povinně volitelných v magisterském studijním programu, je uvažováno o kurzech celoživotního vzdělávání. Přínosem by bylo zlepšení spolupráce všech pracovišť při využívání BIM

nástrojů, zejména pak v rámci ateliérové výuky a zpracování závěrečných prací. K zajištění tohoto cíle by bylo potřeba přesvědčit ateliérové pedagogy o důležitosti tohoto procesu a bylo by potřeba zvýšit jejich kvalifikaci.

4.2 Úroveň studijních programů

4.2.1 ARCHITEKTURA A URBANISMUS

V současné době je akreditován studijní program Architektura a urbanismus – bakalářský, navazující magisterský, doktorský.

Strategie

Cílem výuky v bakalářském studiu je seznámení s problematikou BIM na úrovni potřebné pro architektonické navrhování. Získané dovednosti mohou studenti využívat při zpracování ateliérových projektů a bakalářské práce. V navazujícím magisterském studijním programu je uvažováno o otevření povinně volitelných předmětů, které budou v rozšířené formě navazovat na bakalářské studium. Jsou plánovány kurzy celoživotního vzdělávání, obsah a forma jsou zatím ve stavu diskuzí.

Obsah

Bakalářské studium obsahuje v souvislosti s počítačovým navrhováním povinné předměty Prezentační techniky, Výpočetní technika – 2D CAD, Výpočetní technika – 3D CAD, Výpočetní technika – Úvod do GIS, Výpočetní technika – BIM, vše v rozsahu dvě hodiny cvičení týdně. Předmět týkající se BIM je zařazen jako povinný ve 3. ročníku. Náplní je teoretický úvod – vysvětlení BIM, terminologie, klíčové technické termíny, dále cvičení, která jsou orientována na zvládnutí vybraného softwaru (volitelně Revit nebo ArchiCAD) pro potřeby architektonického navrhování a prezentace.

4.3 Návaznost na další dokumenty

4.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

Po absolvování výuky (Výpočetní technika – BIM / 3.r.) má student teoretické znalosti a získá praktické dovednosti pro tvorbu BIM modelu. Z pohledu své budoucí profese vnímá BIM spíše jako práci s digitálním modelem než jako komplexní metodu práce s informacemi. Takto získané znalosti a dovednosti dále nejsou v rámci jiné výuky rozvíjeny a záleží pouze na individuálním přístupu studentů k dalšímu vzdělávání. V plánu je zavedení dalších povinně volitelných předmětů zaměřených na problematiku BIM v magisterském studiu, je plánováno zařazení externích odborníků do výuky.

V souvislosti s dokumentem „Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM“ jsou ve stávající výuce pokryty oblasti Teoretický základ – obecný úvod, terminologie, standardy, Informační model – grafické a negrafické informace, SW nástroje pro projektování – vše stupeň cca 1. Při stávající hodinové dotaci zatím není možné rozšíření.

4.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

V aktuálním prvním ročníku tvoří většinu studentů absolventi gymnázií (71 %), v menším počtu studenti SPŠ stavebního (18 %) nebo uměleckého zaměření (11 %). V souvislosti s uvedenými úpravami RVP pro SPŠ stavební není o změnách stávajících studijních programů uvažováno.

4.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Výuka je především zaměřena na získání dovedností pro potřeby architektonického navrhování s využitím konkrétního softwarového nástroje podporujícího BIM. V případě, že studenti přicházejí se znalostí práce s využitím jednoho nástroje, mají pak možnost rozšířit své znalosti o nástroj další. Je nabízen Revit nebo Archicad.

5 VŠB-TU OSTRAVA – FAKULTA STAVEBNÍ (FAST VŠB-TUO)

5.1 Úroveň fakultní

5.1.1 STRATEGIE

Historie

Problematika BIM začala být řešena na VŠB-TUO koncem devadesátých let minulého století, kdy byly od nástupu výpočetní techniky do stavebnictví na FAST VŠB-TUO vyučovány studijní předměty, zaměřené na softwarové aplikace CAD a CAFM. Tyto předměty byly vyučovány v režimu volitelné nebo povinně volitelné.

Paralelně s probíhající výukou inovovaných předmětů se uvažovalo o zřízení oboru, zaměřeného více na informační modelování staveb. Obor zaměřený přímo na BIM realizován nebyl, ale vznikl bakalářský studijní obor Správa majetku a provoz budov, který byl akreditován v roce 2004 jako rozšíření studijního programu Stavební inženýrství. Zavedení oboru vycházelo ze všeobecné potřeby odborníků tohoto směru a obecná část nového studijního oboru navazovala na akreditovaný obor Městské stavitelství a inženýrství. Obor Správa majetku a provoz budov se zaměřil na přípravu odborníků pro důležitou fázi investičního procesu – fázi využívání investic (exploatační fázi). Tato etapa je časově nejdelší částí investičního cyklu, odpovídající životnosti investice – stavby. Je obdobím, kdy stavba prochází několika zásadními změnami (modernizace, rekonstrukce atd.), spojenými někdy i s dvojnásobnými finančními náklady, než jaké si vyžádá stavební část. Zaměření oboru Správa majetku a provoz budov koresponduje se základními úkoly facility managementu, který je v tomto kontextu součástí BIM.

Na přelomu prvního a druhého desetiletí začala být obecně problematika BIM více diskutována. To se postupně promítalo do vyučovaných předmětů, kde začínalo být BIM zmiňováno jako okrajové téma na vybraných přednáškách. Téma BIM se stalo natolik aktuální, že bylo třeba řešit systémovější přístup k jeho postupné integraci do výuky. Docházelo k přirozenému nástupu akademických pracovníků na jednotlivých katedrách, které se na BIM profesně zaměřovaly. Někteří z nich se zapojili do činnosti nově vznikající Odborné rady pro BIM (CzBIM).

V druhém desetiletí docházelo tak k postupné tvorbě nových, na BIM zaměřených, studijních předmětů a systémovějšímu přístupu k zavádění BIM na celé fakultě. Hlavním krokem v této aktivitě byl vznik pracovní skupiny, ve které jsou zastoupeni odborníci z různých pracovišť a s různými odbornostmi, a která cílí na zlepšení koordinace zavádění BIM na celé fakultě, a to nikoliv pouze v oblasti pedagogické, ale i na vědecké a hospodářské úrovni. Specifikem fakulty je zavádění BIM do již existujících staveb, což prozatím žádný informační pramen neuvádí, a přitom je to právě fáze provozu a užívání, pro kterou má existence BIM modelu staveb nepředstavitelnou hodnotu. Pokud hovoříme o zavádění BIM do stávajících staveb a nejedná se o modelování nově vznikající stavby, je namístě blíže poznávat informační management staveb, který už nehledá kolize mezi konstrukcemi a TZB, nehledá optimální variantu stavebně-technického řešení, tyto problémy jsou již vyřešeny z fáze přípravy a realizace stavby, teď je zde model, který vznikl na základě dat provozované a užívané stavby a jehož cílem je efektivně řídit procesy spojené se správou majetku a provozem budov, dnes označováno jako FIM – Facility Information Management. Zavedením BIM do živého organismu budov přináší s sebou značné výhody, ale samozřejmě také vyžaduje kontinuální péči, bez které by jeho přínosy ze zavedení byly jen kratinkou epizodou.

BIM ve fázi provozu a užívání jde ruku v ruce s facility managementem s cílem naplnit požadavky staveb na efektivní, bezporuchový a udržitelný provoz a užívání staveb.

Současnost

Na FAST VŠB-TUO jsou akreditovány dva bakalářské studijní programy:

- ▶ **Stavební inženýrství** (akademicky zaměřený studijní program, jehož 7 specializací pokrývá všechny oblasti stavebnictví).
- ▶ **Architektura a stavitelství** (akademicky zaměřený studijní program).

V obou uvedených programech postupně probíhá zavádění BIM do výuky. Způsob zavádění BIM do výuky probíhá jednak pomocí specializovaných studijních předmětů BIM, ale také postupnou integrací metod BIM do existujících vyučovacích předmětů. BIM je tématem, které vstupuje do všech oborů a činností napříč stavebním odvětvím, a že teoretické poznání je často zcela odlišné od současné praxe, která se s BIM teprve seznamuje, a která je limitována technickými možnostmi.

Pro zajištění výuky BIM je důležité zajištění dostatečné odbornosti vyučujících. Odbornost výuky je podložena účastí některých pedagogů v organizacích činných v oblasti BIM (CzBIM, ČAS, IFMA CZ, ČKAIT apod.), jejich vazbou na podniky činné ve výstavbě a také mezinárodní spoluprací a publikační činností na dané téma.

V současnosti je pro výuku BIM na FAST klíčová pracovní skupina BIM. Ta připravuje podklady pro koncepční rozhodnutí fakulty v oblasti BIM a společně koordinuje výuku. Důsledkem je také to, že se na různých vyučovacích předmětech podílí větší množství odborníků napříč různými problematikami oblasti stavebnictví, takže příslušné oblasti BIM jsou vyučovány těmi odborníky, kteří jsou na ně skutečnými experty. Výuka BIM je zároveň doplněna o vlastní aktivní činnost VŠB-TUO, realizovanou v rámci projektové činnosti. Vybraní odborníci z FAST jsou zapojeni v činnosti „Strategie BIM“ – podpora zavedení BIM na VŠB-TUO, koordinované útvarem prorektora pro rozvoj VŠB-TUO. Podílí se na zlepšování interního využití informačních modelů (např. pro správu a provoz budov apod.) a v neposlední řadě také poskytuje konzultace praxi. Dále stojí za zmínku, že od ledna 2022 byl nově zřízen Útvar BIM, který spadá do kompetence kvestora, který zajišťuje implementaci metody BIM do organizace u nových investičních zakázek a stávajících staveb. Zároveň mají studenti možnost v rámci jednosemestrální povinné praxe ve studijním programu BIM inženýring tuto praxi absolvovat na tomto útvaru.

Fakulta disponuje dostatečným počítačovým a licenčním zajištěním, výuka BIM aktuálně probíhá s využitím SW ArchiCAD, Revit, pit-FM, URBIDO, Tekla Structures, SCIA Engineer, Trimble Connect. Fakulta disponuje několika laboratořemi, které se na BIM přímo nebo okrajově zaměřují. Jedná se např. o laboratoř BIM, která soustředí odborníky z Katedry městského inženýrství pro strategické a projektově orientované využití BIM, která ovšem navíc disponuje i vybavením pro práci s virtuální realitou nebo jednoduchou 3D tiskárnou, aby se studenti mohli s těmito technologiemi seznámit. Laboratoře jsou většinou přístupné studentům v rámci jejich semestrálních, bakalářských nebo magisterských projektů. Dále jsou studenti seznámeni s prací s pozemními laserovými scannery.

Překážky a problémy

Překážkou, se kterou se potýkáme, je omezené množství studijních podkladů. Většinu studijních podkladů v současnosti tvoří zahraniční odborná literatura, která neřeší problém nedostatečné standardizace v oblasti BIM. Množství dostupných podkladů pro výuku bylo v posledních letech rozšířeno o opory pro studium ve studijním programu BIM inženýring.

Další problém je vytvoření fungujícího prostředí mezioborové spolupráce pro předávání modelů a propojení činnosti studentů různých studijních programů (například aby student – rozpočtář pracoval s modelem studenta – projektanta).

Vize a budoucnost

Krátkodobým cílem je postupné zvyšování kvalifikace pedagogů, kteří se přímo BIM nezabývají, ale současně se dotýká jejich oboru.

Dlouhodobým cílem fakulty je zařazení BIM do existujících předmětů, při zachování nutného minima ve formě specializovaných předmětů ve vybraných studijních programech, které nejsou přímo na BIM zaměřeny. A také dále pokračovat formou tvorby specializovaných studijních předmětů zaměřených na

BIM.

Jedním ze směrů, kterému se FAST aktuálně věnuje, je zapracování zkušeností a zpětné vazby z výuky historicky prvního ročníku nového navazujícího magisterského studijního programu „Stavební inženýrství – BIM inženýring“. Tento nově akreditovaný a otevřený studijní program je koncipován tak, aby uspokojil poptávku praxe po odbornících, kteří jsou schopni zvládat práci s ICT technologiemi, které se ve stavebnictví uplatňují, znají procesy skrze životní cyklus staveb, tj. ve fázi přípravy investiční výstavby, projektování, realizace a v oblasti facility managementu ve fázi provozu a užívání staveb, vést a spojovat odborníky z jednotlivých oborů, nebo plnit požadavky investora na BIM, jsou-li součástí zadání.

V návaznosti na zmíněný nedostatek studijních podkladů je dalším dlouhodobým cílem fakulty tvorba studijních opor, která zároveň bude schopna reagovat na rychle se vyvíjející problematiku BIM. To obnáší zejména soustavnou práci na aktualizaci obsahu znalostní základny a postupné ukotvování a normalizaci odborné terminologie. Takový projekt by mohl být i předmětem spolupráce s ostatními stavebními fakultami v ČR.

V budoucnu je plánována také modernizace technického vybavení, zejména se jedná o interiérový laser – scanner, vybavení nutné pro rozšířenou a virtuální realitu a potřebnou výpočetní techniku, dále modernizaci drobné výpočetní techniky (tablety pro výuku v terénu apod.) a také s vědecko-výzkumnou u činností související nákupy specializovaného přístrojového vybavení (robotizace, 3D tisk, UAV, sběr dat apod.)

5.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

Činnost fakulty v oblasti BIM je realizována zejména prostřednictvím vzdělávacích programů avybranými aktivitami, které mají přímou souvislost se vzděláváním.

CELOŽIVOTNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Ve spolupráci tří stavebních fakult ČVUT v Praze, VUT v Brně a VŠB-TU Ostrava byly v roce 2019 zahájeny kurzy celoživotního vzdělávání (CŽV) pro praxi, akreditovaných ČKAIT. V roce 2019 proběhly první tři pilotní běhy úvodního kurzu. Úvodní kurz na FAST VŠB-TUO proběhl v září 2019 za účasti celkem 20 účastníků. Další kurzy byly pro nedostatek zájemců zrušeny. O znovu otevření CŽV je uvažováno v návaznosti na aktivity koordinované Fakultou architektury ČVUT v Praze ve spolupráci s ČKA a ČKAIT.

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST

Vybraní studenti, kteří projevují zájem, jsou zapojováni v rámci svých závěrečných prací do dílčích aktivit projektů nebo publikační činnosti v oblasti BIM. Významnou roli v propojování vědeckovýzkumné činnosti a vzdělávání hrají studenti doktorských programů, kteří se na vědeckovýzkumné úrovni problematice BIM často věnují z vlastní iniciativy v rámci svých studijních aktivit.

Příkladem může být publikační činnost na národních konferencích a v odborných časopisech. Nezřídka mají prezentovaná vědecká data základ v některé studentské závěrečné práci.

Za zmínku stojí první absolvent doktorského studijního programu, p. Ing. Michal Faltejsek, Ph.D., jehož disertační práce s názvem „Tvorba 3D modelů měst a výpočty šíření znečištění v zástavbě“, je historicky první disertační prací řešenou a obhájenou na FAST VŠB-TUO.

Dalším studentem doktorského studia zaměřeným na problematiku metody BIM je doktorand p. Ing. Martin Ostárek, který zpracovává téma „Oceňování stavebních prací na podkladu 3D informačního modelu“.

SPOLUPRÁCE S PRAXÍ A STÁTNÍM SEKTOREM

Příkladem je spolupráce FAST s útvarem prorektora pro kvalitu a investiční výstavbu VŠB-TUO v rámci projektu „Strategie BIM“ a spolupráce s Útvarem BIM. Mimo tyto univerzitní útvary je to také spolupráce s odbornými nebo státními organizacemi jako je Agentura ČAS nebo CzBIM, které často vycházejí vstříc studentům při zpracování jejich závěrečných prací. Dále se spolupráce rozšířila na MPO ČR a Mezinárodní pobočku profesní organizace IFMA CZ, kde se FAST VŠB-TUO aktivně podílí na rozvoji

Facility Information Managementu. Dále je mj. připravována spolupráce s mezinárodní společností Hilti a dále s firmami Ateliér Ostrava, DEKPROJEKT, HSF System.

SPOLUPRÁCE SE ZAHRANIČÍM

Spolupráce se zahraničím je v pedagogické oblasti na téma BIM rozvíjena zejména formou specializovaných přednášek ve vybraných studijních předmětech. Např. Litva – Assoc. Prof. Dr. Natalija Lepkova, Management and Real Estate, Faculty of Civil Engineering, Vilnius Gediminas Technical University, společnost pitSoftware, s.r.o. apod. Dochází tím k přenosu zahraničních zkušeností. Další formou spolupráce se zahraničím jsou zahraniční studijní pobyty. Studenti jsou pozitivně motivováni ke studiu v zahraničí, kde se mohou setkat s tématem BIM a v případě, že se mu chtějí podrobněji věnovat, je tato spolupráce koordinována českým pedagogem – jedná se zejména o závěrečné práce. Posledním výjezdem přes ERASMUS+ byl p. Ing. Martin Ostárek, který navštívil Finsko. Jednou z dalších aktivit jsou aktivní účasti na mezinárodních sympoziích a konferencích zaměřených na BIM, např. Sympozium GIS, Správce budov, Mezinárodní vědecká konference Facility Management. Další spolupráce je s Fakultou stavební na SUT Gliwice, která vyústila mj. v opakované aktivní účasti na mezinárodní konferenci InfraBIM v Polských Gliwicích.

PROJEKT OP VVV „STRATEGIE BIM“ – PODPORA ZAVEDENÍ BIM NA VŠB-TUO

V roce 2019 byl zahájen čtyřletý projekt zaměřený na podporu zavedení BIM do stávajících budov VŠB-TUO. Projektové aktivity zohledňují specifické podmínky VŠB-TUO. Vznikly 4 pracovní skupiny:

- ▶ Skupina pro digitalizaci současného stavu projektové dokumentace.
- ▶ Skupina pro přípravu 3D modelů.
- ▶ Skupina pro analýzu procesů správy budov.
- ▶ Skupina pro propagační podporu a realizace workshopů.

Realizace této strategie byla věcně propojena také s další klíčovou aktivitou tohoto projektu, ve které byl akreditován nový navazující magisterský studijní program Stavební inženýrství – BIM inženýring (multioborový prořez metody BIM). Zkušenosti a praktické poznatky jsou využívány ve spolupráci napříč fakultami a pracovišti univerzity.

V prvním ročníku studovalo celkem 21 studentů, z toho 2 v prezenčním studiu, 15 v kombinovaném studiu a 4 zahraniční studenti.

5.2 Úroveň studijních programů

5.2.1 STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ (SI)

Stavební inženýrství je stavebně zaměřený bakalářský studijní program, který se od 3. ročníku bakalářského studia dělí na jednotlivé obory (od letošního AR na jednotlivé specializace). Na bakalářské studium navazuje studium magisterské, ve kterém většinou studenti pokračují v programu, který si zvolili v rámci bakalářského studia, nebo si volí jiný program.

Strategie

Výuka BIM je v programu SI realizována vícestupňově:

- ▶ První stupeň předpokládá seznámení studentů s problematikou BIM na úrovni společného minima.
- ▶ Druhý stupeň předpokládá seznámení studentů s problematikou BIM na úrovni minima pro zaměření v jejich oborové specializaci.
- ▶ Třetí stupeň předpokládá rozšiřování znalostí prvního a druhého stupně v oblasti jiných oborových specializací nebo v oblasti dalšího prohlubování oborových specializací.

PRVNÍ STUPEŇ

Společné minimum pro všechny studenty programu SI, které je vyučováno v prvním ročníku v rozsahu 2+0 (tj. dvě přednášky bez cvičení týdně) v předmětu Základy stavebního inženýrství.

Vzhledem k zaměření vysokého školství jsou za klíčové ve výuce považovány v této fázi přednášky, které musí pružně reagovat na vývoj tématu a poukázat na skutečnost, že BIM není pouze nový typ nástroje, ale metoda komplexního navrhování stavebního objektu jak po stránce grafické, tak datové, která umožňuje plynulé přenášení vymodelovaných informací (grafický i negrafický) stavebních objektů v rámci jednotlivých fází životního cyklu staveb. Teoretické základy jsou doplněny alespoň základní praktickou znalostí, zaměřující se na pochopení principů objektově orientovaného modelování.

DRUHÝ STUPEŇ

Stanovení obsahu předmětů v rámci druhého stupně závisí na aspektu vyučovacího předmětu. Pokud se jedná o existující vyučovací předmět, je v závislosti na odbornosti pedagogů postupně do výuky začleňována metoda BIM. Konkrétně se jedná o předměty:

- Rozpočtování a oceňování staveb.
- Kalkulace cen a nákladů.
- Ekonomika a management ve výstavbě.
- Stavební ekonomika a management.
- Základy Facility a Managementu.
- Základy investičních procesů.
- Právní předpisy ve výstavbě.
- Prostorové informační systémy.

Ve výše uvedených předmětech je výuka obohacena o nové poznatky rozvoje metody BIM formou inovace některých stávajících přednášek.

Pokud se jedná o na BIM specializovaný předmět, je důraz kladen na to, aby se jednalo o prohloubení znalostí z prvního stupně v zaměření specializace, tj. například v případě specializace na projektové řízení se jedná o BIM v kontextu smluvního zajištění, rozhodování o implementaci nebo analýzu modelu, v případě specializace na pozemní stavitelství naopak o projektování v BIM apod. Druhý stupeň může být realizován i formou povinně volitelných předmětů, přičemž je kladen důraz na to, aby nedocházelo k opakování znalostí z prvního stupně, ale o jejich prohlubování a aktualizaci.

TŘETÍ STUPEŇ

Třetí stupeň výuky je realizován zejména v navazujících magisterských studijních programech, a to formou povinně volitelných předmětů, ve výjimečných případech i povinnými specializovanými předměty. Specializované povinné předměty dále rozvíjí téma BIM u těch specializací, které jsou s BIM úzce propojeny (zejména specializace, spojené s činností koordinátora a manažera BIM). To samé lze říci i o povinně volitelných předmětech, které jsou ale v nižší dotaci. Povinně volitelné předměty jsou ve třetím stupni zároveň zaměřeny na prohloubení multioborové odbornosti studentů. V rámci systému jsou tak jako povinně volitelné nebo volitelné předměty nabízeny zjednodušené varianty z druhého stupně na specializacích jiného zaměření. Studenti pozemního stavitelství se tak mohou vzdělat v omezené míře i v oblasti BIM z hlediska projektového řízení, studenti projektového řízení se mohou zlepšit ve schopnostech modelování a projektování apod.

Předměty, které jsou úzce svázány s výukou BIM, jsou:

- Informační modely budov.
- Projekt.
- Stavebně ekonomická příprava staveb.
- Diplomový projekt.

Obsah

Náplň výuky a způsob její realizace přímo souvisí se specializací a je tedy třeba se každé specializaci věnovat odděleně.

Všechny specializace na programu Stavební inženýrství mají v kontextu BIM povinný předmět (první stupeň) v prvním ročníku o dotaci 2 přednášky a 0 cvičení týdně. V rámci tohoto předmětu se studenti seznámí v širším slova smyslu s tématem digitalizace stavebnictví a základními termíny z oblasti informačního modelování. Zaměření předmětu je orientováno zejména na osvojení základních teoretických poznatků a úvod do jednotlivých kapitol BIM. Cílem v tomto úvodním předmětu není projektování v BIM, ale spíše pochopení základních principů objektově orientovaného parametrického modelování. Vzhledem ke kapacitním a logistickým omezením bylo nutné zvolit pro demonstraci těchto principů jednu platformu. Vzhledem k zastoupení na trhu padlo ve vedení fakulty rozhodnutí, že základní nástroje pro výuku BIM budou na platformě Autodesk. Studenti však mají možnost po konzultaci zpracovávat úlohy i v jiných softwarových nástrojích, které ovládají (díky vstřícnosti dodavatelů fakulta pro modelování disponuje licencemi nejen na Autodesk Revit, Civil3D apod., ale také na Graphisoft ArchiCAD a další). Vybrané softwarové nástroje (zejména nástroje na modelování) jsou v rámci celého studia nabízeny studentům jako volitelné předměty.

Stěžejní linie výuky BIM jako nástroje pro modelování staveb je realizována v předmětu Počítačová podpora projektování, kde je možné modelovat stavební objekty v dostupných softwarových nástrojích. Magisterský předmět Facility Management zase umožňuje studentům vymodelovaný BIM model propojit s CAFM systémem a ověřit si tak možnost přenesení a využití dat z fáze přípravy a realizace do fáze provozu a užívání.

STUDIJNÍ PROGRAMY

V bakalářském stupni studia je nabízen jeden studijní program, v rámci kterého se ukrývají specializace, tzn. všichni studenti procházejí stejným učivem a až od 3. ročníku, na základě volby specializace, jsou studijní plány diverzifikovány dle studijního plánu specializace.

Studium na FAST VŠB-TUO nabízí bakalářský studijní program Stavební inženýrství, který v sobě zahrnuje následující specializace:

- Dopravní stavby.
- Geotechnika a podzemní stavitelství.
- Městské inženýrství.
- Pozemní a průmyslové stavitelství.
- Prostředí staveb.

Na bakalářský studijní program navazují studijní programy magisterské, což je 7 následujících stavebně zaměřených studijních programů:

- Stavební inženýrství – BIM inženýring.
- Stavební inženýrství – Dopravní stavby.
- Stavební inženýrství – Geotechnika a podzemní stavitelství.
- Stavební inženýrství – Městské inženýrství.
- Stavební inženýrství – Pozemní a průmyslové stavitelství.
- Stavební inženýrství – Prostředí staveb.
- Stavební inženýrství – Konstrukce staveb.

5.2.2 ARCHITEKTURA A STAVITELSTVÍ (A+S)

Strategie

Bakalářský studijní obor Architektura a stavitelství poskytuje první stupeň architektonického vzdělání. Těžiště výuky je postaveno na ateliérové tvorbě, při současném zvládnutí všech základních stavebně technických předmětů. Nedílnou součástí výuky jsou i předměty architektonicko-výtvarné a humanitní. Studijní obor je orientován na zvládnutí profese a možnost uplatnění v praxi, ale i na možnost pokračování studia v navazujícím magisterském studijním oboru a získání plnohodnotného architektonického vzdělání. Nabyté penzum technických znalostí umožňuje pokračovat v magisterském studiu i v jiných stavebních oborech. Téma BIM je začleněno do existujících předmětů, zaměřujících se na počítačovou grafiku a navrhování staveb. Využití BIM je podporováno i v rámci ateliérové výuky.

Konkrétně se jedná o předměty:

- ▶ Ateliérová tvorba I., II., III, IV, V a VI.
- ▶ Ateliér architektury I, II, III.
- ▶ Ateliér interiéru.
- ▶ Bakalářská práce.
- ▶ Diplomový projekt.

Obsah

Studenti Architektury a stavitelství se setkávají s problematikou BIM od začátku studia v předmětech Ateliérové tvorby a Ateliéru architektury. Dále pak v rámci přednášek jiných stávajících předmětů, kde se BIM věnují po teoretické stránce. Ve druhém semestru bakalářského studia si studenti povinně zapisují výuku jednoho z nástrojů pro projektování v BIM (nabízen je ArchiCAD nebo Revit). Volitelně se pak mohou vzdělávat dále jak v nástrojích, tak obecně problematice BIM. V závěrečném projektu – bakalářské práci – studenti zpracovávají projekt stavebního objektu po stránce architektonické studie a jejího stavebního dopracování, přičemž si opět procvičují zejména nástroje BIM.

V magisterském studiu je opět věnována pozornost problematice BIM zejména v aplikaci nástrojů BIM v rámci ateliérové tvorby a diplomové práce.

5.2.3 DOKTORSKÉ STUDIUM

Ve studijních programech jsou v nabídce předměty, zaměřené na informační modelování, jedná se o širší zaměření, zahrnující specifické znalosti v souladu s požadovanou odborností doktorského studia (např. předmět Informační modelování v projektovém řízení nebo FM). Stejně tak se BIM objevuje i v jiných předmětech jako okrajové téma (například předmět Informační systémy o území).

V rámci doktorského studia je BIM řešen v rámci některých disertačních prací v doktorském studijním programu Městské inženýrství a stavitelství. Témata řešených disertačních prací jsou:

- ▶ Facility management v přípravné fázi životního cyklu staveb při využití BIM.
- ▶ Optimalizace provozních nákladů s využitím informačního modelu budov (BIM).

Nastupující mladší generace doktorandů reaguje na trendy BIM pružně a lze v nich spatřit rozvojový potenciál oboru viz Obhájená disertační práce Ing. Michala Faltejska, Ph.D. (06/2022) na téma Tvorba 3D modelů měst a výpočty šíření znečištění v zástavbě.

5.3 Návaznost na další dokumenty

5.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

Potřebné dovednosti a oblasti znalostí související s BIM jsou s ohledem na 3D součástí všech studijních programů, zatímco oblast managementu informačního toku (BIM – Building Information Management) při stavebním procesu je pokryta v navazujícím magisterském studijním programu BIM inženýring. Je vhodné podotknout, že prolnutí BIM do ostatních studijních programů je otázkou budoucnosti.

5.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

Vzhledem k tomu, že se neuvažuje o zohlednění rozdílu mezi absolventy SPŠ stavebních a gymnázií, neplánuje se ani promítnutí změn do relativně nově akreditovaných studijních programů v souvislosti s úpravou RVP pro SPŠ Stavební.

6 ZČU V PLZNI – FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD (FAV ZČU)

6.1 Úroveň fakultní

6.1.1 STRATEGIE

Historie

Problematikou pořizování relevantních datových sad moderními geodetickými, fotogrammetrickými metodami a metodami laserového skenování pro územní plánování, projektování a realizaci staveb se na Fakultě aplikovaných věd zabýváme od roku 1995, kdy byl akreditován studijní program Geomatika, jako první v ČR. Od svého počátku využíval širokého teoretického zázemí fakulty (katedra matematiky, katedra informatiky, katedra kybernetiky, katedra mechaniky, katedra geomatiky a katedra fyziky), ale byl koncipován také jako mezifakultní (participace Fakulty ekonomické, Fakulty právnické). Důraz byl kladen na problematiku teoretických předmětů datového modelování, databázových a grafických systémů, geografických informačních systémů (GIS) a jejich aplikaci do oblasti pozemkové evidence, pozemkových úprav, územního plánování a elektronizace agend veřejné správy.

Od roku 2009 byl Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy akreditován studijní program Stavební inženýrství v prezenční i kombinované formě se studijními obory Stavitelství a Územní plánování, kde byla problematika aplikace GIS jak po teoretické, tak praktické aplikační stránce dále intenzivně rozvíjena. Pozornost byla věnována především vymezení, pořízení a správě územně analytických podkladů, tvorbě územních plánů obcí a problematice konverze a sjednocení datových modelů ÚAP krajů a v oblasti vizualizace ÚP byly aplikovány kartografické zásady. Řada aktivit byla zaměřena především na vzdělávání odborníků k aktuálním tématům praxe a celoživotnímu vzdělávání. V těchto oblastech byla navázána spolupráce s Ústavem územního rozvoje a předními firmami a projekčními kancelářemi v plzeňském, karlovarském a jihočeském regionu, zabývajícími se problematikou územního plánování.

Podle nového zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, bylo nutné existující studijní obory akreditovat jako samostatné studijní programy. Proto byla podána žádost o akreditaci akademicky zaměřeného navazujícího magisterského studijního programu Územní plánování pro oblast vzdělávání Stavebnictví a akreditace byla následně získána pro samostatný studijní program. V roce 2020 byl akreditován profesně zaměřený navazující magisterský studijní program Stavební inženýrství – Moderní budovy a v roce 2021 profesně zaměřený bakalářský studijní program Stavební inženýrství – Pozemní stavby; oba tyto programy nahradily dobíhající obory Stavitelství.

Současnost

Na ZČU v Plzni, Fakultě aplikovaných věd, je v současné době realizováno množství studijních programů s vazbou na problematiku BIM (v závorce je vždy uvedena standardní doba studia). Jedná se o následující bakalářské studijní programy:

- ▶ Geomatika (3 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – obor Územní plánování (4 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – obor Pozemní stavby (4 roky)

Současné navazující magisterské studijní programy jsou následující:

- ▶ Geomatika (2 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – Moderní budovy (2 roky), se dvěma specializacemi:
 - Navrhování a provádění budov a
 - Správa a řízení provozu budov

► Územní plánování (2 roky), se dvěma specializacemi:

- Strategické plánování měst a regionů a
- Informační modelování staveb.

Dále je akreditován jeden doktorský studijní program:

► Geomatika (4 roky)

Zařazením a rozvojem výuky systému BIM reagovala FAV ZČU v Plzni na připravovanou koncepci Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020 (GeoInfoStrategie), následně schválenou usnesením vlády ČR č. 837 ze dne 14. listopadu 2012, zejména konkrétního opatření O63 Zavedení informačního modelování staveb (BIM). Významným impulsem a potvrzením správného směřování výukového procesu byla v roce 2017 vládou ČR usnesením č. 682 schválená Koncepce zavádění metody BIM v České republice.

Akademičtí a výzkumní pracovníci katedry geomatiky FAV (KGM) se aktivně zapojují do normotvorného procesu Úřadu pro normalizaci, metrologii a zkušebnictví (ÚNMZ) v komisi TNK 122, aktivně pracují v odborných skupinách České agentury pro standardizaci (ČAS), České asociaci pro geografické informace (CAGI), Českém svazu geodetů a kartografů (ČSGK) a Asociaci podnikatelů v geomatice (APG) nebo CzBIM. Úspěšně se zapojují do řešení projektů EU H2020, základního výzkumu (GAČR) i aplikovaného výzkumu (TAČR). Na veškerých těchto aktivitách participují a významně se během svého studia podílí také studenti výše uvedených studijních programů.

Pracovníci katedry mechaniky, oddělení stavebního inženýrství (KME), garantují výuku studijních programů Stavební inženýrství – Pozemní stavby a Stavební inženýrství – Moderní budovy. Zabývají se zejména aplikacemi BIM v celoživotním cyklu budov, tj. od počátečních námětů, přes projekt ve všech jeho odbornostech, realizaci stavby, provozování, změny až po její likvidaci. Výsledky činnosti jsou publikovány v odborných publikacích a prezentovány na konferencích, často ve spolupráci s kolegy z praxe.

Zkušenosti, znalosti a dovednosti získané ve výzkumné činnosti, ve spolupráci se zahraničními institucemi i domácími partnery jsou akademickými pracovníky bezprostředně zaváděny do výuky profilových odborných předmětů pro systém BIM. Do výuky jsou zařazeny přednášky předních odborníků z praxe, takže studenti mají aktuální informace o stavu zavádění systému BIM do praxe i potřebnou praxi v této oblasti. Dotčené katedry v této oblasti vzájemně spolupracují a využívají předmětů napříč svými studijními programy.

Ve výukovém procesu je kladen důraz na samostatné studium a získávání relevantních odborných informací k systému BIM ze zahraničí a prezentaci získaných informací. Studenti jsou tak již během studia sami nebo ve spolupráci s firmami z praxe, schopni formulovat zadání svých samostatných závěrečných kvalifikačních prací tak, aby jejich výsledky byly v praxi a u jejich budoucích zaměstnavatelů použitelné a přinášející pokrok v řešení problémů implementace BIM.

Překážky a problémy

Má-li být proces vzdělávání účelný, je nutné koncipovat buď samostatné studijní programy se zaměřením na BIM nebo alespoň samostatné, funkční moduly doplňované do akademicky či profesně zaměřených studijních programů. Zásadním hodnotícím kritériem funkčního studijního programu by měla být skutečnost, že jsou zadávána témata závěrečných kvalifikačních prací, řešeny a úspěšně obhájeny práce úzce navázané na teoretické či aplikační aspekty systému BIM.

Vize a budoucnost

Pro další rozvoj výuky BIM se jeví jako podstatná aktivita zamýšlená akreditace profesně zaměřeného bakalářského a navazujícího studijního programu Městské inženýrství s důrazem na efektivní využívání moderních informačních a geoinformačních technologií.

6.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST

V rámci vědeckovýzkumné činnosti dlouhodobě spolupracujeme v oblasti územního plánování i oblasti stavebně technické jak s veřejnou správou, tak regionálními samosprávami. Na KGM byly řešeny např. weby pro publikování územních plánů, datové modely územně analytických podkladů a způsoby dynamického zobrazování jevů územních plánů webovými technologiemi. Dále je dlouhodobě řešena koncepce základních geografických dat využitelných i pro územní plánování, jako byl projekt Digitální mapy veřejné správy, Digitální technické mapy obcí a v současné době Digitální technické mapy ČR. Významným způsobem byla na pracovišti řešena problematika digitalizace katastrální mapy jako základní mapy velkého měřítko, která tvoří základní polohopisný podklad pro tvorbu územních plánů. Výsledky výzkumné činnosti jsou pravidelně publikovány na konferencích Geoinformace ve veřejné správě nebo konferencích GIS v plánování měst a regionů. Tyto konference jsou pracovníky KGM též spolupořádány. Pracovníci katedry mechaniky ve spolupráci s Fakultou ekonomickou ZČU řeší projekt TAČR Optimalizace využívání nemovitostí v majetku obcí, kde je zástupcům municipalit mj. i přibližována problematika BIM při nakládání s nemovitým majetkem.

SPOLUPRÁCE S PRAXÍ A STÁTNÍM SEKTOREM

Fakulta aplikovaných věd ZČU katedra geomatiky i katedra mechaniky dlouhodobě úspěšně spolupracují se soukromým sektorem a jednotlivými soukromými firmami na řešení jejich aktuálních potřeb formou výzkumných projektů a konkrétních zadání témat aplikovaného výzkumu, vedlejší hospodářské činnosti či výzkumných voucherů. Praxe má zájem nejen na zadávání a vedení témat závěrečných kvalifikačních prací, ale i na zpracování metodických návodů a jejich certifikaci.

Výzkumní i akademičtí pracovníci byli a jsou zastoupeni v týmech a komisích Ministerstva vnitra (Realizační a výkonný tým Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020 (GeoInfoStrategie)), Ministerstva pro místní rozvoj (digitalizace stavebního řízení, vyjádření k průběhu sítí technické infrastruktury, Systém identifikace staveb) nebo Ministerstva průmyslu a obchodu (zavádění metody BIM v ČR, agendy Registru práv a povinností s vazbou na Stavební zákon). Úzká spolupráce s Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK) byla po celou dobu digitalizace Souboru geodetických informací. V současné době je tato spolupráce zaměřena na legislativní ukotvení Digitální technické mapy v právním řádu ČR. Významným tématem je sjednocení zeměměřičských činností pro geodetickou část dokumentace skutečného provedení staveb (DSPS) a pro geometrické plány jako primární zdroje aktualizace DTM. V současnosti je připravován vstup Fakulty aplikovaných věd do platformy Národního centra Stavebnictví 4.0, probíhá např. spolupráce s International Facility Management Association CZ, European Real Estate Society, které slouží k výměně zkušeností a znalostí i v oblasti BIM.

Na pracovišti KGM byly a jsou řešeny projekty aplikovaného výzkumu vypisované Technologickou agenturou ČR (TAČR) jako například:

- ▶ CK03000179 **DIDYMOS** – Vytvoření dynamického digitálního modelu ulice pro potřeby autonomního řízení v Plzni (2022–2024). Cílem projektu je pilotně otestovat a definovat možnosti využití HD map pro potřeby autonomní mobility. Během projektu bude vytvořen testovací úsek, který bude vybaven dodatečnou sensorikou, která bude umožňovat v reálném čase detekovat překážky na vozovce a v jejím okolí. Na tomto úseku se budou zároveň pohybovat testovací vozidla, která budou vybavena další sensorikou pro detekci mimořádností na vozovce. Data budou zároveň přenášena na server, kde budou implementována do vytvořených HD map testovacího úseku a část také do stávajícího 3D modelu města Plzně. Vznikne tak dynamický digitální model (tzv. digitální dvojče) pilotního úseku. Na základě provedených testů vznikne na závěr metodika, která bude jasně definovat požadavky na dynamické HD mapy pro potřeby autonomní mobility.
- ▶ TITIMV706 NaSaPO – Národní sada prostorových objektů. Cílem projektu bylo vytvořit koncepci NaSaPO, která bude vymezovat základní technické parametry a vlastnosti NaSaPO a dále specifikovat podmínky pro institucionální a organizační zajištění NaSaPO jako zdroje garantovaných dat. V rámci koncepce zpracovat podklady pro legislativní ukotvení NaSaPO. Stanovení, jaká data budou fakticky

tvořit obsah NaSaPO, kdo bude jaká data garantovat, podmínky a pravidla jejich poskytování a sdílení. Je nutné stanovit náklady na pořízení, správu a poskytování/sdílení dat a způsob financování ze strany jednotlivých garantů. Součástí potřeby je i vypracování koncepce správy prostorových dat a informací v informačních systémech veřejné správy.

- ▶ CK01000096 Inovativní přístupy matematického modelování dopravy pro udržitelný rozvoj měst a regionů (2020–2022). Projekt úzce navazuje na aplikovaný výzkum v oblasti dopravního modelování. Současná softwarová řešení pro dynamické dopravní modelování (uzavření/změna charakteru úseku, přidání úseku silniční sítě, lokální úprava matice přepravních vztahů) jsou vzhledem k jejich časové náročnosti nevyhovující. Potenciál dostupných dat ze senzorů a dalších zdrojů není plně využit v inteligentních dopravních systémech (ITS). Na základě dosud prováděného výzkumu (EU projekty OpenTransportNet a PoliVisu) očekáváme výrazné zpřesnění a zrychlení stávajících statických i dynamických dopravních modelů pro strategické plánování dopravy. Zrychlení bude dosaženo využitím klient server architektury s využitím cloudu a high performance computing (Apache Spark, Hadoop). Pro zpřesnění bude využito velkých dat o reálném provozu (dopravní smyčky, ANPR kamery, data z mobilních telefonů). Výsledek projektu bude využitelný pro udržitelné dopravní a urbanistické plánování měst a regionů.
- ▶ TB0500MV003 Vypracování certifikované metodiky pro publikování prostorových informací ve formě otevřených dat. Cílem projektu byla analýza současného stavu publikování prostorových dat a informací ve formě otevřených dat a návrh metodiky, která bude sloužit jako základní nástroj pro otevírání prostorových dat státní správy a samosprávy v České republice. Vytvořená metodika se zaměřila na existující standardy a doporučení organizací ISO, W3C a OGC. Dále budou zohledněny úspěšné mezinárodní projekty realizované na poli otevřených prostorových dat jako například SDI4Apps, SmartOpenData, MELODIES nebo ARE3NA a národní aktivity eGovernmentu, včetně strategických dokumentů ČR k otevřeným datům.

Pracoviště KME bylo zapojeno do řešení projektů aplikovaného výzkumu vypisovaných Technologickou agenturou ČR (TAČR), ale i aplikačních projektů z privátní sféry, např.:

- ▶ TL02000373 Optimalizace využití nemovitostí v majetku obcí, zahrnující certifikovanou metodiku reprezentující nástroj, umožňující municipalitám efektivněji nakládat s jejich nemovitým majetkem.
- ▶ Výzkum vlivu internetového obchodování na rozvoj a ekonomiku komerčních nemovitostí – smluvní výzkumný projekt analyzující dopady chování spotřebitelů na využití stávajících a potenciálních modifikací připravovaných komerčních staveb.

SPOLUPRÁCE SE ZAHRANIČÍM

V oblasti spolupráce se zahraničím se KME nepodílela na žádném mezinárodním projektu zahrnujícím problematiku BIM. Pracoviště KGM bylo v této oblasti koordinátorem nebo spoluřešitelem řady evropských projektů, jako například:

- ▶ **S4AllCities** (Smart Spaces Safety and Security for All Cities, 2020–2022) – mezinárodní projekt podpořený prestižním evropským dotačním programem pro výzkum a inovace Horizon 2020, jehož cílem je snížení zranitelnosti veřejných prostorů, zmírnění následků teroristických útoků, vyšší informovanost veřejnosti a dosažení rovnováhy mezi zlepšením bezpečnosti, fungováním veřejných prostranství i pocitu svobody občanů. Jednou ze tří pilotních oblastí, kde se inovativní technologická řešení vyvíjejí a testují, je město Plzeň.
- ▶ **DUET** (Digital Urban European Twins for smarter decision making) (2019-2022) zaměřený na koncept digitálního dvojčete města, resp. urbanizované oblasti. Projekt je zaměřen na datovou a technologickou podporu rozhodovacích procesů lokální administrativy (českým pilotním městem projektu je Město Plzeň). Technologicky projekt akcentuje využívání dynamických a heterogenních datových zdrojů a jejich zpracování pokročilými analytickými nástroji.

- Koordinace evropského projektu **SDI-EDU for Regional and Urban Planning** (2009–2011, Lifelong Learning Programme, Leonardo da Vinci – Transfer of Innovation) – vzdělávání INSPIRE v kontextu územního plánování, evropský projekt pro harmonizaci prostorových informací HUMBOLT. Projekt SDI-EDU byl zaměřen na přenos znalostí z evropských výzkumných projektů souvisejících se vzděláváním v oblasti tvorby prostorové datové infrastruktury pro územní plánování. Příkladem takových projektů jsou projekty Humbolt či Naturnet Redime. Základní koncept budování prostorové datové infrastruktury spočívá v přesunu prostorových dat do webového prostředí a v použití webových služeb pro budování sítě distribuovaných geoportálů. Standardy pro budoucí celoevropskou prostorovou datovou infrastrukturu jsou definovány v evropské směrnici INSPIRE. S implementací směrnice INSPIRE vyvstane silný požadavek na budování znalostních kapacit a na přenos znalostí mezi územními plánovači, evropskými regiony či jednotlivými magistráty.
- Koordinace evropského projektu **Plan4all** (2009–2011, eContentplus). Hlavní zaměření eContentplus projektu Plan4all bylo na harmonizaci dat územního plánování s ohledem na směrnici INSPIRE. Projekt byl založen na existujících „best practices“ v regionech a městech Evropské unie a zhodnocení výsledků současných výzkumných projektů řešených v této oblasti. Výsledky projektu jsou udržovány a dále rozvíjeny v rámci spolku Plan4all, z.s.
- **SDI4Apps** (2014–2017, CIP-ICT-PSP-PB). Projekt SDI4Apps financovaný programem Competitiveness and Innovation Framework Programme a Ministerstvem vnitra České republiky byl zaměřený na využití otevřených geografických informací pomocí inovativních služeb založených na propojených datech (Linked Data). Cílem bylo vytvoření platformy a podmínek na podporu tvorby inovativních služeb a aplikací nad geografickými daty.
- **OpenTransportNet** (2014–2017, CIP-ICT-PSP-PB). Cílem projektu OpenTransportNetwork (OTN) je vytvoření virtuální služby pro agregaci, harmonizaci a vizualizaci otevřených dat souvisejících s dopravou. Tato platforma napomůže jak lepšímu řízení dopravy, tak i tvorbě nových inovativních aplikací a služeb pro potřebu dopravy. Toto řešení bude založeno na veřejných datech, lokalizačních službách a dobrovolnický pořizovaných datech. Projekt sjednotí prostorové geoinformace, dynamické datové toky a neprostorová data pomocí nástrojů vhodných k pořízení velkých datových zdrojů, vizualizačních nástrojů a algoritmů detekce vzoru. Projekt bude ověřen na čtyřech pilotních místech: ve Velké Británii, Belgii, Francii a Libereckém kraji.
- **Plan4business** (2012–2014, FP7-ICT-2011-SME-DCL). Heterogenost dat územního plánování znemožňuje jejich integraci a možnosti analýz na evropské úrovni a v přeshraničním kontextu. Stále narůstající požadavky uživatelů ze strany např. výzkumných organizací, územních plánovačů a realitních kanceláří určují nutnost harmonizace těchto dat, jejich zpřístupnění pomocí webových služeb a možnosti jejich analýz. Projekt Plan4business se zaměřil na vývoj platformy, která bude sloužit nejen jako katalog dostupných dat územního plánování, ale hlavně jako jejich integrátor nabízející možnosti vizualizace a prostorových analýz na evropské a mezinárodní úrovni. Automatizace procesu integrace značně heterogenních dat byla hlavním cílem projektu. Úspěšná harmonizace umožní následné analýzy a jednotnou vizualizaci, které budou v rámci projektu detailně zpracovány a navrženy. Servisní platforma, dostupná na <http://www.whatstheplan.eu/>, je plně v souladu se specifikacemi směrnice INSPIRE.
- **BRISEIDE** (2010–2012, CIP-ICT-PSP-2009). Hlavním cílem projektu BRISEIDE bylo především rozšíření datových modelů vyvinutých či vyvíjených v tematicky příbuzných evropských projektech o časový aspekt, aplikace (například v civilní ochraně) byla založena na integraci existujících řešení a vývoji služeb pro správu časoprostorových dat. Projekt BRISEIDE byl aplikován, testován a validován v aplikacích z oblasti civilní ochrany s použitím příslušných INSPIRE témat, skrze síť zúčastněných subjektů, poskytovatelů dat, technologických partnerů a uživatelů. ZČU byla, jako projektový partner, zodpovědná za identifikaci uživatelských požadavků. Tyto požadavky jsou cíleny na existující systémy jednotlivých partnerů, které byly v rámci projektu BRISEIDE rozšířeny o podporu zpracování časoprostorových dat. Tým ZČU byl také zodpovědný za vytvoření metadatového profilu projektu podporujícího časová data.

6.2 Úroveň studijních programů

Na ZČU v Plzni, Fakultě aplikovaných věd, je v současné době realizováno množství studijních programů s vazbou na problematiku BIM (v závorce je vždy uvedena standardní doba studia). Jedná se o následující bakalářské studijní programy:

- ▶ Geomatika (3 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – obor Územní plánování (4 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – obor Pozemní stavby (4 roky)

Současné navazující magisterské studijní programy jsou následující:

- ▶ Geomatika (2 roky)
- ▶ Stavební inženýrství – Moderní budovy (2 roky), se dvěma specializacemi:
 - Navrhování a provádění budov a
 - Správa a řízení provozu budov.
- ▶ Územní plánování (2 roky), se dvěma specializacemi:
 - Strategické plánování měst a regionů a
 - Informační modelování staveb.

Dále je akreditován jeden doktorský studijní program:

- ▶ Geomatika (4 roky)

6.3 Návaznost na další dokumenty

6.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

V bakalářském i navazujícím magisterském studijním programu Geomatika jsou potřebné znalosti pro práci s BIM průběžně rozvíjeny, a to především co se týká role BIM v digitálním vystavěném prostředí a propojení s geografickými informačními systémy (GIS). Absolventi bakalářského studijního programu Geomatika mají potřebné znalosti geografických informačních systémů a jejich využití ve vazbě na BIM a vystavěné prostředí. Absolventi mají detailní znalosti využití dronů a digitální fotogrammetrie pro pořízení a aktualizaci dat BIM. Absolventi navazujícího studijního programu Geomatika mají pokročilé znalosti GIS a všech aspektů jejich propojení s BIM včetně georeferencování 3D modelů. Absolventi jsou schopni v rámci odborné práce integrovat data GIS a BIM pro daný účel užití, např. pro aktualizaci digitální technické mapy nebo vytvoření digitálního dvojčete města včetně jeho (webové) vizualizace.

Bakalářský a navazující magisterský program Územní plánování prohlubuje znalosti technických a technologických aspektů územního plánování s důrazem na moderní metody pořizování geodat, zpracování velkoobjemových dat (big data), používání relevantních datových skladů, otevřených datových zdrojů (open data) či propojených datových zdrojů (linked data). Důraz je kladen na přístup využívající modelování staveb v informačních systémech ve všech etapách životního cyklu stavby (od prvotního návrhu a řízení o umístění stavby, výstavby, správy stavby, její rekonstrukce až k následné demolici, odstranění stavby a rekultivaci území) a pozemkových úprav.

Bakalářský studijní program Stavební inženýrství – Pozemní stavby již v úvodních dvou semestrech nabízí volitelné předměty zaměřené na úvod do projektování v prostředí CAD prostřednictvím softwarových systémů zahrnujících i BIM. Tyto znalosti jsou v dalších ročnících rozvíjeny pro potřeby provádění staveb v předmětech zahrnujících základy informačních systémů, technologie výstavby a přípravu a řízení staveb, a to jak v jednotlivých specializovaných předmětech, tak v předmětech komplexních, např. typu projekt. V navazujícím magisterském studiu pak navazují předměty v oblasti managementu staveb, resp. správy a

řízení jejich provozu (facility management) a komunikačních technologií, jejich aplikace je pak prověřována na individuálních případových studiích, a v obou úrovních studia samozřejmě v závěrečných pracích. Do výuky těchto předmětů jsou ve významném poměru zapojeni odborníci z praxe. Výstupními znalostmi absolventů jsou pak schopnosti aplikovat BIM v celoživotním cyklu moderní budovy.

6.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

Oba stavebně technické studijní programy, Stavební inženýrství – Pozemní stavby i Stavební inženýrství – Moderní budovy, jsou akreditovány jako profesně zaměřené. Toto zaměření jednak umožňuje poměrně plynulý přechod prakticky vzdělaných absolventů SPŠ stavebních do akademického vzdělávacího procesu s efektivním využitím jejich dosavadních znalostí a dovedností, a jednak okamžité uplatnění absolventů těchto studijních programů v praxi. Na tyto parametry je nastavena i výuka BIM, která je úzce propojena s dosahováním praktických znalostí obecné stavebně technické problematiky.

Skutečně se ukazuje, že pro další rozvoj výuky BIM, reflektující potřeby praxe, se jeví důležité akreditovat studijní program jako profesně zaměřený. Na základě konzultací s ČKAIT proto i pracoviště KGM rozhodlo podat akreditaci studijního programu v oboru Městského inženýrství jako profesního. Plné nasazení systému BIM od investičního záměru, přes projekční přípravu, povolení stavby, vlastní realizaci, kolaudaci a uvedení stavby do provozu je závislé na zajištění bezproblémové komunikace při garantovaném předávání a interpretaci velkého objemu různorodých dat. Z tohoto důvodu bude navržený studijní program založen i na využití znalostí a výsledků základního výzkumu dalších pracovišť FAV, např. katedry informatiky nebo katedry kybernetiky.

6.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Podmínky přijímacího řízení jsou obsaženy v příslušné vyhlášce děkana fakulty. Tyto podmínky jsou jednotné pro všechny uchazeče o studium, bez ohledu na typ absolvované střední školy – gymnázií, SPŠ stavebních, ale i SPŠ a jiných škol nestavebního zaměření.

Pro stírání rozdílů ve vstupních znalostech studentů jsou v úvodním ročníku bakalářského studia stavebního inženýrství nabízeny povinně volitelné a volitelné předměty, doplňující znalosti dle preferencí každého studenta. Jedná se o předměty rozšiřující zejména znalosti matematiky, vybavující studenty základními znalostmi o stavebním inženýrství samotném včetně úvodu do CAD / BIM projektování, ale i znalostmi zásad práce s informacemi. Tento přístup se dosavadní výukovou praxí osvědčil, studenti s různým středoškolským vzděláním od 2. ročníku bakalářského studia již vystupují jako vzájemně rovnocenní kolegové.

7 VŠTE V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH (VŠTE)

7.1 Úroveň univerzitní

7.1.1 STRATEGIE

Historie

Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích (VŠTE) vznikla jako nejmladší veřejná vysoká škola v České republice v roce 2006. Jejím vznikem bylo doplněno portfolio vysokých škol v Jihočeském kraji o školu výrazně zaměřenou na vzdělávání a výchovu prakticky zaměřených studentů bakalářské formy studia. Obsahová náplň studijních programů a studijních oborů přihlížela k obsahu studia renomovaných vysokých škol a univerzit a umožňovala úspěšným absolventům pokračovat na obdobně zaměřených školách v magisterském, případně doktorském studiu. V dlouhodobém záměru si VŠTE vytyčila několik možných programů, kdy vodítkem pro jejich výběr byla poptávka po takto profilovaných absolventech na jihočeském trhu práce. Jedná se, mimo jiné, o stavebnictví, které je vyučováno v rámci Ústavu technicko-technologického (ÚTT) VŠTE v ČB.

Na Katedře stavebnictví VŠTE v ČB byly postupně realizovány bakalářské studijní obory Stavební management, Konstrukce staveb a Pozemní stavby. V roce 2015 byl akreditován magisterský studijní obor Konstrukce staveb. Od zimního semestru 2020 byly veškeré studijní obory převedeny na nově akreditované studijní programy Pozemní stavby, a to jak v bakalářské, tak magisterské formě studia. Již od založení vysoké školy byla do všech studijních programů implementována výuka předmětu BIM, a to ve smyslu 3D modelování. Všichni studenti měli povinnost absolvovat předměty typu CAD, které se zaměřovaly na práci s nástroji Revit, ArchiCAD a Allplan (Nemetschek). Využití nástrojů BIM ve výuce je historicky zakotveno již od samotného vzniku vysoké školy. Studenti tyto modelovací nástroje používali, a stále používají, pro zpracování závěrečných prací, zaměstnanci pak pro efektivní zpracování projektů a vědeckých výstupů.

Později se BIM stále ještě ve smyslu 3D modelování a GIS zaváděl i do výuky předmětu Stavební geodézie (GIS). Rok 2015 se stal milníkem v inovaci předmětu BIM. Původní CAD předměty již dostatečně nereflektovaly aktuální požadavky a zavádí se předmět BIM – management, na kterém začínají participovat také externí odborníci z praxe. Studenti tak získali komplexní přehled ohledně řízení informací celého životního cyklu staveb. Původně byl tento předmět volitelný, v současnosti je povinný v rámci navazujícího studia. Rovněž byl do studijních plánů zařazen nový předmět Integrované modelování budov, který navazuje na poznatky získané z předmětu BIM – management. Studenti tak měli možnost prohloubit znalosti dané problematiky v oblasti práce s Revitem nebo ArchiCADem (aktuálně je předmět nahrazen předmětem Facility Management).

Exaktnost a praktičnost předmětu je navíc podpořena akademickými a vědeckými pracovníky VŠTE, kteří jsou aktivně zapojeni v organizacích činných v oblasti BIM (CzBIM, ČAS apod.), mají vazby na podniky, které se touto problematikou zabývají a účastní se mezinárodních aktivit, které jsou spojené s tímto tématem.

Současnost

Katedra stavebnictví Ústavu technicko-technologického VŠTE v Českých Budějovicích v současné době organizuje jeden bakalářský a jeden magisterský studijní program. Studijní program Pozemní stavby se od 2. roku studia dělí na specializace. První dva semestry studia jsou společné pro všechny specializace. Výuka se v nich zaměřuje zejména na vytvoření teoretických základů pro navazující specializace, které jsou již ve větší míře orientované na praktické znalosti a zkušenosti.

- ▶ **Pozemní stavby** (bakalářský prakticky zaměřený studijní program)
 - ▶ Specializace **Navrhování budov**
 - ▶ Specializace **Nosné konstrukce**
- ▶ **Pozemní stavby** (magisterský prakticky zaměřený studijní program)

Implementace BIM do výuky je ve všech těchto případech z hlediska praktického zaměření studijních programů pojata tak, že modelovací nástroje 3D modelování a BIM (zejména Graphisoft ArchiCAD, případně Autodesk Revit nebo Nemetschek Allplan) jsou vyučovány jako volitelné předměty (CAD 1-4, 2 hodiny/týdně). Ty jsou vyučovány dle zájmu studentů hned v počátku studia v 1. (resp. 2.) ročníku a tvoří tak podstatný a důležitý základ pro všechny další studijní předměty BIM. Tyto modelovací nástroje jsou následně využity zejména v předmětech ateliérové a projektové tvorby (Ateliér/Projekt 1-3, 4 hodiny týdně). Studenti specializace Navrhování budov v bakalářské formě studia povinně absolvují předmět Facility Management (seminář 3 hodiny týdně). V rámci navazujícího studia studenti povinně absolvují předmět Management životního cyklu stavby (N_BIM) s časovou dotací přednášky 2 hodiny týdně a semináře 2 hodiny týdně.

Za zavádění výuky do BIM je zodpovědný vedoucí Katedry stavebnictví, který implementaci BIM do výuky pravidelně konzultuje s garanty studijních programů, garanty vybraných předmětů a příslušnými vyučujícími.

Ústav technicko-technologický VŠTE v ČB disponuje dostatečným počítačovým a softwarovým vybavením, rozšiřuje svoje vybavení i směrem ke skenovacím nástrojům, možností 3D tisku či brýlím pro virtuální realitu. Tyto laboratoře jsou zpřístupněny studentům rovněž pro jejich bakalářské i diplomové práce v BIM prostředí.

Překážky a problémy

Hlavními překážkami zavedení BIM do výuky jsou nedostatečná kvalifikace pedagogů, nedostatek finančních prostředků na vybavení učeben, nízká informovanost o BIM, neznalost nástrojů a praktických zkušeností nebo zdlouhavé a komplikované procesy zavádění inovací při zajištění kontinuity výuky. Problémem je vytvoření fungujícího prostředí mezioborové spolupráce pro předávání modelů a propojení činností studentů (například, aby student – TZB pracoval s modelem studenta – konstruktéra). Další překážkou, se kterou se potýkáme, je nedostatek studijních podkladů. Nedostatek dobrých příkladů z praxe, které jsou zároveň realistické, ověřitelné a dostatečně kritické. Většinu studijních podkladů v současnosti tvoří zahraniční odborná literatura, která neřeší problém nedostatečné standardizace v oblasti BIM. Při praktické výuce taktéž velmi často narážíme na bariéry nepřijetí BIM přístupu odbornou veřejností, což částečně studenty demotivuje.

Vize a budoucnost

Krátkodobým cílem je postupné zapojování dalších pedagogických pracovníků a jimi vyučovaných odborných předmětů do prostředí BIM. Dlouhodobým cílem je postupný přechod celé výuky tak, aby nástroje BIM byly přirozenou součástí výuky v celém studijním programu, jak v bakalářské, tak magisterské formě studia.

7.1.2 PŘÍKLADY AKTIVIT

VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST

Vědeckovýzkumná a publikační činnost je velmi důležitou součástí aktivit VŠTE v ČB. Vysoká škola se v této oblasti zaměřuje především na oblasti aplikovaného výzkumu, který vychází ze současného stavu poznání.

Na základě praktického zaměření studijních programů VŠTE byl u dodavatelské stavební firmy podán návrh projektu TAČR, zaměřující se na manažerské aspekty implementace a používání BIM a dalších nástrojů s tím souvisejících, jehož realizace byla zahájena 1. ledna 2019. Realizace projektu TAČRu č. TL02000017 **Mezigenerační management pro podporu digitalizace ve stavebnictví** byla úspěšně ukončena koncem roku 2021. Cílem projektu bylo pomocí metody mezigeneračního managementu založené na tvorbě osobního e-portfolia a sdílení zkušeností a dovedností, nabídnout řešení firmám, jejichž starší zaměstnanci jsou konfrontováni s digitalizací dokumentů a jsou ohroženi ztrátou zaměstnání. V situaci, kdy za starší pracovníky na trhu práce neexistuje adekvátní náhrada, nabídnout efektivní řešení, aniž by bylo třeba vynakládat prostředky na plošné, mnohdy málo efektivní proškolení zaměstnanců s rizikem jejich odmítnutí pro obtížnost nebo jejich malou sebedůvěru.

V roce 2021 byl podán a následně přijat k podpoře návrh projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/21_374/0027275 s názvem „Výzkum a vývoj inovativní linky Building Data Warehouse (BDW) k zajištění kvality a kontroly procesů ve výstavbě a údržbě“ v rámci výzvy programu OP PIK APLIKACE – VÝZVA IX. Projekt řeší zavedení nového postupu kontrolních procesů monitoringu kvality a progresu výstavby liniových staveb s důrazem na automatizace a zefektivnění procesů, jejich digitalizaci a digitalizaci předávaných výstupů. Cílem je i úspora lidské činnosti, eliminace ruční práce v pracovních postupech a především plnohodnotná digitalizace vyhodnocených výstupů v souvislosti s vývojem služeb zaměřovacích a geodetických prací, vývojem legislativy a cílem digitalizace veřejné správy. Projekt propojuje teoretické a teoreticko-praktické zkušenosti VŠTE věnující se dlouhodobě danému tématu na úrovni vědecké a praktické zkušenosti žadatele TKP geo s.r.o. podnikajícího v tomto oboru. Projekt přispěje k novým poznatkům a postupům v oblasti digitalizace výstavby, monitoringu, controllingu s návazností na nové postupy, principy BIM a digitalizace ve stavebnictví. Projekt tak využívá potenciálu spolupráce podniku a výzkumné organizace a přispěje k jejich oboustrannému rozvoji.

Dále se Katedra stavebnictví zapojila do interní grantové soutěže nevýzkumnými granty, které však přenášely výsledky výzkumu do výuky. Jednalo se například o projekt **Podpora pedagogické práce akademických pracovníků KST v oblasti zpracování dat z laserového 3D skeneru a ortogrametrického zaměření staveb**. Studenti jsou aktivně zapojeni do řešení projektů s akademickými pracovníky katedry, například projektu **Aplikace modelovacích procesů a 3D tisku na odlévací formy pro mobiliář z betonu, sádry, pryskyřic apod.**

Dalším příkladem vědecko-výzkumné činnosti je rozsáhlá publikační činnost v oblasti BIM, a to zejména prostřednictvím národních i mezinárodních konferencí s množstvím článků zařazených do databází Scopus a Web of Science.

VĚDECKÉ KONFERENCE

V rámci mezinárodní vědecké konference „**Defekty budov/Building Defects**“, organizované již více než 10 let Katedrou stavebnictví VŠTE v ČB, je vždy v rámci posledních 5-ti ročníků zařazen odborný blok přednášek z oblasti problematiky digitalizace ve stavebnictví a BIMu se zaměřením na využívání práce v prostředí BIM k redukci defektů před, v průběhu i po výstavbě. Konference je pořádána ve spolupráci s Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků (ČKAIT). Řada příspěvků domácích i ze zahraničí byla následně zařazena do databáze Web of Science i Scopus.

SPOLUPRÁCE SE ZAHRANIČÍM

Katedra stavebnictví VŠTE v ČB je od dubna 2022 členem sítě **CEEPUS BG-0022-18-2223 - BG-UACEG-Sofia / Teaching and Learning Civil Engineering in European Context**. Spolupráce partnerů v síti se již více než 17 let soustředí na nejnovější metody výuky stavebního inženýrství v EU s ohledem jak na regionální rozmanitost a podobnosti, tak na poskytování výuky na té nejlepší úrovni. BIM je a bude dirigentem změn tím, že od základů mění způsob, jakým navrhujeme, realizujeme, udržujeme a provozujeme stavební objekty, a utváří také způsob, jakým vyučujeme. Výuka BIM ve stavebnictví by se měla stát novým inspirativním a strategickým konceptem jako součást společného cíle sítě.

7.2 Úroveň studijních programů

7.2.1 POZEMNÍ STAVBY (BAKALÁŘSKÝ PROGRAM)

Strategie

Specializace Navrhování budov se zabývá návrhem dispozičního řešení stavby, obecným návrhem konstrukčního systému, skladbami konstrukcí, stavebně fyzikálním řešením staveb (tepelná technika, světelná technika a akustika), požárně bezpečnostním řešením a také řešením konkrétních detailů. Specializace Nosné konstrukce se zabývá návrhem konstrukčního systému, dimenzováním jednotlivých prvků konstrukčního systému na základě výpočtů a simulací. Součástí je taktéž oblast technického zařízení budov, kde se studenti zabývají řešením rozvodů zdravotnické, vytápění, elektroinstalací, vzduchotechniky, ale mohou se zaměřit také na energetiku.

Obsah

Výuka BIM v obou specializacích je pojata komplexně s tím, že výuka základních BIM předmětů (Graphisoft ArchiCAD, Autodesk Revit, ...) je řešena zařazením do volitelných předmětů skupiny CAD (2 hod/týdně). Velké množství studentů přichází na školu s dobrou znalostí práce s jedním z těchto dvou základních CAD/BIM nástrojů ze střední školy. V rámci projektové výuky předmětu Ateliér 1/Projekt 1 (4 hod/týdně) jsou studenti povinni zpracovat návrh zadané stavby kompletně ve 3D prostředí ArchiCADu. Následně jsou motivováni, aby tyto modelovací CAD/BIM nástroje používali při zpracování svých konkrétních navazujících projektů. Studenti specializace Navrhování budov v bakalářské formě studia povinně absolvují předmět Facility Management (3 hod/týdně), kde studenti musejí zvládnout systémy předprojektového, projektového a provozního hodnocení budov a řízení provozu v budovách s cílem snižování celkových nákladů na životní cyklus budov a zvýšení kvality jejich používání. Postupně se předpokládá i rozšíření o výuku dalších modelovacích nástrojů jako volitelných předmětů, zaměřených na TZB, statiku a GIS.

Předměty typu BIM ve smyslu managementu, tedy řízení životního cyklu stavby, jsou předmětově zařazeny jako volitelné předměty, např. Příprava a řízení staveb. Nabídka volitelných předmětů se každoročně rozšiřuje v závislosti na rozvoji používání BIM ve stavebnictví i v závislosti na schopnostech vyučujících. V tomto případě se velice osvědčuje obohacení výuky o odborníky z praxe, kteří disponují patřičnými praktickými dovednostmi z oblasti BIM. Studenti poté mohou využít získané informace při psaní bakalářské práce.

7.2.2 POZEMNÍ STAVBY (MAGISTERSKÝ PROGRAM)

Strategie

Magisterský program Pozemní stavby navazuje na znalosti BIM získané v bakalářském studiu, záměrem je postupné používání BIM jako standardního nástroje pro modelování i pro studium dalších předmětů (analýzy, kalkulace, řízení staveb). V magisterském studiu je opět pozornost věnována problematice BIM, zejména v aplikaci nástrojů BIM v rámci projektové/ateliérové tvorby a diplomové práce.

Obsah

Studenti magisterského studia již zvládají základní nástroje BIM z bakalářského studijního programu, které používají při své práci na projektech, zatím nepovinně. V rámci navazujícího studia studenti povinně absolvují předmět **Building Information Management (N_BIM)** s hodinovou dotací 2+2 hodiny týdně, kde se studenti naučí pracovat s datovým modelem stavby, vzniklým klasickým způsobem 3D modelování tak, aby s modelem byli schopni na bázi řízení informací podporovat další následné stavební procesy – koordinace stavebního projektu do fáze projektu pro stavební povolení, podpora řízení kvalitních výběrových řízení dodavatele, řízení stavebního díla, jeho etapizace a minimalizace kolizí, řízení logistiky stavebních prvků pro stavbu (výběr subdodavatelů, dodávky správné kvality, množství a ve stanoveném čase), řízení informací nutných pro předání investorovi po kolaudaci. Posluchači se naučí také porozumět stupni detailu i potřebných informací o stavebních prvcích v průběhu celého procesu – LOD Level of Development – a jeho standardizace pro potřeby projektanta, investora, dodavatele a facility manažera. Rovněž pochopí a procvičí si způsoby komunikace (např. na bázi SW 4projects) v rámci celého BIM týmu, tj. od investora po dodavatele a způsoby práce BIM manažera, který tento tým metodicky koordinuje a kontroluje.

Teoretické diplomové práce se stále častěji zaměřují na některé aspekty BIM ve smyslu managementu. Jako příklad uveďme: BIM – návrh jednotné datové struktury, Implementace LOD do prostředí BIM v právních podmínkách České republiky, Metodika BIM a její zavádění (na základě rozsáhlého průzkumu u stavebních společností v celém AEC sektoru), Požadavky facility managementu na BIM knihovny, Životní cyklus stavby BIM od návrhu po užívání stavby a FM.

7.3 Návaznost na další dokumenty

7.3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ OBSAŽENÉ VE STUDIJNÍCH PROGRAMECH

Na základě dokumentu **Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM**, který popisuje oblasti a rozsahy znalostí a dovedností absolventů vysokoškolských programů souvisejících s metodou BIM je nezbytné, aby se principy BIM postupně zahrnovaly do všech oblastí, které se stavebnictvím souvisí, a to počínaje návrhem stavby až po její demolici.

V rámci magisterského studia jsou studenti seznámeni s metodami BIM v návaznosti na stavebnictví. Metody BIM a teoretický základ umí přesně popsat a vysvětlit na příkladech (K01, Vývoj metody BIM, teoretický základ). Nabyté znalosti dokáží využít a aplikovat v případě bakalářského studia na jednoduchých příkladech, v případě navazujícího studia i na složitějších příkladech a komplexních úkolech. Jsou seznámeni nejen s návrhovou a realizační fází životního cyklu stavby, ale v rámci předmětu Facility Management (bakalářské studium) taktéž s fází provozní. V rámci studia jsou studenti seznámeni s interpretací BIM z různých pohledů (Building Information Modelling/Building Information Management), znají odbornou terminologii a příslušné odborné texty chápou v souvislostech, nicméně ne každý student dokáže text kriticky vyhodnotit. Chápou principy digitalizace ve stavebnictví, řízení změn a znají konkrétní příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby, jsou schopni připravit data pro zpracování základních úkolů, jsou schopni rozlišit elektronická a digitální data, nicméně z hlediska navazujících datových struktur mají pouze základní znalosti (K02). Absolventi předmětu Building Information Management znají a používají základní pojmy BIM ve správném kontextu.

V bakalářské formě studia, po absolvování předmětu Facility Management a volitelného předmětu Příprava a řízení staveb, umí vysvětlit životní cyklus stavby a popsat jeho fáze. Taktéž znají roli objednatele a dodavatele stavby. V navazující formě studia jsou seznámeni s datovým standardem staveb, jsou schopni praktické aplikace v rámci IFC ve vybraném softwaru a mají zejména teoretickou představu o využití klasifikačního systému ve stavebnictví, jsou schopni rozlišovat grafické a negrafické informace a rozumí požadavkům na podrobnosti modelu v závislosti na příslušném stupni projektové dokumentace (K03). Studenti jsou schopni vysvětlit roli a úlohy koordinátora BIM jakožto člena projektového týmu. Po absolvování by měli mít přehled o existenci informačních toků. Jsou schopni identifikovat relevantní podklady a prostudovat je v cizím jazyce (angličtině). Rozvoj odborných jazykových schopností je na Katedře stavebnictví podporován celou řadou volitelných předmětů technické angličtiny (např. Metal and Wooden Structures, Static Solution of Constructions, Building Construction I., Technical Building Equipment I., Mechanics and Building Foundation, Typology of Residential and Civic Buildings, Modern Architecture, ...).

V rámci projektové a ateliérové tvorby jsou studenti v rámci individuálních i hromadných konzultací vedeni k otevřené komunikaci, jednoznačnému vyjadřování a rozvoji dalších soft-skills (K04). Studenti VŠTE znají pojem digitální dvojče a umí ho vysvětlit. Získají základní informace o účelech užití dat v informačním modelu, ale nedokáží je samostatně aplikovat. Absolventi mají teoretickou základní znalost společného datového prostředí, znají jeho význam, nicméně bez praktického využití. Velmi stroze jsou taktéž seznámeni s požadavky na principy kvality a zásad ISMS při práci s daty, zásadami kybernetické bezpečnosti apod. (K05) Absolventi VŠTE studijního programu Pozemní stavby umí ovládat minimálně jeden BIM SW pro modelování ve 3D a mají přehled o dalších softwarech na trhu. Mají základní povědomí o formátu IFC (K06).

Studenti, kteří projeví zájem, se mohou zapojit jako pomocná vědecká síla do vědecko-výzkumné pracovní skupiny 3D skenování a digitální technologie, která se věnuje 3D skenování a fotogrammetrii, digitalizaci a tvorbě digitálních modelů – digitální dvojčata apod. Tato pracovní skupina, mimo jiné, spolupracovala například se sochařem Michalem Trpákem na dílech jako je Paralelní svět andělů nebo Hlava na vodě či první tištěný dům „Prvok“. Katedra stavebnictví taktéž disponuje brýlemi pro virtuální realitu, které budou v brzké době vhodně implementovány do výuky (nejdříve formou volitelného předmětu). Problematiku facility managementu jsou schopni teoreticky vysvětlit a uvést příklady jak studenti bakalářské formy specializace Navrhování budov, tak studenti magisterského programu.

7.3.2 NÁVAZNOST STUDIA NA AKTUALIZOVANÉ RVP PRO SPŠ STAVEBNÍ

Značný počet studentů nastupuje na VŠTE ze střední školy SPŠ a VOŠ stavebního zaměření již s velmi dobrou až výbornou znalostí práce s jedním ze základních CAD/BIM nástrojů ze střední školy. S ohledem na povinnost středních škol přijmout nové RVP integrující digitalizaci stavebnictví a BIM nejpozději od září 2022, lze předpokládat, že se znalostní úroveň studentů SŠ stavebního směru v této oblasti ještě zvýší.

Katedra stavebnictví VŠTE v ČB aktuálně neuvažuje o rozšíření již akreditovaných studijních programů o samostatný studijní program (či specializaci stávajícího studijního programu) orientovaného pouze na problematiku BIM. Předpokládá se, že absolvent VŠTE bude používat principy a metody BIM jako prostředek pro digitalizaci stavebnictví v rámci dílčích procesů a činností od návrhu, realizace, údržby a provoz až po demolici stavby.

7.3.3 ROZDÍLNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTŮ SPŠ STAVEBNÍCH A GYMNÁZIÍ

Podíl nově zapsaných studentů bez stavebního zaměření činí pro roky 2019-2021 cca 15 %, jedná se zejména o studenty gymnázií. Studenti jiného než stavebního zaměření (např. absolventi gymnázií) mají již od 1. semestru možnost studia volitelných předmětů CAD/BIM nástrojů, které znalostní rozdíly mezi studenty stavebních a všeobecných škol srovnají. Aktuálně se neuvažuje o stanovení rozdílných požadavků na přijetí absolventů z gymnázií a SPŠ/VOŠ stavebního zaměření. První dva semestry bakalářského studia jsou určeny pro vytvoření teoretických základů v oblasti stavebnictví. Je třeba si uvědomit, že pro ovládnutí a pochopení problematiky BIMu je nezbytné mít základní teoretické znalosti z předmětů technického kreslení, deskriptivní geometrie, pozemního stavitelství či stavební mechaniky. Bez chápání základních teoretických východisek nelze problematiku BIM studentům efektivně předat a vysvětlit.

7.3.4 OSTATNÍ INFORMACE, KTERÉ NEJSOU JINDE UVEDENÉ

Za další příklad úspěšného projektu je možné uvést projekt OP VVV CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_031/0011591 **Kurzy pro společnost 4.0**, reflektující potřeby současného trendu průmyslu 4.0. Projekt byl financován z OP VVV v rámci výzvy Celoživotní vzdělávání na vysokých školách. Hlavním cílem projektu bylo rozšířit nabídku Celoživotního vzdělávání na VŠTE o tři kurzy reflektující aktuální vývoj Průmyslu 4.0 v souladu s potřebami trhu práce. Jedná se o kurzy zaměřené na automatizaci, robotizaci a digitalizaci. Konkrétně tyto kurzy nesou názvy Průmysl 4.0 – Automatizace a robotizace pro průmyslovou sféru, druhým je Analýza, digitalizace a rozměrová kontrola objektů pomocí moderních metod 3D měření a hodnocení, a posledním kurzem je **Certifikovaný BIM koordinátor**. Doplňující aktivitou bylo tyto kurzy zabezpečit po materiálně technické stránce a zajistit tvorbu nezbytné literatury, tzn. studijních textů, prezentací apod.

III VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR

1 SHRNU TÍ

Prezentované informace za jednotlivé univerzity/fakulty lze částečně za účelem přehlednosti a čitelnosti zprávy shrnout formou bodového výčtu klíčových poznatků, což ovšem v žádném případě nenahrazuje podrobnost prezentovanou v jednotlivých medailoncích. Shrnutí může být částečně ovlivněno subjektivním pohledem autorů zprávy na problematiku, přestože byla učiněna maximální snaha o objektivizaci prezentovaných informací.

- ▶ Oslovené vysoké školy si uvědomují důležitost BIM pro budoucí vývoj stavebnictví v kontextu digitalizace stavebnictví a vazby na projekt PRŮMYSL 4.0.
- ▶ Problematika BIM není na VŠ nová. V některých případech byla ve formě modelování (užívání SW nástrojů pro tvorbu modelů v kontextu modelování) vyučována již velmi dlouho. Nyní dochází k postupné transformaci z BIM jako modelování na BIM jako komplexní metodu, v souladu s nastupujícími trendy v zahraničí a s Konceptí BIM v ČR. Vysoké školy si díky svým kontaktům se zahraničními univerzitami a vědeckovýzkumnou sférou důležitost BIM uvědomují.
- ▶ Zatímco implementovat do výuky nový SW nástroj nebo transformovat výuku z 2D kreslení do 3D modelování nebyl pro vysoké školy zásadní problém a tato transformace na VŠ dávno proběhla nebo aktuálně probíhá, implementace BIM v současném slova smyslu do výuky zdaleka není tak jednoduchá. Oproti prvnímu kroku má totiž daleko větší požadavky na kvalifikaci pedagogů, ve větší míře souvisí s praxí a implementace do současného kurikula je komplexní (a tedy náročnější), oproti izolovatelné výuce konkrétního nástroje.
- ▶ Všechny ve zprávě uvedené vysoké školy již témata související s metodou BIM do své výuky začleňují, uvědomují si, že se nejedná o jednorázovou změnu ale proces dlouhodobějšího charakteru a mají nadále zájem na této implementaci pracovat.
- ▶ Stavebně orientované instituce (např. fakulty stavební) mají k BIM stále trochu blíže než instituce zaměřené na architekturu (např. fakulty architektury). Pro stavební odvětví je BIM vnímán jako velmi významná metoda, zatímco pro obory architektury nejde o prioritu. V případě architektury je sice BIM stále vnímán více jako model a výuka se soustředí zejména na zvládnutí konkrétních nástrojů, ale není vytržena z kontextu celé metody BIM, role architekta jako významného článku dodavatelského řetězce je i v souvislosti s BIM výraznější a stejně jako v případě stavebního zaměření, je BIM chápán komplexněji. O tom svědčí i úspěšné snahy o zavádění BIM do programů celoživotního vzdělávání na fakultách architektury vedle specializací zaměřených na další stavební témata, jako je například projektové řízení, vodní hospodářství apod. na fakultách stavebních.
- ▶ Specifickou roli ve vzdělávacím systému VŠ hrají v kontextu BIM programy nebo specializace zaměřené na geodézii, kartografii, geomatiku, územní plánování apod. Tato zaměření se v kontextu BIM nezaměřují tolik na problematiku informačního modelování staveb, ale spíše na problematiku digitalizace stavebnictví, která je s BIM přímo propojena a musí být řešena společně. V tomto ohledu lze uvedené programy a specializace považovat v oblasti implementace BIM do výuky za nejpokročilejší.
- ▶ Pro zavedení BIM do výuky jsou důležití odborníci, kteří se problematice BIM intenzivně věnují. To mimo jiné znamená, že mají kromě svých akademických aktivit působení buď v praxi, nebo spolupracují s jinou, v oblasti BIM klíčovou, institucí (často je zmiňována ČAS, případně CzBIM, dále pak velké stavební společnosti).
- ▶ Vysoké školy se těší podpoře dodavatelů SW nástrojů. Problematika licencí těchto nástrojů tedy většinou není pro vysoké školy problematická. Neplatí však absolutně. Naopak v případě, že dodavatel SW nástroje není ochotný software pro výuku poskytnout, jeho využívání se tím značně komplikuje. Samostatnou otázkou v souvislosti se studentskými licencemi je jejich využitelnost během povinné praxe.

- ▶ Kromě výuky studentů (terciárního vzdělávání) vysoké školy realizují další aktivity, související s BIM. V oblasti pedagogické je to často zmiňované celoživotní vzdělávání. Zmiňována byla dále také spolupráce s veřejným sektorem a spolupráce s praxí. Pro vysoké školy je důležitá také vědeckovýzkumná činnost, která se v oblasti BIM realizuje velmi intenzivně.
- ▶ Ty vysoké školy, které realizují programy doktorského studia, nabízí studentům zabývat se BIM na velmi podrobné úrovni. To velmi často vede k zajímavým výstupům, spoluúčasti studentů na vědeckovýzkumné činnosti, aplikaci teoretických poznatků v praxi a obecně vytváří potenciál pro přípravu odborníků v oblasti BIM.
- ▶ V drtivé většině případů je BIM vysokými školami vnímáno jako metoda, kterou je třeba zapracovat do existujících studijních programů, specializací a předmětů. Tato činnost na různých úrovních méně i více úspěšně probíhá. V mezidobí bývá doplňována tvorbou na BIM specializovaných předmětů.
- ▶ Jakkoli zajištění HW vybavení není pro vysoké školy problematické, jako komplikovaný a zdlouhavý je vnímán proces zavádění inovací.
- ▶ Vysoké školy vnímají spolupráci s praxí a vědeckovýzkumnou činnost v oblasti BIM za důležitou. Nadále trvá potřeba, aby ze strany praxe byly vyjádřeny požadavky na profil absolventa vysokoškolského studia, v němž je zahrnuta metoda BIM.
- ▶ Pokročilost zavádění BIM do výuky prostřednictvím porovnání s dokumentem **Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM** je aktuálně velmi nejednotná, některé vysoké školy se s dokumentem plně ztotožnily, jiné se s ním teprve seznamují. Vnímáme nicméně jako pokrok skutečnost, že jej vzaly na vědomí jako nástroj pro specifikaci oblastí znalostí a míry dovedností ve studiu BIM. Je důležité si uvědomit, že stejný dokument může využít praxe k vyjádření požadavků na profil uchazeče o pracovní pozice v souvislosti s BIM.
- ▶ Jakkoli je pro vysoké školy problematická odlišná připravenost žáků (nejen v oblasti BIM), kteří ke studiu přicházejí, dokáží prozatím tuto nerovnováhu do značné míry řešit v prvním ročníku studia formou povinně volitelných předmětů zaměřených na intenzivní dorovnání požadovaných znalostí a dovedností. Organizace přípravných kurzů pro zájemce o studium také není zcela vyloučena.
- ▶ Pro nadcházející období je pro sekundární stupeň vzdělávání na místě uvažovat o přípravě povinně volitelných odborných předmětů na gymnáziích a ostatních středních školách nestavebního zaměření, pro přípravu zájemců o studium na vysokých školách stavebního nebo architektonického zaměření. Tyto povinně volitelné odborné předměty by umožnily částečně vyrovnat rozdíly ve znalostech BIM mezi zájemci o studium z řad absolventů SPŠ stavebních a absolventů jiných škol.
- ▶ Jako nejčastější překážky implementace BIM do výuky jsou uváděny:
 - Nedostatek studijních podkladů
 - Nedostatek dobrých příkladů z praxe, které by byly zároveň realistické, ověřitelné a dostatečně kritické.
 - Nedostatečná kvalifikace pedagogů.
 - Nedostatečná časová dotace na BIM.
 - Zajištění mezioborové spolupráce (interní).
 - Obtížně zapojitelní neakademičtí pracovníci do výuky.
 - Nevyrovnaná připravenost praxe akceptovat nové metody nutící ve výuce setrvat i u tradičních metod, aby absolventi našli uplatnění na trhu práce, neujasněné právní předpisy a další požadavky.
- ▶ Jako úspěšné se dle informací poskytnutých univerzitami osvědčilo vytvoření pracovní skupiny nebo skupiny odborníků, která se na dané instituci zavedení BIM věnuje.

2 ZÁVĚR

Zpráva se snaží uceleně prezentovat informace, získané za účelem zmapování stavu výuky BIM na veřejných vysokých školách v ČR. Zpráva může být využita jako podklad pro pokračující diskuzi s jednotlivými VŠ na téma aktivit v oblasti vzdělávání v BIM. Zároveň předkládá nezúčastněným stranám přehled o aktuálním stavu výuky BIM na VŠ. Ze zprávy vyplývá, že jednotlivé VŠ na různých úrovních a s různou úspěšností implementaci BIM do výuky aktivně řeší. Informace také naznačují, že školy se potýkají s množstvím problémů a celý proces implementace BIM do výuky zdaleka není dokončen.

Samostatnou kapitolou je návaznost vysokoškolského a středoškolského studia. Za účelem zmapování způsobu, jakým vysoké školy stavebního zaměření zohlední aktualizaci RVP pro stavební obory SPŠ, byly v této revizi dokumentu vytvořeny příslušné kapitoly. Návaznost studia je vyjádřena prostřednictvím dokumentu **Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM**, v němž jsou pro konkrétní oblasti definovány příslušné stupně znalostí a dovedností. Z popisu jednotlivých vysokých škol a jejich fakult vyplývá, že na fakulty stavební se obecně hlásí větší množství absolventů SPŠ stavebních než absolventů gymnázií, naopak o studium na fakultách architektury má zájem více absolventů gymnázií. To je důvodem, proč fakulty architektury nevnímají aktualizaci RVP jako důvod pro úpravu svých studijních programů, zatímco fakulty stavební jsou připraveny tyto rozdíly vyrovnat formou volitelných a povinně volitelných předmětů v prvním ročníku studia. Toto řešení se zdá aktuálně dostačující neboť aktualizované RVP vstupují v platnost v září tohoto roku a první maturanti s BIM budou plošně SPŠ stavební opouštět v červnu 2026. Je ovšem na místě situaci monitorovat a dohlédnout na to, aby snaha o implementaci BIM na středoškolské úrovni skutečně přinesla zvýšení úrovně vzdělanosti v daném odvětví.

V neposlední řadě je dobré zdůraznit, že takto koncepční a systematické zavedení BIM do vzdělávacího systému je v Evropě ojedinělé a české střední a vysoké školství je díky němu vnímáno velmi pozitivně.

Tato zpráva je druhou revizí dokumentu. Možnost jejího využití pro navazující diskuzi, ať už mezi vysokými školami samotnými, nebo mezi vysokými školami a zástupci praxe nebo veřejného sektoru pro další vývoj v oblasti vzdělávání a BIM trvá.

3 TABULKA POUŽITÝCH ZKRATEK

APG	Asociace podnikatelů v geomatice
BIM	Informační modelování staveb
CAD	Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování)
CAFM	Computer Aided Facility Management
CzBIM	Odborná rada pro BIM z.s.
CŽV	Celoživotní vzdělávání
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
ČAGI	Česká asociace pro geografické informace
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků
ČR	Česká republika
ČSGK	Český svazu geodetů a kartografů
ČVUT	České vysoké učení technické
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DTM	Digitální technická mapa
EU	Evropská unie
FA	Fakulta architektury
FAST VŠB-TUO	Fakulta stavební Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava
FAST VUT	Fakulta stavební Vysokého učení technického v Brně
FAV	Fakulta aplikovaných věd
FAV ZČU	Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni
FSv ČVUT	Fakulta stavební Českého vysokého učení technického v Praze
FSv, FAST	Fakulta stavební
GAČR	Grantová agentura České republiky
GIS	Geografický informační systém
HW	Hardware
IFMA	International Facility Management Association
ISKN	Informační systém katastru nemovitostí
IT	Informační technologie
KN	Katastr nemovitostí
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
RVP	Rámcový vzdělávací program
SW	Software
ŠVP	Školní vzdělávací program
TAČR	Technologická agentura České republiky
TNK	Technická normalizační komise
TZB	Technická zařízení budov
UAV	Unmanned aerial vehicle (bezpilotní letouny, podkategorií jsou drony)
ÚAP	Územně analytické podklady
ÚP	Územní plán
ÚNMZ	Úřad pro normalizaci, metrologii a zkušebnictví
VDCO	Virtual Design, Construction and Operation (virtuální návrh, výstavba a provoz)
VŠ	Vysoká škola
VŠB-TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
VŠTE	Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích
VUT	Vysoké učení technické
ZČU	Západočeská univerzita

4 SPOLUAUTOŘI DÍLČÍCH ČÁSTÍ

Pro 1. vydání:

Doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
doc. Ing. Petr Cíkrle, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Doc. Ing. Václav Čada, CSc., Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Fakulta stavební ČVUT v Praze
Ing. Eduard Hromada, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
RNDr. Hana Koutná, Ph.D., Fakulta architektury VUT v Brně
Ing. arch. MArch Jan Kristek, Ph.D., Fakulta architektury VUT v Brně
doc. Ing. et Ing. František Kuda, CSc., Fakulta stavební VŠB-TUO
doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Aleš Marek, Fakulta architektury ČVUT v Praze
Ing. Petr Matějka, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
Ing. arch. Dana Matějovská, Ph.D., Fakulta architektury ČVUT v Praze
doc. Ing. Vít Motyčka, CSc., Fakulta stavební VUT v Brně
prof. Ing. arch. Alois Nový, CSc., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Vladimír Nývlt, MBA, Ph.D.
Prof. Ing. arch. Zuzana Pešková, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
doc. Dr. Ing. Jan Pruška, Fakulta stavební ČVUT v Praze
Ing. Josef Remeš, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Jan Růžička, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
Prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
doc. Ing. Karel Šuhajda, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Rostislav Šulc, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
doc. Ing. Alena Tichá, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Václav Venkrbec, Fakulta stavební VUT v Brně
Prof. Ing. František Wald, CSc., Fakulta stavební ČVUT v Praze
Ing. Eva Wernerová, Ph.D., Fakulta stavební VŠB-TUO
doc. Ing. Zbyněk Zachoval, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
doc. Ing. Nikol Žižková, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně

Pro 2. vydání:

doc. Ing. Jan Jandora, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
doc. Ing. Karel Janečka, Ph.D., Fakulta aplikovaných věd ZČU Plzeň
doc. Ing. Konečný Petr, Ph.D., Fakulta stavební VŠB-TUO
RNDr. Hana Koutná, Ph.D., Fakulta architektury VUT v Brně
Ing. Michal Kraus, Ph.D., VŠTE v Českých Budějovicích
Ing. Aleš Marek, Ph.D., Fakulta architektury ČVUT v Praze
Ing. Petr Matějka, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze
doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D., Fakulta aplikovaných věd ZČU Plzeň
Ing. Josef Remeš, Ph.D., Fakulta stavební VUT v Brně
Ing. Eva Wernerová, Ph.D., Fakulta stavební VŠB-TUO

Zpráva o aktuálním stavu výuky na jednotlivých VŠ je dokument specifický v tom, že neproběhlo standardní recenzní řízení externími registrovanými recenzenty pomocí online systému. Recenzi tohoto dokumentu provedli spolupracovníci z jednotlivých vysokých škol, kteří se na dokumentu podíleli.



Česká agentura pro standardizaci
Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1
+420 221 802 802
info@agentura-cas.cz
www.agentura-cas.cz