



Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM

BIM EDU University Framework

Datum: květen 2021



Vypracoval kolektiv autorů BIM EDU pod vedením PhDr. Lucie M. Švambergové

Ing. Martin Dědič, VŠTE České Budějovice

Ing. Michal Faltejsek, VŠB-TU Ostrava

Ing. Jana Gottvaldová Ph.D., VUT Brno

Ing. Arch. Kateřina Helekalová, VŠB-TU Ostrava

Ing. Jiří Kaiser, Ph.D., ČVUT Praha

Ing. Vladimír Nývlt, Ph.D., MBA, ČVUT Praha

Ing. Martin Ostárek, VUT Brno

Ing. Ondřej Pilný, VUT Brno

Ing. Pavel Pour, ČAS, PS 05

Ing. Kristýna Prušková, VŠTE České Budějovice

Josef Remeš, VUT Brno

Ing. arch. Zdeněk Rudovský, Ph.D., ČVUT Praha

Ing. Eva Wernerová, Ph.D., VŠB-TU Ostrava

1. vydání

ISBN 978-80-907243-3-4

© Agentura ČAS 2021

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

1	CÍL DOKUMENTU	6
2	POTŘEBNÉ DOVEDNOSTI	7
2.1	STUPNĚ DOVEDNOSTÍ.....	7
2.1.1	VŠEOBECNÝ TEORETICKÝ ZÁKLAD.....	8
2.1.2	ZÁKLADNÍ FAKTICKÉ A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI	8
2.1.3	ZÁKLADNÍ PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI PRO PLNĚNÍ ÚKOLŮ	8
2.1.4	TEORETICKÉ ZNALOSTI A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI V ŠIROKÝCH SOUVISLOSTECH	8
2.1.5	ROZSÁHLÉ SPECIALIZOVANÉ ZNALOSTI A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI.....	9
3	ZNALOSTI	10
3.1	OBLASTI ZNALOSTÍ.....	10
3.1.1	VÝVOJ METODY BIM, TEORETICKÝ ZÁKLAD	10
3.1.1.1	DEFINICE POJMU BIM, HISTORIE, VÝVOJ, OBLAST UPLATNĚNÍ.....	11
3.1.1.2	TERMINOLOGIE, TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK BIM.....	12
3.1.1.3	STANDARDSY A TECHNICKÉ NORMY PRO BIM V ČR I V ZAHRANIČÍ.....	13
3.1.2	DIGITALIZACE, ELEKTRONICKÁ A DIGITÁLNÍ DATA	13
3.1.2.1	DIGITÁLNÍ TRANSFORMACE, BIM A ŘÍZENÍ ZMĚNY VE STAVEBNICTVÍ	14
3.1.2.2	KLASIFIKACE DAT: ELEKTRONICKÁ, DIGITÁLNÍ, STROJOVĚ ČITELNÁ	15
3.1.2.3	ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ.....	16
3.1.3	INFORMAČNÍ MODEL, GRAFICKÉ A NEGRAFICKÉ INFORMACE	17
3.1.3.1	KVALITA DAT V BIM VČETNĚ ÚČELŮ UŽITÍ PRO JEDNOTLIVÉ FÁZE STAVBY	17
3.1.3.2	DATOVÝ STANDARD STAVEB	19
3.1.3.3	KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM (KS)	20
3.1.3.4	GRAFICKÉ A NEGRAFICKÉ INFORMACE, ÚROVEŇ PODROBNOSTI INFORMAČNÍHO MODELU 21	
3.1.4	MANAGEMENT INFORMACÍ O STAVBĚ, KOMUNIKACE, KOORDINACE	22
3.1.4.1	MANAGEMENT INFORMACÍ V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVBY	22
3.1.4.2	CIZÍ JAZYK.....	23
3.1.4.3	EFEKTIVNÍ KOMUNIKACE	24
3.1.5	INFORMAČNÍ MODEL JAKO ZDROJ INFORMACÍ	25
3.1.5.1	DIGITÁLNÍ DVOJČE STAVBY.....	25
3.1.5.2	SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ (CDE).....	26
3.1.5.3	BIM A ŘÍZENÍ KVALITY	27
3.1.6	SW NÁSTROJE, OTEVŘENÝ DATOVÝ FORMÁT	28
3.1.6.1	PROGRAMY POUŽÍVANÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ V BIM.....	29

3.1.6.2	DRONY A 3D SCANNERY PŘI PRÁCI S METODOU BIM	30
3.1.6.3	BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY	31
3.1.6.4	NÁVAZNOST BIM A CAFM PRO STAVBU VE FÁZI UŽÍVÁNÍ	32
3.2	DOSTUPNÉ STUDIJNÍ PODKLADY	33
4	MATICE ZNALOSTÍ A DOVEDNOSTÍ	40
5	ZÁVĚR	42
5.1	TERMÍN UPLATNĚNÍ.....	42
5.2	PROFIL ABSOLVENTA	42
5.3	BIBLIOGRAFIE	42
6	PŘÍLOHY	43
6.1	POŽADAVKY NA ÚROVEŇ ZNALOSTÍ ABSOLVENTŮ STŘEDNÍCH ŠKOL – PROFIL ABSOLVENTA NA VSTUPU NA VŠ.....	44
6.1.1	RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (RVP)	44
6.1.2	ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (ŠVP).....	44
6.1.3	VYDÁNÍ AKTUALIZOVANÝCH RVP PRO STŘEDNÍ ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ.....	44
6.1.4	SPOLUPRÁCE AGENTURY ČAS A NÁRODNÍHO ÚSTAVU PRO VZDĚLÁVÁNÍ (NÚV).....	45
6.1.5	KOMPETENCE ABSOLVENTA SŠ – PROFIL „DIGITÁLNÍHO STAVARA“	46
6.1.6	PŘEHLED A POPIS KLÍČOVÝCH KOMPETENCÍ	46
6.1.7	ZÁVĚR.....	47
6.1.8	BIBLIOGRAFIE.....	48
6.2	OTEVŘENĚ O KRIZI MENTÁLNÍHO ZDRAVÍ VE STAVEBNICTVÍ	49
6.2.1	ÚVODEM	49
6.2.2	NEVĚDOMOST.....	49
6.2.3	CO PRO STAVEBNÍ SPOLEČNOST ZNAMENÁ BIM?	49
6.2.4	KOMUNIKACE.....	49
6.2.5	ODLIŠNOST UŽITÍ 2D A BIM	50
6.2.6	CHANGE MANAGEMENT.....	50
6.2.7	AKTUÁLNĚ VNÍMANÉ BARIÉRY V ZAVEDENÍ METODIKY BIM	50
6.2.8	CO BY MĚL ABSOLVENT OVLÁDAT PRO BUDOUCÍ PRÁCI S METODOU BIM?.....	51
6.2.9	BIBLIOGRAFIE.....	51
6.3	BIM A PRÁCE S CHYBOU VE VÝUCE A PRAXI.....	52
6.3.1	ÚVOD	52
6.3.2	CHYBY A ZPĚTNÁ VAZBA	53
6.3.2.1	DRUHY CHYB.....	53
6.3.2.2	OBECNÉ PŘÍKLADY CHYB.....	54
6.3.2.3	ZPĚTNÁ VAZBA.....	54
6.3.3	PRÁCE S CHYBOU	54
6.3.3.1	PRÁCE S BIM A CHYBOU VE VÝUCE	54

6.3.3.2	PRÁCE S CHYBOU PŘI ADAPTACI NEBO POUŽÍVÁNÍ BIM.....	55
6.3.4	CHYBY A BIM.....	56
6.3.4.1	CHYBY Z NADSAZENÍ.....	56
6.3.4.2	PROZŘENÍ.....	56
6.3.4.3	LAJDÁCKÉ CHYBY	57
6.3.4.4	ROZHODNÉ CHYBY.....	57
6.3.5	ZÁVĚR.....	57
6.3.6	BIBLIOGRAFIE.....	57
6.4	ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ.....	59
6.4.1	ÚVOD	59
6.4.2	VZTAH MEZI BIM A CIM	59
6.4.3	ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ	60
6.5	KVALITA DAT V BIM	61
6.5.1	JAKÝ JE ROZDÍL MEZI BIM A CAD DATY?.....	61
6.5.2	MŮŽEME VŽDY DATA, KTERÁ ULOŽÍME V DATOVÉM FORMÁTU PRO BIM POVAŽOVAT ZA BIM DATA?	61
6.5.3	JE 3D MODEL ZÁKLADEM BIM MODELU?.....	63
6.5.4	JAKÁ BIM DATA POVAŽUJEME ZA KVALITNÍ?	63
6.5.5	ÚČELY UŽITÍ.....	63
6.5.6	JE MOŽNÉ VYUŽÍT BIM DATA I MIMO STAVEBNICTVÍ?.....	64
6.5.7	AKTUÁLNÍ STAV VÝUKY OBLASTI KVALITY DAT V SOUVISLOSTI S BIM	64
6.5.8	BIBLIOGRAFIE.....	65
6.6	MANAGEMENT INFORMACÍ V CELÉM ŽIVOTNÍM CYKLU STAVBY.....	66
6.6.1	ÚVOD	66
6.6.2	MANAGEMENT INFORMACÍ	66
6.6.3	BIM SOLUTION MAP	66
6.6.4	BIBLIOGRAFIE.....	68
6.7	DIGITÁLNÍ DVOJČATA	69
6.7.1	ÚVOD – DIGITÁLNÍ DVOJČE A JEHO VÝZNAM.....	69
6.7.2	DIGITÁLNÍ DVOJČE BUDOVY A ČÍM SE LIŠÍ OD SKUTEČNÉHO OBJEKTU, PRO KTERÝ JE ZPRACOVÁNO	71
6.7.3	ČÍM SE DIGITÁLNÍ DVOJČE STAVBY LIŠÍ OD OSTATNÍCH 3D MODELŮ STAVEB A KDY PŘESNĚ VZNIKÁ	73
6.7.4	KDY VZNIKÁ DIGITÁLNÍ DVOJČE	74
6.7.5	K ČEMU JE DOBRÉ ZPRACOVÁNÍ DVOJČETE, VÝHODY A NEVÝHODY DIGITÁLNÍHO DVOJČETE PRO UŽIVATELE BUDOVY	75
6.7.6	PRINCIP FUNGOVÁNÍ DIGITÁLNÍCH DVOJČAT	76
6.7.7	RIZIKA SPOJENÁ S NEFUNKČNÍM DIGITÁLNÍM DVOJČETEM STAVBY	76
6.7.8	ZÁVĚR.....	76
6.7.9	ABSOLVENT VŠ BY MĚL UMĚT	77
6.7.10	BIBLIOGRAFIE.....	77

6.8	CDE JAKO JEDINÝ ZDROJ PRAVDY	79
6.8.1	SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ	79
6.8.2	OBECNÉ POŽADAVKY NA CDE	79
6.8.3	KDO PROVOZUJE DATOVÉ PROSTŘEDÍ	79
6.8.4	PROČ SE PROVOZUJE DATOVÉ PROSTŘEDÍ	80
6.8.5	JAKÉ PROCESY LZE DIGITALIZOVAT	80
6.8.6	ROLE CDE V JEDNOTLIVÝCH FÁZÍCH	80
6.8.7	PŘÍNOSY A FORMY SPOLUPRÁCE Z HLEDISKA RŮZNÝCH ÚROVNÍ MANAGEMENTU	80
6.8.8	POTŘEBNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTA VŠ A DOPORUČENÍ	81
6.8.9	BIBLIOGRAFIE	81
6.9	ŘÍZENÍ KVALITY MODELU	82
6.9.1	ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA APLIKACE ŘÍZENÍ KVALITY	82
6.9.2	KVALITA VS. POUŽITELNOST MODELU V PROJEKTU	82
6.9.2.1	Příklady vztahu kvality a použitelnosti informačního modelu:	83
6.9.3	SOUČASNÝ STAV ŘÍZENÍ KVALITY MODELŮ	84
6.9.4	PREDIKOVANÝ VÝVOJ A ZÁVĚR	85
6.9.5	VZTAH K ÚROVNI VZDĚLÁNÍ	85
6.9.5.1	STŘEDOŠKOLSKÉ ODBORNÉ VZDĚLÁNÍ	85
6.9.5.2	VYSOKOŠKOLSKÉ ODBORNÉ VZDĚLÁNÍ	85
6.10	ROLE DRONŮ A 3D SCANNERŮ PŘI PRÁCI S METODOU BIM	86
6.10.1	ÚVOD	86
6.10.2	ROLE DRONŮ V ŽIVOTNÍM CYKLU BUDOV NAVRŽENÝCH POMOCÍ BIM	86
6.10.3	INFORMAČNÍ MODEL STÁVAJÍCÍ STAVBY	87
6.10.4	CO BY MĚL ABSOLVENT OVLÁDAT PRO BUDOUCÍ PRÁCI S METODOU BIM?	87
6.10.5	BIBLIOGRAFIE	88
6.11	ROLE BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY	89
6.11.1	ÚVOD	89
6.11.2	NEZBYTNÉ SOUVISLOSTI	89
6.11.3	ZNALOSTI VE 3D PROSTŘEDÍ	89
6.11.4	POŽADAVKY NA VŠEOBECNÉ ZNALOSTI BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY	89
6.11.5	ZNALOSTI BUDOUCÍCH ABSOLVENTŮ	90
6.11.6	BIBLIOGRAFIE	90
6.12	NÁVAZNOST BIM A CAFM SYSTÉMŮ VE FÁZI PROVOZU A UŽÍVÁNÍ STAVBY	91
6.12.1	PŘEDMĚT VÝKONU SPRÁVY MAJETKU A PROVOZU BUDOV	91
6.12.2	ZÁKLADNÍ PŘEHLED O FACILITY MANAGEMENTU	92
6.12.3	CAFM SYSTÉMY	93
6.12.4	PŘÍNOSY BIMU VE FACILITY MANAGEMENTU	94
6.12.5	SYNERGIE BIM, CAFM A ČLOVĚK	94
6.12.6	ZÁVĚR	95
6.12.7	BIBLIOGRAFIE	96

ÚVODEM

V rámci realizace Koncepte BIM vznikla pracovní skupina BIM EDU tvořená odborníky z řad pedagogů českých vysokých škol stavebního zaměření a zástupců České agentury pro standardizaci. Tato pracovní skupina má dnes 24 členů z šesti různých organizací z celé České republiky.

- ▶ České vysoké učení technické, Praha;
- ▶ Vysoké učení technické, Brno;
- ▶ Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava;
- ▶ Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích
- ▶ Ministerstvo průmyslu a obchodu;
- ▶ Česká agentura pro standardizaci.

Skupina založila virtuální pracovní prostor, jehož prostřednictvím sdílí a vytváří podklady potřebné pro vznik tohoto dokumentu, pracovně nazvaného **Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM**.



Pracovní skupinu BIM EDU současně doplnili zástupci odborné veřejnosti, kteří poskytli cenné připomínky a doplnění, jež významnou měrou přispěly k celkové srozumitelnosti komplexního dokumentu.

1 CÍL DOKUMENTU

Dokument primárně vychází ze tří základních podkladů:

- ▶ RVP SOV oborů LO A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie
- ▶ Zpráva o aktuálním stavu výuky na jednotlivých VŠ, „BIM EDU Report“
- ▶ Standardy, metodiky a podpůrné dokumenty vydané Českou agenturou pro standardizaci

1.1 OBSAH DOKUMENTU

Dokument vychází z oblastí znalostí definovaných v RVP SOV oborů LO A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie (rámcový vzdělávací program vydaný Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy jako závazný pro oblast středního školství) a popisem potřebných dovedností logicky navazuje na základy získané na středních odborných školách.

Následně dokument popisuje oblasti znalostí a potřebných dovedností tak, aby byly rámcově ve shodě s aktuálně nabízenými bakalářskými a magisterskými programy vysokých škol a případně je doplňuje. Přehled obsahuje oblasti, jež jsou již ve studijních programech zařazeny, i oblasti, které by do nich bylo vhodné v nejbližší době zahrnout na základě diskusí a požadavků praxe.

Cílem tohoto dokumentu tedy je přehledně popsat oblasti a rozsah znalostí a dovedností absolventů vysokoškolských programů souvisejících s metodou BIM a nastavit minimální standardy výuky BIM v bakalářských a magisterských programech. Konkrétní obsah jednotlivých oblastí zde není detailně vymezen, neboť závisí na studijních programech jednotlivých vysokých škol, jakým způsobem požadovaný rozsah znalostí v dané oblasti naplní. Tato specifikace by pak měla být detailně uvedena v popisu studijního programu na webu vysoké školy.

Vedle specifikovaných oblastí znalostí a úrovní dovedností se pracovní skupina zabývá i způsobem, jak nejlépe tohoto cíle dosáhnout. Je proto záměrem pracovní skupiny motivovat soukromé subjekty k tomu, aby se zapojily do spolupráce při tvorbě a aktualizaci tohoto dokumentu, průběžně se k vydávaným tématům vyjadřovaly a optimálně samy poskytovaly náměty a podklady ke studiu a požadavky z praxe.

Specifikace oblastí znalostí i popis potřebných dovedností vychází ze současného stavu znalosti věcí a bude aktualizován v roční periodě.

1.2 POŽADAVKY PRAXE

Z hlediska praxe je primárním požadavkem na absolventa vysoké školy stále především dobrá znalost vystudovaného oboru. Co ovšem s digitalizací stavebnictví přibývá, je uplatnění těchto odborných znalostí v další dimenzi, kterou představuje BIM. Proto je nezbytné, aby principy BIM byly postupně zahrnuty do všech oblastí, které se stavebnictvím souvisí, a to počínaje návrhem stavby až po její demolici, a staly se nedílnou součástí studovaných oborů.

2 POTŘEBNÉ DOVEDNOSTI

Potřebnými dovednostmi se rozumí učením získané schopnosti vedoucí k požadovanému vykonávání dané odborné činnosti. Na základě vědomostí v oblastech znalostí vyjmenovaných v následující kapitole je absolvent schopen vědomě jednat tak, aby splnil určité jemu zadané úkoly. Jako dovednost lze označit takovou činnost, u které bylo nácvikem docíleno určitého stupně kvality až dokonalosti. Stupeň osvojení dovedností a šíře jejich uplatnění v daných oblastech znalostí je rozhodující pro správné použití metody BIM a náplň odborných rolí s ní související.

Níže uvedená stupnice obecně vychází z principu popisu znalostí, dovedností a kompetencí tvořících strukturu pro definování úrovně Evropského rámce kvalifikací (EQF). Jejím cílem je definovat stupně dovedností dosažených v jednotlivých oborech, potažmo v různých stupních vzdělání.

Možnosti dosažení obdobného stupně dovedností prostřednictvím praxe stupnice neřeší, jakkoli tato forma rozšiřování a prohlubování kvalifikace samozřejmě probíhá.

2.1 STUPNĚ DOVEDNOSTÍ



Konkrétní příklady jednotlivých stupňů dovedností najdete v části 3.

2.1.1 VŠEOBECNÝ TEORETICKÝ ZÁKLAD

1. stupeň: Má teoretický základ v dané oblasti znalostí a je schopen informace dále vyhledávat a seznámit se s nimi. Takto získané znalosti neumí samostatně použít.

První stupeň dovedností by měl systematicky odpovídat úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá žák po ukončení středoškolského studia stavebního zaměření s maturitou v rozsahu popsáném v RVP SOV oborů LO A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie (platí pro obory vzdělání Stavebnictví, Technická zařízení budov a Geodézie a katastr nemovitostí). Znamená to, že se s problematikou BIM setkal v rámci svého dosavadního studia okrajově, bez hlubší analýzy dané oblasti. Chápe kontext, ve kterém se metoda BIM využívá, pro uplatnění těchto znalostí a dovedností je však nezbytné systematické odborné vedení.

2.1.2 ZÁKLADNÍ FAKTICKÉ A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI

2. stupeň: Má teoretické znalosti a základní praktické dovednosti v dané oblasti, ale jejich využití je neefektivní. Pro použití těchto znalostí a dovedností nemá jistotu a převážně vyžaduje vedení zkušenější osoby.

Druhý stupeň dovedností by měl systematicky odpovídat úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá student po ukončení úvodních seminářů bakalářského stupně vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM, a to včetně základních praktických dovedností. Tato úroveň studia bude systematicky navazovat na znalosti a dovednosti, které získal absolvent po ukončení středoškolského studia stavebního zaměření s maturitou v rozsahu popsáném v RVP SOV oborů LO A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie (pro obory vzdělání Stavebnictví, Technická zařízení budov a Geodézie a katastr nemovitostí).

Druhý stupeň dovedností bude současně odpovídat úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá žák po ukončení středoškolského studia stavebního oboru s maturitou popsáné v RVP SOV oborů LO A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie, **rozšířené o specifické oblasti BIM, a to včetně základních praktických dovedností.**

[Více informací najdete v článku 6.1 Požadavky na úroveň znalostí absolventů středních škol – Profil absolventa na vstupu na VŠ.](#)

2.1.3 ZÁKLADNÍ PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI PRO PLNĚNÍ ÚKOLŮ

3. stupeň: Teoretické znalosti v dané oblasti dokáže s odbornou podporou poměrně dobře použít, umí rozlišit hlavní a dílčí úkoly a v opakujících se procesech, za které je schopen nést odpovědnost, nedělá mnoho chyb.

Třetí stupeň dovedností by měl systematicky odpovídat úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá student po ukončení bakalářského stupně vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM. Znamená to, že v ideálním případě jeho znalosti a dovednosti získané během bakalářského programu navazují na středoškolskou úroveň znalostí.

2.1.4 TEORETICKÉ ZNALOSTI A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI V ŠIROKÝCH SOUVISLOSTECH

4. stupeň: Při dodržení stále stejných postupů používá znalosti v dané oblasti automaticky. Při změně okolností klesá účinnost v úrovni dovedností, avšak uvědomuje si hranice těchto dovedností a je schopen účinně vyhodnotit okolnosti, za kterých potřebuje odbornou podporu.

Čtvrtý stupeň dovedností systematicky odpovídá úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá student po ukončení magisterského stupně vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM. Znamená to, že během magisterského programu jeho úroveň znalostí a dovedností navázala na bakalářský program a tyto znalosti a dovednosti byly dále rozšířeny.

2.1.5 ROZSÁHLÉ SPECIALIZOVANÉ ZNALOSTI A PRAKTICKÉ DOVEDNOSTI

5. stupeň: V dané oblasti znalostí podá plnohodnotný výkon za libovolných okolností.

Pátý stupeň dovedností systematicky odpovídá úrovni znalostí a stupni dovedností, které získá student po ukončení doktorského stupně vysokoškolského programu stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM. Znamená to, že jeho úroveň znalostí a dovedností navázala na magisterský program a tyto znalosti a dovednosti byly v rozsahu velmi úzkého zaměření systematicky prohloubeny.

Je potřeba zohlednit skutečnost, že absolventi doktorského studia obvykle studují na základě individuálních studijních plánů, a každý je tudíž i v rámci jednoho oboru zaměřen trochu jiným směrem. Někteří absolventi směřují více k praxi, další do základního výzkumu a jejich znalosti po dokončení studia mohou být velmi specifické a značně odlišné.

3 ZNALOSTI

Jednotlivé obecné a dílčí oblasti znalostí a dovedností potřebných pro správné používání metody BIM jsou vytipovány tak, aby pokryly celou šíři využití dané metody. Podrobnější popis znalostí aktuálně probíhá formou pracovních článků, které budou vydané a projdou připomínkovým řízením v rámci pracovní skupiny BIM EDU. Na konci tohoto procesu tedy vznikne řada podkladů, na nichž se shodla většina členů pracovní skupiny tvořené odborníky z akademické sféry. Zároveň stejným procesem projdou články i odborníky z praxe, aby se vzájemně oba pohledy protnuly a ideálně doplnily. Tyto články budou následně zařazeny do tohoto dokumentu jako přílohy.

Okruhy znalostí mohou být popsány více či méně detailně, je zřejmé, že v rámci metody BIM spolu všechny tyto okruhy úzce souvisí. Nicméně by se neměly vzájemně příliš překrývat.

3.1 OBLASTI ZNALOSTÍ

Kapitola vychází z šesti hlavních pilířů, jež představují kompetence absolventa SŠ stavebního zaměření. Jednotlivé kapitoly jsou tedy řazeny tak, aby postupně tematicky navazovaly na popis kompetencí absolventa SŠ a rozvíjely jej. Stejně jako dané kompetence, tak i oblasti znalostí v rámci těchto kompetencí tvoří logický celek s řadou vnitřních vazeb. Přestože jsou oblasti znalostí RVP SOV rozepsány podrobněji, necílí na různé příjemce.

Jednotlivé oblasti znalostí nejsou vázány na konkrétní studijní předměty. Organizaci obsahu vzdělání v daných oblastech si každá vzdělávací instituce nastavuje dle vlastní strategie. Obsah vzdělání v dané oblasti může být ve vysokoškolském studijním programu promítnut do jiných předmětů nebo větších studijních celků tak, aby byla respektována logická provázanost s dalšími oblastmi, nebo uspořádán do samostatných předmětů nebo jiných ucelených částí studia (například modulů).

V popisu vysokoškolských studijních programů se pak dané oblasti znalostí promítnou způsobem, z něž bude zřejmé, jak, kdy a kde bude požadovaná úroveň znalostí v rámci celého studia naplněna. Pro dané oblasti znalostí se tudíž stanoví konkrétní cíle vzdělávání, délka, forma, obsah a časový plán, dále podmínky přijímání uchazečů, průběhu a ukončení vzdělání a doklad o ukončeném vzdělání.

Jednotlivé oblasti znalostí jsou popsány z pohledu absolventa. Lze je považovat za cíle, kterých by měl absolvent studia v této oblasti dosáhnout.

3.1.1 VÝVOJ METODY BIM, TEORETICKÝ ZÁKLAD

Kompetence absolventa SŠ

- ▶ **K01 – orientuje se ve vývoji metody BIM, chápe ji a dovede s touto metodou pracovat v rámci celého životního cyklu stavby**
- ▶ *Žák chápe význam metody BIM v návaznosti na digitalizaci stavebnictví. Orientuje se ve vývoji metody BIM u nás i v zahraničí. Zná výhody metody a identifikuje její rizika. Rozlišuje jednotlivé etapy stavebního projektu a fáze životního cyklu včetně rozložení nákladů na jednotlivé fáze.*
- ▶ *Většina škol se prakticky prozatím zabývá pouze fází návrhovou a realizační. Provozní fáze je tak opomíjena.*

3.1.1.1 DEFINICE POJMU BIM, HISTORIE, VÝVOJ, OBLAST UPLATNĚNÍ

Obecný úvod do problematiky BIM seznamuje studenty s okolnostmi vzniku a mapuje vývoj nejprve především v zahraničí, později také v České republice. Podstatou předmětu je zdůraznit všeobecnou shodu na nutnosti zavedení metody BIM a souběžný vývoj celosvětově. Absolvent se seznámí s různými interpretacemi pojmu BIM a s kontextem, v jakém je užíván.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Zná kontext užití metody BIM, ale neumí ho přesněji popsat nebo vysvětlit. Tyto znalosti prozatím neumí využít v praxi.
- 2/ Zná kontext užití metody BIM, umí ho přesněji popsat a vysvětlit na příkladech. BIM zatím chápe především jako práci s digitálním modelem než jako komplexní metodu práce s informacemi. Znalosti dokáže využít na jednoduchých příkladech pod odborným vedením.
- 3/ Zná kontext užití metody BIM, umí ho přesněji popsat a vysvětlit na příkladech. Zná různé interpretace zkratky BIM, je schopen vysvětlit, co BIM není, a uvědomuje si souvislost s negrafickými daty. Znalosti dokáže využít na jednoduchých příkladech a opakující se analogické úlohy je po určité době schopen plnit samostatně.
- 4/ Zná kontext užití metody BIM, umí ho přesně popsat a vysvětlit na příkladech. Zná různé interpretace zkratky BIM a dokáže přesně popsat souvislost s negrafickými daty. Znalosti dokáže využít na složitějších příkladech a snaží se je s odbornou pomocí aplikovat na širší okruh úkolů
- 5/ Zná kontext užití metody BIM, umí ho přesně popsat a vysvětlit na příkladech. Zná různé interpretace zkratky BIM a dokáže přesně popsat souvislost s negrafickými daty. Znalosti dokáže samostatně využít v komplexních úkolech.

[Více informací najdete v článku 6.2 Otevřeně o krizi mentálního zdraví ve stavebnictví a 6.3 BIM a práce s chybou ve výuce a praxi.](#)

3.1.1.2 TERMINOLOGIE, TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK BIM

Znalost terminologie je základním předpokladem účinné komunikace v jakémkoli oboru. Pro BIM je naprostou nezbytností znalost základní anglické terminologie, která byla formou terminologického slovníku přeložena do češtiny, a znalost širšího kontextu odborné terminologie pro využití v praxi. Vzhledem k tomu, že s vývojem oboru se tento kontext rozšiřuje a upřesňuje, setkáváme se i s vývojem v oblasti původní anglické terminologie, za kterou české překlady mohou následovat s jistým zpožděním. Je proto nezbytné sledovat nejen české, ale především zahraniční zdroje a naučit se pracovat nejen se základní, ale i s neustále se rozšiřující škálou odborných termínů z angličtiny.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Má povědomí o existenci odborné terminologie v souvislosti s BIM. Umí vysvětlit několik základních termínů, ale nezná širší kontext jejich užití v rámci metody BIM. Obtížně chápe odborný text.
- 2/ Zná základní terminologii a s pomocí zdrojů, které si dokáže samostatně vyhledat, je schopen s ní pod odborným vedením pracovat. Je schopen vysvětlit tyto základní termíny v kontextu metody BIM. Je schopen pracovat s jednoduchými odbornými texty.
- 3/ Samostatně komunikuje s využitím širší oblasti odborné terminologie, pod odborným vedením je schopen rozšířit tento kontext o navazující oblasti s BIM související. Je schopen pracovat se složitějšími texty a pro vyhledání informací používá ustálené zdroje.
- 4/ Má širokou znalost odborné terminologie, je schopen samostatně analyzovat a interpretovat odborný text, který chápe v odborném kontextu. Text nedokáže kriticky vyhodnotit. Používá různé zdroje pro ověření informací.
- 5/ Má širokou znalost odborné terminologie, je schopen samostatně analyzovat, interpretovat a formulovat komplexní odborný text. Dokáže kriticky vyhodnotit informace v textu obsažené a jejich dopad na další oblasti metody BIM. Pracuje s širokou škálou zdrojů pro ověření informací, rozlišuje platné a správné termíny od nesprávných.

3.1.1.3 STANDARDY A TECHNICKÉ NORMY PRO BIM V ČR I V ZAHRANIČÍ

Obeznamenost se standardy patří ve stavebnictví ke klíčovým znalostem a nejenak je tomu v BIM. Vzhledem k tomu, že v ČR pracujeme s mezinárodními standardy, je nezbytné znát nejen existující české překlady těchto dokumentů, ale umět se obrátit i na původní zdroje. Důležitý je i fakt, že v řadě ostatních evropských zemí existuje množství prověřených metodických pokynů a postupů, které jsou volně dostupné pro veřejnost a mohou sloužit jako inspirace při absenci českých zdrojů.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent má povědomí o existujících standardech BIM v ČR a má povědomí o zdrojích, kde lze dané standardy vyhledat.
- 2/ Absolvent má dobrou znalost existujících standardů BIM v ČR a má povědomí o dalších BIM standardech a normách ze zahraničí. Současně má povědomí o zdrojích, kde lze dané standardy vyhledat.
- 3/ Absolvent má dobrou znalost existujících standardů BIM v ČR a přehled o dalších BIM standardech a normách zahraničních. Současně má přehled o zdrojích, kde lze dané standardy vyhledat.
- 4/ Absolvent aplikuje znalost českých i zahraničních BIM standardů v kontextu díla, má přehled o zdrojích, kde lze dané standardy vyhledat a konzultovat, je schopen vyhodnotit potřebu obrátit se k těmto zdrojům.
- 5/ Absolvent aplikuje znalost českých i zahraničních BIM standardů v kontextu díla, má přehled o zdrojích, které pravidelně konzultuje, je schopen formulovat požadavky na dílo na základě znalosti těchto standardů.

3.1.2 DIGITALIZACE, ELEKTRONICKÁ A DIGITÁLNÍ DATA

Kompetence absolventa SŠ

- ▶ **K02 – vysvětlí význam digitalizace a rozlišuje elektronická a digitální data;**
- ▶ *Žák chápe obecný význam digitalizace, nutnost digitalizace stavebnictví a návaznosti na jiná odvětví. Zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby. Rozlišuje formu elektronických a digitálních dat. Chápe význam digitálních dat ve stavebnictví a rozumí pojmu strojově čitelná data.*
- ▶ *Snahou je, aby budoucí verze RVP obsahovala i oblast Informatického vzdělávání, která by vymezovala školám povinnost vyučovat důležitá témata jako například: Práce s daty a informacemi, Základy algoritmicke a programování a Informační systémy, což pomůže rozvíjet myšlení žáků správným směrem.*

3.1.2.1 DIGITÁLNÍ TRANSFORMACE, BIM A ŘÍZENÍ ZMĚNY VE STAVEBNICTVÍ

Digitální transformace představuje proces změny tradičních pracovních postupů a nástrojů na digitální technologie. Zásadním aspektem pro úspěšný průběh digitální transformace je digitální gramotnost. Ve studijních oborech zaměřených na stavebnictví proto musí být kladen dostatečný důraz na digitalizaci, moderní technologie a jejich využívání v praxi.

V souvislosti s trendem digitalizace stavebnictví a v návaznosti na takzvanou čtvrtou průmyslovou revoluci – Průmysl 4.0, se objevuje termín Stavebnictví 4.0, který patří do širšího kontextu ostatních průmyslových odvětví. Z hlediska efektivity za nimi stavebnictví aktuálně zaostává, avšak organizace stavebního projektu s využitím metody BIM předpokládá integraci pokročilých technologií v rámci celého životního cyklu stavby. Digitalizace procesů ve výstavbě navíc umožní jasně definovat cíle a nastavit jasná kritéria pro splnění těchto cílů, jejich kontrolu a dodržování. Napříč projektem jasně stanoví hranice odpovědností, takže umožní spolupráci v duchu koordinovaného úsilí a okamžitý management rizik. Současně je důležité vyvarovat se zaměření především na projekční a realizační fázi, protože i další oblasti, např. procesy spojené s povolováním staveb, jsou pro digitalizaci stavebnictví významné.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent chápe nezbytnost a základní princip digitalizace ve stavebnictví, zná základní příklady digitalizace ve stavebnictví a uvědomuje si návaznost na jiná odvětví. Znalosti jsou teoretické, neovládá práci s daty a informacemi ve stavebnictví.
- 2/ Absolvent dobře chápe princip digitalizace ve stavebnictví, zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby a uvědomuje si návaznosti na jiná odvětví. Uvědomuje si základní využití dat a informací pro práci na výstavbovém projektu, je schopen pod odborným dohledem plnit jednoduché zadání pro zpracování dat a informací, která dostane připravená.
- 3/ Absolvent dobře chápe princip digitalizace ve stavebnictví, zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby a uvědomuje si návaznosti na jiná odvětví. Při práci na výstavbovém projektu je schopen pod odborným dohledem plnit složitější zadání pro zpracování dat a informací, samostatně dokáže připravit data pro zpracování základních úkolů.
- 4/ Chápe princip digitalizace ve stavebnictví, zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby a uvědomuje si návaznosti na jiná odvětví. Zná základy algoritmizace a programování a při práci na výstavbovém projektu je schopen samostatně plnit složitá zadání pro zpracování dat a informací. Chápe návaznost informačních systémů, samostatně dokáže připravit data pro zpracování složitých úkolů.
- 5/ Chápe princip digitalizace ve stavebnictví, zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby a chápe návaznost informačních systémů a návaznosti na jiná odvětví. Zná základy algoritmizace a programování a při práci na výstavbovém projektu je schopen vytvořit požadavky na složitá zadání pro zpracování dat a informací.

3.1.2.2 KLASIFIKACE DAT: ELEKTRONICKÁ, DIGITÁLNÍ, STROJOVĚ ČITELNÁ

Přechod k digitalizaci sebou nese významný posun ve správě a zpracování dat. Zejména v počáteční fázi přechodu od manuální správy dat o stavbě k digitalizaci bude nezbytné, aby si absolventi uvědomovali transformaci formální struktury dat a její dopad na následnou práci s těmito daty. Ve stavebnictví se konkrétně jedná o významný posun od klasických kartoték a archivů přes soubory a adresáře až ke strukturovaným databázím. Studenti se seznámí s termíny jako metadata nebo negrafické informace, budou umět vysvětlit pojem strojově zpracování dat. Tato změna se postupně dotkne všech fází životního cyklu stavby, a tudíž všech typů dokumentace o stavbě. Avšak právě proto, že se neprojeví ve všech fázích životního cyklu stavby od samého počátku, je nutné, aby studenti pochopili principy digitální transformace a byli schopni reflektovat její důsledky v praxi.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Má základní znalosti o jednotlivých fázích životního cyklu stavby a typech informací souvisejících s těmito fázemi. Uvědomuje si vývoj formální struktury dat. Chápe významový rozdíl mezi pojmy elektronická data a digitální data. Rozumí pojmu strojově čitelná data.
- 2/ Má dobré znalosti o jednotlivých fázích životního cyklu stavby a typech informací souvisejících s těmito fázemi. Má povědomí o zdrojích dat, která vznikají v souvislosti s fázemi životního cyklu stavby, a rozlišuje elektronická a digitální data. Rozumí pojmu strojově čitelná data.
- 3/ Ovládá fáze životního cyklu stavby, typy dat související s těmito fázemi a dokáže je na příkladech vysvětlit. Ví, co/kdo je zdrojem dat v jednotlivých fázích životního cyklu stavby, a rozlišuje elektronická a digitální data. Má povědomí o využití dat v různých fázích životního cyklu stavby a rozumí pojmem algoritmus a strojově čitelná data.
- 4/ Ovládá fáze životního cyklu stavby, typy dat související s těmito fázemi a dokáže je na příkladech vysvětlit. Ví, co/kdo je zdrojem dat v jednotlivých fázích životního cyklu stavby, a rozlišuje elektronická a digitální data. Dokáže identifikovat nedostatky a formulovat požadavky na data. Dokáže základním způsobem pracovat s dostupnými daty v různých fázích životního cyklu stavby a rozumí pojmu strojově čitelná data. Zná základy algoritmizace a programování a při práci na výstavbovém projektu je schopen základního zpracování/interpretace dat a informací. Dokáže naplnit požadavky na data a uvědomuje si provázanost různých informačních systémů.
- 5/ Pro jednotlivé fáze životního cyklu stavby dokáže formulovat požadavky na data. Dokáže komplexním způsobem pracovat s dostupnými daty v různých fázích životního cyklu stavby. S využitím algoritmizace a programování dokáže naplnit požadavky na data, je schopen vytvořit požadavky na složitá zadání pro zpracování dat a informací v rámci různých informačních systémů.

3.1.2.3 ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ

V procesu digitalizace nestojí digitalizace stavebnictví osamoceně. Proto i digitální vystavěné prostředí je nutno vnímat nikoli jako sérii jednotlivých 3D modelů, ale jako celek sestavený z řady digitálních systémů účelně provázaných a komunikujících. Důraz je kladen nejen na využití digitálních nástrojů při výstavbových procesech, ale především na procesy práce s daty v digitálním prostoru po dobu celého jejího životního cyklu. Důležitou znalost představuje nejen povědomí o dalších digitálních systémech (CAFM, CIM, GIS, IoT), ale také o využití komplexních digitálních dat pro management informací nad rámec samotné stavby.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent pracuje pod odborným vedením na projektu v digitální podobě, přijímá výsledná rozhodnutí digitálních schvalovacích procesů a má základní znalost o existenci datových struktur nad rámec BIM. Nedokáže je však samostatně identifikovat ani vyhodnotit jejich provázanost.
- 2/ Absolvent pracuje samostatně na projektu v digitální podobě, připravuje podklady pro digitální schvalovací procesy a má základní znalost o existenci datových struktur nad rámec BIM. Nedokáže je však samostatně identifikovat ani vyhodnotit jejich provázanost.
- 3/ Je schopen samostatně analyzovat, připravit a kontrolovat podklady pro digitální schvalovací procesy, jichž se s odbornou pomocí účastní, má dobrou znalost o existenci datových struktur nad rámec BIM. S pomocí dokáže některé z nich samostatně identifikovat, ale neumí vyhodnotit jejich provázanost. Opakující se zadání zpracovává samostatně.
- 4/ Je schopen samostatně analyzovat, připravit a kontrolovat komplexní podklady pro digitální schvalovací procesy, jichž se samostatně účastní, poskytuje podporu ostatním. Má nadprůměrnou znalost o datových strukturách nad rámec BIM. Samostatně řadu z nich identifikuje a dokáže vyhodnotit základní provázanost. Znalosti je schopen aplikovat i na nové zadání, jehož návrh zpracuje samostatně.
- 5/ Samostatně analyzuje, připravuje a kontroluje komplexní podklady pro digitální schvalovací procesy, jichž se účastní, poskytuje supervizi ostatním. Má komplexní znalost o navazujících datových strukturách, jejichž potřeby a důsledky samostatně vyhodnocuje. Dokáže navrhnout účinná využití navazujících softwarových řešení (CAFM/GIS/CIM).

[Více informací najdete v článku 6.4 Role BIM v digitálním vystavěném prostředí.](#)

3.1.3 INFORMAČNÍ MODEL, GRAFICKÉ A NEGRAFICKÉ INFORMACE

Kompetence absolventa SŠ

- ▶ **K03 – vysvětlí pojem informační model a popíše grafické a negrafické informace informačního modelu metody BIM;**
- ▶ *Žák rozumí pojmu informační model (IMS) a digitální model stavby (DIMS) a chápe výhody použití a návaznosti na celý životní cyklus. Chápe význam standardizace a uplatnění datových standardů. Rozumí pojmu úroveň podrobnosti digitálního modelu a rozlišuje grafické a negrafické informace včetně konkrétních příkladů a jejich užití.*

3.1.3.1 KVALITA DAT V BIM VČETNĚ ÚČELŮ UŽITÍ PRO JEDNOTLIVÉ FÁZE STAVBY

Kvalita dat obsažených v informačním modelu primárně vychází z požadavků na data, které definuje objednatel. V závislosti na účelech užití dat, které se vyvíjejí v průběhu jednotlivých fází životního cyklu stavby, objednatel pomocí datového standardu definuje obsah a rozsah dat relevantní pro jednotlivá užití v souladu s účelem stavby. V průběhu realizace stavby je zodpovědností dodavatele, aby zajistil data v souladu s těmito smluvně ujednanými požadavky. Je v zájmu objednatele, aby jeho požadavky na data nebyly excesivní, ale naopak vedly k vytvoření informačního modelu, který zejména pro fázi užívání budovy, ale i ostatní fáze jako např. výběr zhotovitele nebo realizace stavby, přinese vysokou přidanou hodnotu.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent zná základní pojmy BIM a jejich kontext, chápe pojem životní cyklus stavby a umí pojmenovat jeho fáze. Současně rozlišuje pojmy pro označení objednatele, dodavatele a uživatele stavby. Má povědomí o tom, že v různých fázích životního cyklu stavby jsou pro její fungování potřebná různá data obsažená v informačním modelu.
- 2/ Chápe základní pojmy BIM a jejich kontext, chápe pojem životní cyklus stavby a umí vysvětlit jeho fáze. Rozlišuje pojmy pro označení objednatele a dodavatele stavby a rozlišuje, že v různých fázích životního cyklu stavby jsou pro její fungování potřebná různá data obsažená v informačním modelu. Ovládá základní principy datového standardu.
- 3/ Používá základní pojmy BIM ve správném kontextu, umí vysvětlit pojem životní cyklus stavby a popsat jeho fáze. Rozlišuje pojmy pro označení objednatele, dodavatele a uživatele stavby. Má základní povědomí o tom, jaká data jsou potřebná pro fungování stavby v různých fázích jejího životního cyklu. Na základě požadavku na data ví, jakým způsobem poskytnout požadovaná data v informačním modelu. Chápe základní podstatu datového standardu – stanovit standardizované informace v modelu.
- 4/ V kontextu BIM dokáže popsat a vysvětlit pojem životní cyklus stavby i jeho fáze. Dobře rozumí roli objednatele, dodavatele a uživatele stavby. Rozumí pojmu způsob užití dat. Má dobrou znalost toho, jaká data jsou potřebná pro fungování stavby v různých fázích jejího životního cyklu, uvědomuje si návaznost na datový standard. Do informačního modelu dokáže zadat data na základě požadavku na data.

- 5/ V kontextu BIM dokáže popsat a vysvětlit pojem životní cyklus stavby i jeho fáze. Dobře rozumí roli objednatele, dodavatele a uživatele stavby. Má dobrou znalost toho, jaká data jsou relevantní v různých fázích jejího životního cyklu, a v návaznosti na datový standard dokáže formulovat požadavky na data. Je schopen zkontrolovat, zda data obsažená v informačním modelu odpovídají požadavkům na data.

[Více informací najdete v článku 6.5 Kvalita dat v BIM.](#)

3.1.3.2 DATOVÝ STANDARD STAVEB

Datový standard staveb (DSS) chápeme jako hlavní nástroj pro efektivní sdílení dat mezi objednatelem a dodavatelem v rámci projektových týmů. Základním předpokladem pro účinnou spolupráci je možnost sdílet data strojově zpracovávaná, tj. data, která mají předem danou strukturu a jsou zpracována v souladu s nastavenými algoritmy. Efektivita je zajištěna opakovatelností. Pro informační model stavby je základním principem DSS šablona dat objektů, která se přizpůsobí podle potřeb zadání: uživatel si nastaví šablonu podle role, podle milníku v životním cyklu stavby, podle účelu užití dat a klasifikace.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Chápe nezbytnost a význam DSS a rozumí základním principům jeho užití.
- 2/ Chápe nezbytnost a význam DSS, je schopen pod odborným dohledem pracovat a aplikovat DSS dle připravených podkladů.
- 3/ Chápe nezbytnost a význam DSS, je schopen samostatně pracovat a aplikovat DSS dle připravených podkladů.
- 4/ Chápe nezbytnost a význam DSS, je schopen pod odborným dohledem analyzovat a zpracovat komplexní a složité podklady. Je schopen praktické aplikace v rámci tvorby IFC v profesním SW. Prostřednictvím DSS je schopen vytvořit požadavky na data pro konkrétní projekt.
- 5/ Chápe nezbytnost a význam DSS, je schopen samostatně analyzovat a zpracovat komplexní a složité podklady. Je schopen praktické aplikace v rámci tvorby IFC v profesním SW. Prostřednictvím DSS je schopen vytvořit požadavky na data. Je schopen vyhodnotit relevanci požadavků na data pro konkrétní projekt.

3.1.3.3 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM (KS)

Díky klasifikačnímu systému konzistentním způsobem probíhá funkční i technická kategorizace stavebních entit, stavebních prostor i stavebních prvků na bázi hierarchického uspořádání. Klasifikované informace o stavbě patří k negrafickým informacím, které se k projektu váží. Klasifikační systém představuje průlomový nástroj pro pořízení, uchování a sdílení informací o stavbě, protože umožňuje informace efektivně komunikovat, chápat stejné věci stejně a zamezit ztrátě dat při přechodu mezi rolemi, softwarovými nástroji nebo z jedné fáze životního cyklu stavby do druhé. Cíleným výsledkem je zajištění srozumitelnosti informací obsažených v modelu a zamezení ztráty informací o stavbě během plynulého přenosu dat mezi různými fázemi, uživateli, softwary nebo profesními specializacemi.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Rozumí významu klasifikací a má základní teoretickou představu o principu užití KS ve stavebnictví.
- 2/ Má dobrou teoretickou a základní praktickou představu o principu užití KS ve stavebnictví. Rozumí významu klasifikací a principu užití, je schopen pod odborným dohledem pracovat a aplikovat klasifikace dle připravených podkladů. Má praktickou zkušenost minimálně s jedním klasifikačním systémem ve stavebnictví.
- 3/ Má dobrou teoretickou a praktickou představu o principu užití KS ve stavebnictví. Rozumí významu klasifikací a principu užití, je schopen samostatně pracovat a aplikovat klasifikace dle připravených podkladů. Má praktickou zkušenost minimálně se dvěma klasifikačními systémy ve stavebnictví.
- 4/ Má dobrou teoretickou a praktickou zkušenost s KS ve stavebnictví. Rozumí významu klasifikací a principu užití, je schopen samostatně pracovat a aplikovat klasifikace. Má praktickou zkušenost minimálně se dvěma klasifikačními systémy ve stavebnictví.
- 5/ Má rozsáhlou teoretickou i praktickou zkušenost s KS ve stavebnictví. Rozumí významu klasifikací a principu užití, je schopen samostatně pracovat a aplikovat klasifikace, má přehled o existujících klasifikačních systémech v ČR i v zahraničí.

3.1.3.4 GRAFICKÉ A NEGRAFICKÉ INFORMACE, ÚROVEŇ PODROBNOSTI INFORMAČNÍHO MODELU

BIM představuje proces vytváření a správy dat o budově během celého jejího životního cyklu. Grafické i negrafické informace jsou nedílnou součástí informačního modelu stavby, který reprezentuje nejen fyzický a funkční objekt, ale současně také jeho vlastnosti. V závislosti na fázi životního cyklu stavby pracujeme s informacemi více či méně detailními. Propojení dalších systémů s informačním modelem umožní nejen vyhodnocení případných změn projektu ve všech jeho fázích, ale poskytne také efektivní nástroj pro investiční rozhodování a pro rozhodování během provozu budovy.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Rozlišuje typy informací a jejich užití, rozumí pojmu úroveň podrobnosti digitálního modelu.
- 2/ Rozlišuje typy informací a jejich užití, je schopen pod odborným dohledem pracovat s informacemi, rozlišovat jejich užití a dokáže aplikovat jednotlivé úrovně podrobnosti digitálního modelu dle připravených podkladů.
- 3/ Rozlišuje typy informací a jejich užití, je schopen samostatně pracovat s informacemi, rozlišovat jejich užití a dokáže aplikovat jednotlivé úrovně podrobnosti digitálního modelu dle připravených podkladů. Rozumí vztahu úrovně podrobnosti modelu ve vazbě na příslušné stupně dokumentace stavby (DSP, DPS, ...).
- 4/ Rozlišuje typy informací a jejich užití, je schopen samostatně pracovat s informacemi, rozlišovat jejich užití a dokáže samostatně aplikovat jednotlivé úrovně podrobnosti digitálního modelu. Rozumí vztahu úrovně podrobnosti modelu ve vazbě na příslušné úrovně dokumentace stavby. Pod odborným vedením připraví data obsažená v modelu pro různá užití. Dokáže identifikovat nedostatečnost dat pro různá užití.
- 5/ Rozlišuje typy informací a jejich užití, samostatně pracuje s informacemi a daty obsaženými v modelu. Samostatně připraví data obsažená v modelu pro různá užití, porovnává změny. Dokáže formulovat požadavky na data.

3.1.4 MANAGEMENT INFORMACÍ O STAVBĚ, KOMUNIKACE, KOORDINACE

Kompetence absolventa SŠ

- ▶ **K04 – popíše roli a popíše činnosti BIM koordinátora;**
- ▶ *Žák rozlišuje roli Manažer/ka BIM a Koordinátor/ka BIM. Dokáže vysvětlit roli Koordinátora BIM, jakožto člena projektového týmu a popsat činnosti, které představitel/ka dané role zpravidla vykonává. Orientuje se a rozumí významu základních dokumentů/metodik, které jsou pro uplatňování metody BIM klíčové (BIM protokol, příloha BEP).*

3.1.4.1 MANAGEMENT INFORMACÍ V PRŮBĚHU ŽIVOTNÍHO CYKLU STAVBY

Strukturovaný přístup k informacím je základním principem metody BIM, díky které se management informací stává nedílnou součástí managementu stavebního procesu. Jeho správné fungování proto výrazně ovlivňuje efektivitu všech procesů jak při plánování a realizaci, tak při provozování objektu. Důležitou znalostí absolventa je tudíž vnímání veškerých podkladů o stavbě jako informací. Dále je to schopnost nahlížet informace strukturovaně, v rámci informačních toků a procesů vedoucích k požadovaným informačním strukturám. Nezanedbatelnou znalostí je i znalost digitálních nástrojů, které se v daných procesech využívají.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent je schopen pod odborným dohledem realizovat základní činnosti a informační procesy, k nimž obdržel připravené podklady. Má základní znalost o existenci informačních toků a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy.
- 2/ Je schopen pod odborným dohledem připravit a realizovat základní činnosti a informační procesy. Má dobrou znalost o existenci informačních toků a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy.
- 3/ Je schopen pod odborným dohledem analyzovat, připravit, realizovat a kontrolovat složitější činnosti a informační procesy. Má dobrou znalost o existenci informačních toků a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy. Opakující se zadání zpracovává samostatně.
- 4/ Dokáže samostatně analyzovat, připravit, realizovat a kontrolovat složité činnosti a informační procesy. Má nadprůměrnou znalost o existenci informačních toků a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy. Je schopen tyto znalosti aplikovat i na nové zadání, jehož návrh zpracuje samostatně.
- 5/ Absolvent je schopen nejen analyzovat, ale i plánovat, navrhovat, realizovat, kontrolovat a vyhodnotit výstavbové činnosti a procesy. Z hlediska znalostí o procesech v investiční výstavbě rozumí komplexním informačním tokům a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy finanční, výrobní, marketingové, controllingové, obchodní i schvalovací.

[Více informací najdete v článku 6.6 Management informací v celém životním cyklu stavby.](#)

3.1.4.2 CIZÍ JAZYK

Cizojazyčné podklady se v široké míře vyskytují především při práci na mezinárodních a zahraničních projektech. Můžeme se s nimi však setkat i v případě zahraničních investorů českých projektů. Znalost cizího jazyka, dovednost efektivní komunikace v tomto jazyce a návyk práce s cizojazyčnými zdroji informací je v současné situaci zásadní pro úspěšné využití všech ostatních znalostí v oblasti BIM.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Je schopen převzít relevantní podklady v cizím jazyce (angličtina, němčina, ...) a prostudovat si je.
- 2/ Je schopen převzít relevantní podklady v cizím jazyce (angličtina, němčina, ...) a prostudovat si je. Je schopen s pomocí interpretovat základní obsah těchto podkladů a porozumět mu v kontextu celého díla.
- 3/ Je schopen převzít relevantní podklady v cizím jazyce (angličtina, němčina, ...) a prostudovat si je. Je schopen srozumitelně interpretovat obsah těchto podkladů v kontextu celého díla. Je schopen připravit podklady pro další komunikaci v cizím jazyce na odborné úrovni.
- 4/ Je schopen identifikovat relevantní podklady a prostudovat si je alespoň v jednom cizím jazyce (angličtina, němčina, ...). Je schopen srozumitelně interpretovat obsah těchto podkladů v kontextu celého díla. S odbornou podporou je schopen v tomto jazyce komunikovat na odborné úrovni.
- 5/ Je schopen pracovat s cizojazyčnými podklady a vyhledat v nich relevantní informace. Je schopen kriticky vyhodnotit, zda jsou podklady dostačující či nedostačující, je schopen v písemné i ústní formě srozumitelně vyjádřit nedostatky, které v podkladech shledává a konkrétně definovat další informace potřebné pro splnění úkolu/cíle. Je schopen vypracovat odbornou dokumentaci v cizím jazyce. Je schopen samostatně efektivně v tomto jazyce komunikovat na odborné úrovni.

3.1.4.3 EFEKTIVNÍ KOMUNIKACE

Nejen transparentní sdílení informací o stavbě, ale také efektivní komunikace je jednou ze základních dovedností, které sebou nese proces digitalizace. V kontextu všech odborných technických znalostí a dovedností je nezbytné tyto znalosti a dovednosti využívat při týmové spolupráci a efektivitu týmu tak celkově posílit. Nutnost efektivní komunikace si snáze představíme při práci mezinárodních virtuálních týmů, kde je otevřená komunikace, používání jednotné terminologie, jednoznačných vyjádření a přesných dat naprostou nezbytností.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Dokáže identifikovat odpovídajícího partnera pro komunikaci v oblasti BIM a dokáže s ním navázat kontakt.
- 2/ Dokáže identifikovat odpovídajícího partnera pro komunikaci v oblasti BIM a dokáže s ním navázat kontakt. V rámci BIM dokáže komunikovat postupy a řešení pro spolupráci s odpovídajícími partnery.
- 3/ Dokáže identifikovat odpovídajícího partnera pro komunikaci v oblasti BIM a dokáže s ním navázat kontakt. V rámci BIM dokáže kriticky vyhodnotit postupy a řešení pro spolupráci s odpovídajícími partnery a tato srozumitelně prezentovat.
- 4/ Běžně komunikuje s partnery napříč projektem. Navrhuje postupy a řešení, která dokáže srozumitelně prezentovat a obhájit. Je schopen identifikovat nedostatečnost informací.
- 5/ Komunikuje s partnery napříč projektem. Navrhuje postupy a řešení, která dokáže srozumitelně prezentovat a obhájit. Je schopen kriticky vyhodnotit dostatečnost informací a srozumitelně formulovat požadavky na další informace.

3.1.5 INFORMAČNÍ MODEL JAKO ZDROJ INFORMACÍ

Kompetence absolventa SŠ

► **K05 – čerpá potřebné informace z informačního modelu BIM a aplikuje je do praxe;**

► *Žák umí používat a prohlížet informační model a čerpá potřebné informace z modelu. Rozumí významu informací, jejich užití a přínos v praxi. Využívá model nad rámec zažitého vytvoření architektonického modelu a z něj odvozené výkresové dokumentace, čili model jako zdroj informací, a to minimálně pro výkazy množství a prostorovou koordinaci (detekce kolizí).*

3.1.5.1 DIGITÁLNÍ DVOJČE STAVBY

Digitální dvojče stavby jakožto její virtuální kopie nejen z hlediska vizuálního, ale i z hlediska vybraných vlastností objektů a procesů, které mezi nimi probíhají, je výsledkem jedné fáze procesu s využitím BIM. Absolvent chápe termín sdružený model (federated model) a uvědomuje si význam dílčích profesních modelů jako součástí celku. Má povědomí o významu digitálního dvojčete a způsobu, jakým vzniká a vyvíjí se, rozlišuje mezi 3D modelem a digitálním dvojčetem a mezi typy digitálních dvojčat a chápe jejich využití v různých fázích životního cyklu stavby. Je si vědom výhod a nevýhod práce s digitálním dvojčetem a ovládá základní technologie pro práci s nimi.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent zná pojem digitální dvojče a umí ho vysvětlit, je schopen pod odborným vedením pracovat s digitálním dvojčetem a na základě pokynu ho upravit. Má základní znalost účelů užití dat obsažených v informačním modelu, ale nedokáže je v praxi samostatně aplikovat.
- 2/ Absolvent pracuje samostatně s již vytvořeným digitálním dvojčetem, dokáže navrhnout jeho úpravy v kontextu požadovaného účelu užití. Nedokáže však vyhodnotit dopad na objem dat vlivem těchto úprav. Pod odborným vedením vytváří základní simulace.
- 3/ Je schopen samostatně připravit a zkontrolovat, dokáže vyhodnotit dopad modifikací digitálního dvojčete na objem dat. Samostatně pracuje se základními simulacemi.
- 4/ Digitální dvojče samostatně analyzuje, připraví a kontroluje. Celkově vyhodnotí dopad modifikací a navrhuje jejich optimalizace. Samostatně pracuje se základními simulacemi a dokáže navrhnout jejich optimalizace. Znalosti je schopen aplikovat i na nové zadání, jehož návrh zpracuje samostatně.
- 5/ Dokáže samostatně analyzovat, připravit a zkontrolovat komplexní podklady, na jejichž základě je schopen přijmout rozhodnutí. Poskytuje supervizi ostatním. Komplexně vyhodnotí dopad modifikací, samostatně pracuje s komplexními simulacemi a navrhuje jejich optimalizace. Dokáže navrhnout účinná využití softwarových řešení (CAFM/BIM).

[Více informací najdete v článku 6.7 Digitální dvojčata.](#)

3.1.5.2 SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ (CDE)

Společné datové prostředí poskytuje vhodné nástroje pro práci se strukturovanými informacemi nad rámec 3D modelu a současně digitalizaci řady procesů známých ze systémů pro správu dokumentů (DMS). Absolvent si je vědom nejen důležitosti správného nastavení komunikačních toků a dalších pracovních procesů ve společném datovém prostředí, ale i důležitosti správné archivace a zabezpečení dat mimo něj.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent má základní znalost společného datového prostředí a uvědomuje si jeho význam ve výstavbovém projektu. Pod odborným vedením je schopen opakovaně provádět v CDE základní úkony.
- 2/ Absolvent zná funkčnost a význam CDE, pracuje samostatně ve vytvořeném prostředí a je schopen opakovaně provádět v CDE složitější úkony. Na základě zadaných kritérií dokáže vyhledat relevantní informace. Základním způsobem komunikuje s ostatními uživateli CDE.
- 3/ Zná funkčnost a význam CDE pro výstavbové projekty, na základě požadavků dokáže CDE administrovat, kontroluje správnost procesů a komunikuje s ostatními uživateli, jimž poskytuje podporu. Je schopen opakovaně provádět komplexní úkoly. Na základě zadaných kritérií dokáže vyhledat relevantní informace.
- 4/ Formuluje požadavky na komplexní řešení, které kontroluje a dohlíží na jeho správnost, komunikuje s ostatními uživateli a poskytuje jim podporu. Samostatně zpracovává komplexní úkoly. Dokáže vyhodnotit relevantnost informací i v návaznosti na AM a FM systémy.
- 5/ Samostatně navrhuje komplexní řešení nebo jejich optimalizace, dokáže navrhnout účinná využití softwarových řešení.

[Více informací najdete v článku 6.8 CDE jako jediný zdroj pravdy.](#)

3.1.5.3 BIM A ŘÍZENÍ KVALITY

Jednou z nesporných výhod digitalizace dat a procesů je možnost systematické a automatické kontroly kvality ve všech fázích životního cyklu stavby. Práce se strukturovanými daty umožňuje nastavit podrobná kritéria, kontrolní procesy a metody a zajistit tak celkovou kvalitu dodávaných prací a celého díla. Investor má zájem na tom, aby dostal to, co bylo objednáno, včas a za dohodnutou cenu. Dodavatel má současně zájem na tom, aby jeho práce byla maximálně efektivní a aby díky této efektivitě maximalizoval svůj zisk. Všem jde o to, aby při práci na výstavbovém projektu i při jeho užívání byly při práci s daty dodrženy zásady kvality a bezpečného řízení informací v souladu s ISMS, z angl. Information Security Management System – Systém řízení bezpečnosti informací. Archivace dat musí být zajištěna takovým způsobem, aby data byla plně využitelná po celou dobu životnosti stavby.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Absolvent má základní znalost o požadavcích na principy kvality a zásady ISMS při práci s daty. Uvědomuje si význam dodržování zásad kybernetické bezpečnosti, ví, co je bezpečné heslo. Pro práci s informačním modelem používá výhradně oficiální sw a aplikace. V rámci organizace, pro kterou pracuje, zná pravidla pro správnou archivaci dat.
- 2/ Absolvent má dobrou znalost o požadavcích na principy kvality a zásady ISMS při práci s daty. Dodržuje zásady kybernetické bezpečnosti a používá bezpečné heslo. Při práci s informačním modelem používá výhradně oficiální software a aplikace, rozlišuje jejich různé verze. V rámci organizace, pro kterou pracuje, dodržuje pravidla pro správnou archivaci dat.
- 3/ Absolvent má dobrou znalost o požadavcích na principy kvality a zásady ISMS při práci s daty. Dodržuje zásady kybernetické bezpečnosti a používá bezpečné heslo. Při práci s informačním modelem používá výhradně oficiální sw a aplikace, rozlišuje jejich různé verze. Podle zadaného kontrolního plánu je schopen zkontrolovat kvalitu dat v informačním modelu tak, aby byla v souladu se zadáním. V rámci organizace, pro kterou pracuje, dodržuje pravidla pro správnou archivaci dat.
- 4/ Absolvent má dobrou znalost o požadavcích na principy kvality a zásady ISMS při práci s daty. Dodržuje zásady kybernetické bezpečnosti a používá bezpečné heslo. Při práci s informačním modelem používá výhradně oficiální sw a aplikace, rozlišuje jejich různé verze. Dokáže zkontrolovat, ale také navrhnout kontrolní body a postupy pro kontrolu kvality dat v informačním modelu tak, aby byla v souladu se zadáním. V rámci organizace, pro kterou pracuje, dodržuje pravidla pro správnou archivaci dat.
- 5/ Absolvent má dobrou znalost o požadavcích na principy kvality a zásady ISMS při práci s daty. Dodržuje zásady kybernetické bezpečnosti a používá bezpečné heslo. Při práci s informačním modelem používá výhradně oficiální sw a aplikace, rozlišuje jejich různé verze. Vytváří kontrolní plán pro kontrolu kvality dat v informačním modelu tak, aby byla v souladu se zadáním. V rámci organizace, pro kterou pracuje, navrhuje a kontroluje pravidla pro správnou archivaci dat.

[Více informací najdete v článku 6.9 Řízení kvality modelu.](#)

3.1.6 SW NÁSTROJE, OTEVŘENÝ DATOVÝ FORMÁT

Kompetence absolventa SŠ

- ▶ **K06 – pracuje alespoň s jedním softwarem podporujícím metodu BIM, pro výměnu informací používá standardizovaný otevřený formát IFC;**
- ▶ *Žák pracuje s nástrojem podporujícím metodu BIM. Umí vytvořit strukturovaný digitální model stavby a chápe základní principy uplatnění informační hodnoty modelu. Uplatňuje základní principy standardizace čili klasifikací prvků a datové standardy. Pro výměnu informací používá standardizovaný otevřený formát IFC. Rozlišuje výhody otevřeného formátu obecně, otevřeného formátu IFC a zná zdroj specifikující formát IFC. Rozlišuje příklady formátu IFC v návaznosti na jednotlivé činnosti a fáze životního cyklu stavby. Vnímá IFC jako zdroj informací, nikoli jen jako formu výstupu 3D modelu.*

3.1.6.1 PROGRAMY POUŽÍVANÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ V BIM

Absolvent je pokročilým uživatelem alespoň jednoho digitálního nástroje pro 3D modelování a má základní znalost užívání jednoho dalšího. Při práci s těmito nástroji dokáže vyhodnotit náročnost zadaných úkolů a navrhnout odpovídající pracovní postupy. Dokáže obhájit navrhované řešení, o kterém komunikuje napříč projektovým týmem. Uvědomuje si návaznost těchto nástrojů na další aplikace (DSS), umí pracovat s otevřenými formáty a spolupracovat s ostatními profesemi.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Má základní znalost SW pro CAD a základní znalost praktického použití jednoho BIM SW pro modelování ve 3D. Má základní povědomí o principu souřadných systémů a o principu stanovení počátku pro stavbu v kontextu staveniště/území.
- 2/ Má dobrou znalost SW pro CAD a základní znalost praktického použití jednoho BIM SW pro modelování ve 3D. Má základní teoretické povědomí o existenci dalších SW pro modelování ve 3D. Chápe princip souřadných systémů a princip stanovení počátku pro stavbu v kontextu staveniště/území. Je schopen provádět základní úkoly pod odborným dohledem.
- 3/ Má dobrou znalost SW pro CAD, umí prakticky použít minimálně jeden BIM SW pro modelování ve 3D a má přehled o dalších takových existujících SW. Má základní povědomí o formátu IFC. Má dobré znalosti o souřadných systémech a chápe důležitost stanovení počátku pro stavbu v kontextu staveniště, příp. umístění v rámci území. Základní úkoly dokáže provádět samostatně, komplexnější zadání plní pod odborným dohledem. Učí se zásady kvality práce a čistoty 3D modelu a zásady bezpečnosti práce v digitálním prostředí.
- 4/ Má znalost SW pro CAD, umí prakticky použít minimálně dva BIM SW pro modelování ve 3D a má přehled o dalších takových existujících SW. Je schopen pracovat s formátem IFC. Dokáže vyhledat informace/ souřadnice a správně stanovit počátek pro stavbu v kontextu staveniště, příp. umístění v rámci území. Dodržuje zásady kvality práce a čistoty 3D modelu a dodržuje zásady bezpečnosti práce v digitálním prostředí. Samostatně zpracovává komplexní řešení, které dokáže srozumitelně prezentovat a obhájit.
- 5/ Má znalost SW pro CAD, umí prakticky použít minimálně dva BIM SW pro modelování ve 3D a má přehled o dalších takových existujících SW. Je schopen pracovat s formátem IFC. Dokáže definovat souřadnice pro stanovení počátku pro stavbu v kontextu staveniště, příp. umístění v rámci území. Dodržuje zásady kvality práce a čistoty 3D modelu a dodržuje zásady bezpečnosti práce v digitálním prostředí. Samostatně navrhuje komplexní řešení nebo jejich optimalizace, toto řešení dokáže srozumitelně prezentovat a obhájit.

3.1.6.2 DRONY A 3D SCANNERY PŘI PRÁCI S METODOU BIM

Potenciál 3D skenování v současné době vidíme jednak u historických objektů, kde je pro stavební úpravy využití klasických měřících metod komplikováno nepravidelností úhlů, různými výškovými úrovněmi a tloušťkami stěn. Existuje také celá řada budov, u nichž se předpokládá dlouhá životnost, ale nebyly ještě zpracované s využitím BIM. Pro správu objektu se tedy vyplatí získat kvalitní 3D podklady, což skenování umožňuje prostřednictvím efektivního, přesného a rychlého zaměření stávajícího objektu.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Má základní povědomí o existenci 3D skenování a využití této metody v rámci BIM. Má teoretickou představu o tom, co je bodové mračno.
- 2/ Má základní znalost 3D skenování a využití této metody v rámci BIM. Má představu o tom, co je bodové mračno a dokáže zpracovat jednoduché zadání pod odborným dohledem.
- 3/ Má pokročilou znalost 3D skenování a využití této metody v rámci BIM, ví, jak se data získávají. Má teoretickou představu o tom, jak data dále zpracovat do informačního modelu. Má základní znalost práce s bodovým mračnem a dokáže samostatně pracovat na opakujícím se jednoduchém zadání.
- 4/ Má pokročilou znalost 3D skenování a využití této metody v rámci BIM, ví, jak se data získávají a jak je dále zpracovat do informačního modelu. Je si vědom vlivu předskenovací přípravy na délku měření a kvalitu získaných dat a pod odborným dohledem je schopen se na této přípravě podílet. Má dobrou znalost práce s bodovým mračnem a dokáže samostatně pracovat na opakujícím se složitějším zadání.
- 5/ Ovládá postupy 3D skenování a digitální fotogrammetrie, ví, jak se data získávají a jak je dále zpracovat do informačního modelu. Je si vědom vlivu předskenovací přípravy na délku měření a kvalitu získaných dat, dokáže využít vlíčovací body a vložit data do absolutních souřadnic. Umí pracovat s bodovým mračnem získaným pomocí 3D skeneru nebo digitální fotogrammetrie. Samostatně zpracovává složité úkoly.

3.1.6.3 BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY

Za několik posledních desetiletí zaznamenala virtuální realita veliký technologický pokrok a své využití najde v mnoha odvětvích. Ve stavebnictví se využívá možnost prohlédnout si exteriéry a interiéry staveb, aplikovat data na různé simulace, vyhodnotit varianty a podklady využít pro investiční plánování.

Vzhledem k tomu, že virtuální realita je uměle vytvořená, můžeme o ní hovořit ve fázi, kdy navrhovaný model stavby není dosud začleněn do kontextu prostředí, nebo je kontext prostředí simulován uměle, a to i například formou skenu. Jakmile však model osadíme do skutečného prostředí, hovoříme již o rozšířené realitě. Principem rozšířené reality je doplňování grafických objektů do skutečné reality. Architektonický návrh stavby, který zohledňuje podmínky prostředí, lze prezentovat jako model rozšířené reality na místě, pro které je navržen, v případě, že tomu nebrání podmínky prostředí např. (vzrostlá zeleň, existence do budoucna odstraňovaných staveb a konstrukcí, modelace terénu aj.). Technologie propojující virtuální a rozšířenou realitu pak umožňují projekci virtuálních vizualizací do reálného světa a vytvářejí tzv. mixovanou realitu. Tam můžeme v reálném čase interagovat s virtuálními nebo fyzickými předměty např. pomocí rukou nebo nohou.

Používání rozšířené a virtuální reality ve výrobě, zpracování i v dalších průmyslových aplikacích přispívá k většímu přehledu, názornějšímu vzdělávání a školení zaměstnanců a samozřejmě řešení problémů. Uplatnění proto najdeme nejen ve fázi návrhu, ale i výroby, montáže, kontroly kvality a zajištění bezpečnosti.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Chápe pojmy umělé reality (VR, AR, MR a další) a zná základní možnosti jejich využití. Umí dobře pracovat ve 3D prostředí a v prostředí VR/AR/MR umí využít základní nástroje. Umí vytvořit základní modely pro VR/AR/MR, které umí využít pro prezentace staveb, komunikaci s investorem ve stupni investiční záměr/studie. Umí spolupracovat v prostředí umělé reality.
- 2/ Rozšíření znalostí stupně 1: chápe komplexní možnosti prostředí umělé reality a návaznost na BIM, chápe, co má smysl do modelu pro umělou realitu zahrnout. Zná limity umělé reality. Umí s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu pokročilého využití softwaru s využitím složitých a komplexních nástrojů.
- 3/ Umí s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu pokročilého převodu a využití modelu, který obsahuje informace BIM prostředí ve stupni LOD 100-500, tj. připomínkování, kontrola kolizí apod.
- 4/ Umí vytvořit pokročilý model pro VR/AR/MR ve stupni dokumentací DSP a DPS, které odpovídají požadavkům koncepce BIM a které obsahují informace viz stupeň 3. V rámci zpětné kontroly a připomínkování umí informace přesouvat. Umí velmi dobře pracovat nejen ve 3D prostředí, ale také v softwarech pro vytváření modelu a pro využití modelu (tedy CAD> VR/AR/MR), a umí využívat vlastností a klasifikací jednotlivých entit/objektů vstupujících do modelového prostředí.
- 5/ Umí využít data technologie AR/MR pro facility management a pro analýzy, např. pokročilé stavební fyziky (tepelné mosty, proudění, statika apod.). Umí pracovat s prostředím pro vytváření softwarů pro VR/AR/MR na pokročilé úrovni, tj. herní enginy jako např. Unreal Engine, Unity apod., ovládá funkce pro převody informací, pohyb a další nástroje prostředí umělé reality. Umí modely vkládat, upravit, zakomponovat nové modely apod., umí vytvářet nástroje, prostředí, převodníky apod.

[Více informací najdete v článku 6.11 Role BIM v kontextu virtuální a rozšířené reality.](#)

3.1.6.4 NÁVAZNOST BIM A CAFM PRO STAVBU VE FÁZI UŽÍVÁNÍ

BIM model přináší soubor ucelených a strukturovaných dat o budově, která jsou připravena k použití při správě a provozu majetku – facility managementu. Cílem tudíž je, abychom vhodným a kompatibilním prostředím softwarového nástroje byli schopni importovat všechna relevantní data z modelu pro FM ve fázi užívání.

Stupně dovedností absolventa

- 1/ Dokáže popsat jednotlivé fáze stavby. Má základní teoretickou představu o nutnosti přenosu informací o stavbě ve fázi realizace do fáze užívání. Má základní představu o správě a provozu majetku.
- 2/ Dokáže popsat jednotlivé fáze stavby. Dokáže vysvětlit pojem facility management. Má teoretickou představu o strukturovaných datech o budově v BIM modelu a o jejich teoretickém využití při správě a provozu majetku.
- 3/ Dokáže popsat jednotlivé fáze životního cyklu stavby. Dokáže vysvětlit pojem facility management. Má dobrou představu o strukturovaných datech o budově v BIM modelu a o jejich teoretickém využití při správě a provozu majetku. Má základní praktickou znalost SW nástrojů, které umožňují využití dat informačního modelu při správě a provozu stavby.
- 4/ Dokáže popsat jednotlivé fáze stavby. Dokáže vysvětlit pojem facility management. Má dobrou představu o strukturovaných datech o budově v BIM modelu a o jejich teoretickém využití při správě a provozu majetku. Má dobrou praktickou znalost SW nástrojů, které umožňují využití dat informačního modelu při správě a provozu stavby. Dokáže vyhodnotit dostatečnost / nedostatečnost dat v modelu.
- 5/ Dokáže popsat jednotlivé fáze stavby. Dokáže vysvětlit pojem facility management. Má dobrou představu o strukturovaných datech o budově v BIM modelu a o jejich teoretickém využití při správě a provozu majetku. Má rozsáhlou praktickou znalost SW nástrojů, které umožňují využití dat informačního modelu při správě a provozu stavby. Dokáže definovat požadavky na data a na SW nástroje pro fázi užívání objektu.

[Více informací najdete v článku 6.12 Návaznost BIM a CAFM systémů ve fázi provozu a užívání stavby.](#)

3.2 DOSTUPNÉ STUDIJNÍ PODKLADY

Pro výuku na SPŠ a SOU stavebních existuje interaktivní online učebnice StaWEBnice, aplikace, která je volně ke stažení a kterou mohou v daných oblastech systematicky používat žáci i učitelé středních škol. Viz také seznam bibliografie v kap 6.1.

Cílem následující kapitoly však je zmapovat studijní podklady dostupné pro výuku ve zmíněných oblastech na vysokých školách stavebního zaměření a zjistit tak, které výukové podklady by bylo vhodné doplnit. Je otázkou, zda by bylo dostačující čerpat z dostupných článků a analýz, které nejsou primárně určeny k tomu, aby plnily funkci studijních podkladů. V některých případech také uvádíme pouze cizojazyčné zdroje, z čehož vyplývá, že česky psané podklady úplně chybí. Zůstává ke zvážení, zda kvalitní odborný článek a cizojazyčné podklady nejsou naopak výhodou pro studium absolventa vysoké školy, který má být schopen s různými podklady samostatně pracovat, vyhledat si zdroje, vyvodit z nich závěry a smysluplně je obhájit.

Získaný přehled existujících studijních materiálů může být podkladem pro diskusi o jejich sdílení, případně o sdílení zkušeností s těmito podklady. Přehled chybějících studijních materiálů poskytne výchozí informace k tomu, aby se v následujícím období těmto oblastem věnovala patřičná pozornost a chybějící studijní podklady byly včas zajištěny.

Oblast znalostí	Existující výukové materiály	Chybějící výukové materiály
<ul style="list-style-type: none"> Definice pojmu BIM, historie, vývoj, oblast uplatnění 	<p>BIM Příručka, Martin Černý a kol. http://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka-2013-v1</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Terminologie, terminologický slovník BIM 	<p>https://www.nlfnorm.cz/terminologie-bim BIMe Initiative: BIMDictionary. https://bimdictionary.com/</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Standardy a normy BIM v ČR i v zahraničí 	<p>Použijte následující odkaz a zadejte třídící znak 7301: https://csnonline.agentura-cas.cz/Vysledky.aspx</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Digitální transformace, BIM a řízení změny ve stavebnictví 	<p>Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Lee, G. (2018) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-11-928753-7.</p> <p>Barnes, P.T. (2015) BIM in Principle and in Practice, 2nd Edition. ICE Publishing. ISBN: 978-0-72-776092-0.</p> <p>Kumar, B. (2015) A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects. Whittles Publishing. ISBN: 978-1-84-995146-3.</p> <p>Race, S. (2013) BIM Demystified. RIBA Publishing. ISBN: 978-1-85-946520-2.</p>	

<p>▶ Klasifikace dat: elektronická, digitální, strojově čitelná</p>		
<p>▶ Role BIM v digitálním vystavěném prostředí</p>	<p>Prušková, K.; Kaiser, J.: Implementation of BIM Technology into the design process using the scheme of BIM Execution Plan, In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Bristol: IOP Publishing Ltd., 2019. Materials Science and Engineering. vol. 471. ISSN 1757-899X.</p>	
<p>▶ Kvalita dat v BIM včetně účelů užití pro jednotlivé fáze stavby</p>	<p>Kvalita dat (Data quality). In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2021, 18.11.2018 [cit. 21.01.2021], dostupné z: https://managementmania.com/cs/kvalita-dat-data-quality</p> <p>Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., and Zikic, N. (2019). BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, August, dostupné z: http://bim.psu.edu.</p> <p>ISO/IEC 19510:2013, “ Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation” International Organization for Standardization, 2013, dostupné z: https://www.iso.org/standard/62652.html</p> <p>ČAS-P03-V09a-E3-R01-003_Analýza užití informačního modelování staveb (BIM), Agentura ČAS 2019, [online], [cit. 10. 2. 2021], Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/AS-P03-V09a-E3-R01_001_Anal%C3%BDza%20u%C5%BEit%C3%AD%20informa%C4%8Dn%C3%ADho%20modelov%C3%A1n%C3%AD%20stav eb%20%28BIM%29.pdf</p> <p>Information Delivery Manual: Guide to Components and Development Methods. In: Information Delivery Manual (IDM) [online]. buildingSMART International, 05/12/10 [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-CompsAndDevMethods-IDMC_004-v1_2.pdf</p> <p>Rudovský, Zdeněk, Ing.arch., PhD, Kosina, Matouš Ing., kvalita projektových informací pohledem zadavatele, dostupné online z: http://bim.cvut.cz/wp/kvalita-projektovych-informaci-pohledem-zadavatele/</p>	

<p>▶ Datový standard staveb (DSS)</p>	<p>J. Žák a kol.; Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury – Datový standard Státní fond dopravní infrastruktury; 2021</p>	
<p>▶ Klasifikační systém</p>	<p>Popis CCI, CCI ke stažení a CCI online, dostupné z https://www.koncepcebim.cz/634-klasifikacni-system-cci</p>	
<p>▶ Grafické a negrafické informace, úroveň podrobnosti informačního modelu</p>	<p>DEUTSCH, Randy. BIM and integrated design: strategies for architectural practice. 1st ed. Hoboken, N. J: Wiley, 2011. ISBN 04-705-7251-5</p>	
<p>▶ Management informací v průběhu životního cyklu stavby</p>	<p>Succar, B., Poirier E.: Lifecycle Information transformation and Exchange for delivering and managing digital and physical assets, In: Automation in Construction 112 (2020), https://doi.org/10.1016/j.autocon.2020.103090</p>	
<p>▶ Cizí jazyk</p>	<p>Viz studium cizích jazyků.</p>	
<p>▶ Efektivní komunikace</p>	<p>POKORNÁ, Dana, SEDLÁČKOVÁ, Vladimíra. Komunikace v praxi. Výukový text. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, 2010. 64 s. ISBN 978-80-87240-54-0</p>	
<p>▶ Digitální dvojče stavby</p>	<p>What is Digital Twin? TWI Ltd [online]. Great Abington, United Kingdom [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin</p> <p>MARR, Bernard. What Is Digital Twin Technology - And Why Is It So Important? Forbes [online]. 2017 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/?sh=122099662e2a</p> <p>GRIEVES, Michael. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication [online]. Florida Institute of Technology, 2015, 1-7 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication</p> <p>TAO, Fei, Jiangfeng CHENG, Qinglin QI, Meng ZHANG, He ZHANG a Fangyuan SUI. Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology [online]. 2018, 94(9-12), 3563-3576 [cit. 2021-01-12]. ISSN 0268-3768. Dostupné z: doi:10.1007/s00170-017-0233-1</p>	

CEARLEY, David W., Brian BURKE, Samantha SEARLE a , Mike J. WALKER. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018. Gartner Trends [online]. (3. october 2017), 1-24 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://brilliantdude.com/solves/content/GartnerTrends2018.pdf>

HALLERBACH, Sven, Yiqun XIA, Ulrich EBERLE a Frank KOESTER. Simulation-Based Identification of Critical Scenarios for Cooperative and Automated Vehicles. SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles [online]. 2018, 1(2), 93-106 [cit. 2021-01-12]. ISSN 2574-075X. Dostupné z: [doi:10.4271/2018-01-1066](https://doi.org/10.4271/2018-01-1066)

WIBRAND, John a Per-Johan SALTIN. From BIM to digital twins for buildings. The Swegon Blog [online]. Stockholm, 2020 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://blog.swegon.com/en/improve-your-building-systems-with-a-digital-twin>

DASKALOVA, Mariela. The 'digital twin' – a bridge between the physical and the digital world. Cobuilder [online]. 2018 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://cobuilder.com/en/the-digital-twin-a-bridge-between-the-physical-and-the-digital-world/>

TOBIAS, Michael. HOW DIGITAL TWINS CAN MAKE BUILDINGS SMARTER. New York Engineers [online]. New York, NY 10036, 2019 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.ny-engineers.com/blog/how-digital-twins-can-make-buildings-smarter>

CUNHA III, Frank. The 7 Dimensions of Building Information Modeling. I LOVE MY ARCHITECT: ARCHITECT FRANK CUNHA III, AIA [online]. 2018 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/the-7-dimensions-of-building-information-modeling/>

SHWE, Marlal. "4D BIM: The Evolution of Construction Scheduling" [online]. 18.04.2011 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/248511394/4D-BIM-the-Evolution-of-Construction-Scheduling>

BIM [online]. bimsafety.eu [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://www.bimsafety.eu/>

What is Digital Twin and how does it work? TWI Ltd [online]. Great Abington, United Kingdom [cit. 2021-01-12]. Dostupné

	<p>z: https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin</p> <p>The hazards of digital twin technology and what dangers it may pose [online]. England: Challenge Advisory, 2019 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.challenge.org/insights/digital-twin-risks/</p>	
<p>► Společné datové prostředí (CDE)</p>	<p>BibLus. BIM and construction management: the CDE (Common Data Environment) [online]. [Citace: 12.12. 2020]. Dostupné z: http://biblus.accasoftware.com/en/bim-and-construction-management-the-cde-common-data-environment/</p> <p>EU BIM Task Group. 2017. „Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector“. EU BIM Task Group, Co-funded by European Union.</p> <p>Koncepce BIM [online]. 2020: Česká agentura pro standardizaci, 2020 [Citace: 11.12.2020]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/</p> <p>MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Koncepce zavádění metody BIM v České republice [koncepce]. www.mpo.cz, 2017, [Citace: 15. 12. 2020]. 49 s. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf</p> <p>Společné datové prostředí – Přehled atributů pro výběr Společné datové prostředí (CDE) zavedení a využívání v organizaci veřejného zadavatele (oba dostupné z www.koncepcebim.cz)</p>	
<p>► BIM a řízení kvality</p>	<p>FRIDRICH, Jan a kolektiv autorů. BIM a jeho implementace v oblasti požárního rizika. 24. 3. 2014. Dostupný z: https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/11000-bim-a-jeho-implementace-v-oblasti-pozarniho-rizika</p> <p>ČSN EN ISO 9000:2016: Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník. 2016.</p> <p>Digital Competence Framework for Citizens, Digital Competence Framework 2.0, European Commission, EU SCIENCE HUB. Dostupné online z: https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework</p>	

	<p>Rámcově přeloženo do ČJ, Dřímalka, F. a kol., Základní přehled digitálních dovedností. Dostupný online z: https://drimalka.com/blog/</p>	
<p>SW aplikace používané pro projektování v BIM</p>	<p>ISO 16739-1:2018, "Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries" International Organization for Standardization, 2018, dostupné z: https://www.iso.org/standard/70303.html</p> <p>IFC Rail Project. BuildingSMART [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: https://www.buildingsmart.org/standards/rooms/railway/ifc-rail-project/</p> <p>IFC Road. BuildingSMART [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: https://www.buildingsmart.org/standards/calls-for-participation/ifc-road/</p> <p>https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations/</p> <p>REVIT ve stavební praxi, Lukáš Cimala a kol. https://issuu.com/oktaedr/docs/oktaedr_revit_ve_stavebni_praxi</p>	
<p>Drony a 3D scannery při práci s metodou BIM</p>	<p>Štroner, M., Pospíšil, J., Koska, B., Křemen, T. a Urban R., 3D skenovací systémy, ČVUT v Praze, Praha, 2013</p> <p>Prušková, K., Dědič, M.; Kaiser, J., "Possibilities of Using Modern Technologies and Creation of the Current Project Documentation Leading to the Optimal Management of the Building for Sustainable Development," Central Europe towards Sustainable Building (CESB19), 2019.</p> <p>Dědič M., 3D scanning and analysis of acquired data of historically and culturally significant objects referring to the work of Adalbert Stifter, MATEC Web Conf., České Budějovice, Czech Republic, vol. 279, article number 01014, 2019.</p> <p>Dědič M., Evaluation of the processes of creating a project documentation of an existing building using a 3D scanner, SGEM, Sofia, vol. 279, sv. 19, čís. 2.2, 2019.</p> <p>Dědič M., Digital model of an existing building a wild riverbed in Tokio, MATEC Web Conf., České Budějovice, Czech Republic – to be published in 2021</p>	

<p>▶ BIM v kontextu virtuální a rozšířené reality</p>	<p>PILNÝ Ondřej, REMEŠ Josef, GOTTVALDOVÁ Jana, JUN David, PILNÝ Petr, Virtuální realita ve stavební praxi, Ústav automatizace inženýrských úloh, Fakulta stavební VUT v Brně, 2020. Dostupné online https://issuu.com/fast.aiu/docs/vr_ve_stavebni_praxi</p>	
<p>▶ Návaznost BIM a CAFM pro stavbu ve fázi užívání</p>	<p>KUDA F., BERÁNKOVÁ E., SOUKUP P., Facility management v kostce pro profesionály i laiky</p> <p>WERNEROVÁ, Eva, František KUDA a Michal FALTEJSEK. Zavádění BIM u existujících staveb. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4238-7.</p> <p>KUDA, František, Václav BERAN, Petr DLASK a Eva WERNEROVÁ. Management ekonomiky správy majetku. Průhonice: Professional Publishing, 2018. ISBN 978-80-88260-03-5.</p>	

4 MATICE ZNALOSTÍ A DOVEDNOSTÍ

Matice znalostí a dovedností je syntézou výše uvedených oblastí znalostí a stupňů dovedností. Jejím cílem je prostřednictvím jednoduchého nástroje přesněji definovat

- ▶ 1/ požadavky na profil uchazeče o odborné BIM pracovní pozice
- ▶ 2/ profil absolventů jednotlivých vysokoškolských studijních programů
- ▶ 3/ profil absolventů středoškolských studijních programů
- ▶ 4/ ...

Např.:

Úroveň dovedností v dané oblasti	1. stupeň	2. stupeň	3. stupeň	4. stupeň	5. stupeň
Definice pojmu BIM, historie, vývoj, oblast uplatnění.					
Terminologie, terminologický slovník BIM					
Standards a technické normy BIM v ČR i v zahraničí					
Digitální transformace, BIM a řízení změny ve stavebnictví					
Klasifikace dat: elektronická, digitální, strojově čitelná					
Role BIM v digitálním vystavěném prostředí					
Kvalita dat v BIM včetně účelů užití pro jednotlivé fáze stavby					
Datový standard staveb					
Klasifikační systém(y)					
Grafické a negrafické informace, úroveň podrobnosti informačního modelu					
Management informací v průběhu životního cyklu stavby					
Cizí jazyk					
Efektivní komunikace					
Digitální dvojče stavby					
Společné datové prostředí (CDE)					
BIM a řízení kvality					
SW aplikace používané pro projektování v BIM					
Drony a 3D scannery při práci s metodou BIM					
Návaznost BIM a CAFM pro stavbu ve fázi užívání					

Absolvent SŠ stavebního zaměření s maturitou v rozsahu popsaném v RVP SOV oborů L0 A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie	
Absolvent SŠ stavebního zaměření s maturitou v rozsahu popsaném v RVP SOV oborů L0 A M–36 Stavebnictví, geodézie a kartografie + rozšíření o specifické oblasti BIM včetně základních praktických dovedností.	
Absolvent bakalářského programu vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM.	
Absolvent magisterského programu vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM.	
Absolvent doktorského programu vysokoškolského studia stavebního oboru s rozšířením o specifické oblasti BIM.	

Matice znalostí a dovedností by v budoucnosti měla být interaktivním online nástrojem, který pomůže personalistům definovat požadavky na úroveň znalostí a dovedností v oblasti BIM na uchazeče o obsazované pracovní pozice.

5 ZÁVĚR

5.1 TERMÍN UPLATNĚNÍ

Střední odborné školy musí nové RVP promítnout do svých školních vzdělávacích programů nejpozději od září 2022. Navzdory tomu že některé střední odborné školy metodu BIM do své výuky již zařadily, teprve v červnu 2026 budou všichni absolventi středních odborných škol stavebního zaměření ovládat základy metody BIM.

Vysoké školy tedy mohou počítat s uchazeči o studium, kteří ovládají základy metody BIM, od září 2026 a tomu uzpůsobit jednak požadavky pro přijímací řízení a jednak vysokoškolské studijní programy, tak aby vznikla návaznost na středoškolský stupeň znalostí a dovedností.

Plnohodnotné navazující vysokoškolské studium BIM ukončí tedy absolvent bakalářského studia v roce 2029, potažmo magisterského programu v roce 2031. Nevycházíme nicméně pouze z toho, že právě v roce 2026 budou na VŠ nastupovat studenti se znalostmi BIM. I potom budou na VŠ přicházet absolventi gymnázií bez středoškolských odborných znalostí. Je tedy možné upravit studijní programy tak, aby první absolventi se znalostmi metody BIM vycházeli z VŠ podstatně dříve.

5.2 PROFIL ABSOLVENTA

Absolvent vysoké školy stavebního zaměření bude samostatně používat metodu BIM jako prostředek pro digitalizaci stavebnictví. Pro jednotlivé fáze životního cyklu stavby bude rozlišovat typy informací a způsob jejich užití. Všude, kde to bude možné, bude aktivně využívat standardizované postupy a formáty pro výměnu informací a bude se orientovat v aspektech informačního (IMS) a digitálního modelu stavby (DIMS). V průběhu studia bude seznámen s různými nástroji podporujícími metodu BIM, jež bude aktivně využívat při práci na strukturovaném digitálním modelu. Digitální model bude využívat jako zdroj informací a pro výměnu informací bude využívat standardizovaný otevřený formát IFC. Podle dosaženého stupně vzdělání bude schopen zastávat roli autora BIM, správce informací, koordinátora BIM nebo manažera BIM jako člena projektového týmu.

5.3 BIBLIOGRAFIE

[1] Ing. Petr Matějka, Ph.D. a kolektiv autorů, Zpráva o aktuálním stavu výuky na jednotlivých VŠ, „BIM EDU Report“ (online), ČAS, 2020. Dostupné z www.koncepcebim.cz.

[2] Ing. Pavel Pour, BIM a aktualizace Rámcových vzdělávacích programů (RVP) k 1. 9. 2020 [online]. ČAS, 2020. Dostupné z www.koncepcebim.cz.

[3] Standardy, metodiky a podpůrné dokumenty vydané Českou agenturou pro standardizaci

[4] Evropský rámec kvalifikací (EQF), Úrovně kvalifikací, (online). dostupné z <http://www.nuv.cz/eqf/urovne-kvalifikaci>

6 PŘÍLOHY

V následující části Vám nabízíme přehled článků, které připravili členové týmu BIM EDU za účelem popisu obsahu studia vysokých škol stavebního zaměření v oborech, jež souvisejí s oblastí BIM. Níže uvedené texty tedy nepředstavují stanovisko Agentury ČAS, nýbrž výhradně názory jednotlivých autorů.

Články mají za cíl vytvořit základnu pro diskusi se zástupci soukromého sektoru a vyhodnotit dostatečnost nebo nedostatečnost náplně studia ve vztahu k požadavkům, které na budoucí absolventy bude stavební praxe klást.

6.1 Požadavky na úroveň znalostí absolventů středních škol – Profil absolventa na vstupu na VŠ

Ing. Pavel Pour

6.1.1 RÁMCOVÉ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (RVP)

Rámcové vzdělávací programy (RVP) tvoří obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů škol všech oborů vzdělání v předškolním, základním, základním uměleckém, jazykovém a středním vzdělávání. Do vzdělávání v České republice byly zavedeny zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon).

Rámcové vzdělávací programy stanoví zejména:

- konkrétní cíle, formy, délku a povinný obsah vzdělávání, a to všeobecného a odborného podle zaměření daného oboru vzdělání, jeho organizační uspořádání, profesní profil, podmínky průběhu a ukončování vzdělávání a zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů
- podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a nezbytné materiální, personální a organizační podmínky a podmínky bezpečnosti a ochrany zdraví.

Rámcové vzdělávací programy musí odpovídat nejnovějším poznatkům:

- vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat, a
- pedagogiky a psychologie o účinných metodách a organizačním uspořádání vzdělávání přiměřeně věku a rozvoji vzdělávaného.

Rámcové vzdělávací programy vydává ministerstvo školství po projednání s příslušnými ministerstvy.

Na základě rámcových vzdělávacích programů a pravidel v nich stanovených si jednotlivé školy vytvářejí své realizační programové dokumenty – školní vzdělávací programy.

6.1.2 ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY (ŠVP)

Školní vzdělávací program pro vzdělávání, pro nějž je vydán rámcový vzdělávací program, musí být v souladu s tímto rámcovým vzdělávacím programem.

Obsah vzdělávání může být ve školním vzdělávacím programu uspořádán do předmětů nebo jiných ucelených částí učiva (například modulů).

Školní vzdělávací program pro vzdělávání, pro nějž není vydán rámcový vzdělávací program, stanoví zejména konkrétní cíle vzdělávání, délku, formy, obsah a časový plán vzdělávání, podmínky přijímání uchazečů, průběhu a ukončování vzdělávání, včetně podmínek pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami, označení dokladu o ukončeném vzdělání, pokud bude tento doklad vydáván. Dále stanoví popis materiálních, personálních a ekonomických podmínek a podmínek bezpečnosti práce a ochrany zdraví, za nichž se vzdělávání v konkrétní škole nebo školském zařízení uskutečňuje.

Školní vzdělávací program vydává ředitel školy nebo školského zařízení.

6.1.3 VYDÁNÍ AKTUALIZOVANÝCH RVP PRO STŘEDNÍ ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy vydává Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se vydávají aktualizované rámcové vzdělávací programy oborů středního vzdělávání kategorie dosaženého vzdělání J, E, H, LO, L5, M a P stanovené v nařízení vlády č. 211/2010 Sb., o soustavě oborů vzdělání v základním, středním a vyšším odborném vzdělávání, ve znění pozdějších předpisů, a změny

rámcových vzdělávacích programů středního odborného vzdělávání v oblasti profilových zkoušek maturitní zkoušky; č.j. MSMT-31622/2020-1.

K 1. září 2020 se vydávají aktualizované rámcové vzdělávací programy středního odborného vzdělávání.

Změny rámcových vzdělávacích programů se týkají:

- 1/ Aktualizace odborné složky RVP v souladu s § 4 odst. 2 školského zákona, který ukládá, že RVP musí odpovídat nejnovějším poznatkům vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat a také z důvodu měnících se potřeb trhu práce, které jsou způsobovány digitalizací, robotizací a modernizací technologických postupů.
- 2/ Doplnění vazby na NSK (nová kapitola 3.3 Vazba na NSK), kde jsou u jednotlivých oborů vzdělání uvedeny úplné profesní kvalifikace a profesní kvalifikace, které souvisí s daným oborem vzdělání a odkazy na registr NSK (www.narodnikvalifikace.cz). Tato kapitola má školám pomoci se orientovat v NSK a motivovat je při tvorbě školních vzdělávacích programů, aby umožnily (školy nebo učitelé) žákům rozšířit znalosti o další příbuznou oblast prostřednictvím profesní kvalifikace.
- 3/ Úpravy Ekonomického vzdělávání, ve kterém došlo k zohlednění aktualizovaného standardu Finanční gramotnosti schváleného Ministerstvem financí.
- 4/ Zapracování dříve vydaných Opatření ministra do textu.
- 5/ Zrušení Národního programu vzdělávání.

Školy mají povinnost upravit školní vzdělávací programy (ve vazbě na aktualizace RVP) a zahájit podle nich vzdělávání nejpozději od 1. září 2022 počínaje prvním ročníkem.

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.

Jedná o následující obory vzdělání:

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

6.1.4 SPOLUPRÁCE AGENTURY ČAS A NÁRODNÍHO ÚSTAVU PRO VZDĚLÁVÁNÍ (NÚV)

Ve spolupráci pracovní skupiny PS05 vzdělávání a PR agentury ČAS se zástupci tehdejšího Národního ústavu pro vzdělávání (NÚV) byly připraveny podklady pro zařazení metody BIM do tehdy připravované aktualizace RVP (podzim 2018). Díky této spolupráci vznikla ucelená kapitola „metoda BIM“, uplatněná v rámci obsahových okruhů jednotlivých RVP pro obory vzdělání **Stavebnictví, Technická zařízení budov, Geodézie a katastr nemovitostí** a ve zjednodušené podobě i oboru vzdělání **Stavební materiály**. Výsledek této spolupráce ve formě zmíněné kapitoly je součástí aktualizovaných RVP vydaných k 1. 9. 2020.

Jednotlivé obory vzdělání stavebního zaměření v rámci skupiny 36 – Stavebnictví, geodézie a kartografie se samozřejmě liší. Proto je kapitola v jednotném znění „Metoda BIM“ uplatněna v oborech Stavebnictví, Technická zařízení budov, Geodézie a katastr nemovitostí. Pro obor vzdělání Stavební materiály byly použity obecné aspekty metody BIM a ve zjednodušené podobě.

Přesné znění kapitoly BIM uplatněné pro obory vzdělání Stavebnictví, Technická zařízení budov, Geodézie a katastr nemovitostí viz následující tabulka.

Výsledky vzdělávání	Učivo
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Orientuje se ve vývoji metody BIM, chápe ji a dovede s touto metodou pracovat v rámci celého životního cyklu stavby; ▶ Vysvětlí význam digitalizace a rozlišuje elektronická a digitální data; ▶ Vysvětlí pojem informační model a popíše grafické a negrafické informace informačního modelu metody BIM; ▶ Popíše roli a popíše činnosti BIM koordinátora; ▶ Čerpá potřebné informace z informačního modelu BIM a aplikuje je do praxe; ▶ pracuje alespoň s jedním softwarem podporujícím metodu BIM, pro výměnu informací používá standardizovaný otevřený formát IFC; 	<p>Metoda BIM – Building Information Management (vytváření a správa informací o stavbě)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Využití a správa informací v digitální podobě, jejich předávání a sdílení při komunikaci a stavebních procesech (BIM) ▶ Práce s informačním modelem BIM, detekce kolizí, zjišťování informací z modelu ▶ Grafické programy typu BIM pro využití při projektování staveb ▶

Tabulka 6.1/01 – Kapitola BIM obsažená ve společném obsahovém okruhu GRAFICKÁ A ESTETICKÁ PŘÍPRAVA (úplné znění kapitoly)

Právě naplnění těchto výsledků vzdělávání neboli tzv. klíčových kompetencí žáka, je základním předpokladem pro vzdělávání „digitálních stavařů“ na středních odborných školách stavebního zaměření.

Jednotlivé kompetence nejsou vázány na konkrétní předměty. Je plně v režii každé školy (prostřednictvím ŠVP), jak, kdy a kde tyto výsledky vzdělávání v rámci celého studia naplní.

6.1.5 KOMPETENCE ABSOLVENTA SŠ – PROFIL „DIGITÁLNÍHO STAVAŘE“

Jednotlivé kompetence jsou popsány z pohledu žáka. Lze je považovat za cíle, čeho by měl absolvent studia v této oblasti dosáhnout. Pro střední školy platí povinnost aplikovat tyto kompetence od 1. září 2022 počínaje 1. ročníkem. Z toho vyplývá, že níže uvedené platí pro všechny žáky, kteří úspěšně ukončí studium koncem června 2026.

6.1.6 PŘEHLED A POPIS KLÍČOVÝCH KOMPETENCÍ

- ▶ K01 – orientuje se ve vývoji metody BIM, chápe ji a dovede s touto metodou pracovat v rámci celého životního cyklu stavby

Žák chápe význam metody BIM v návaznosti na digitalizaci stavebnictví. Orientuje se ve vývoji metody BIM u nás i v zahraničí. Zná výhody metody a identifikuje její rizika. Rozlišuje jednotlivé etapy stavebního projektu a fáze životního cyklu včetně rozložení nákladů na jednotlivé fáze.

Zde je třeba počítat s faktem, že se většina škol se prakticky zabývá pouze fází návrhovou a realizační. Provozní fáze je tak opomíjena.

► K02 – vysvětlí význam digitalizace a rozlišuje elektronická a digitální data

Žák chápe obecný význam digitalizace, nutnost digitalizace stavebnictví a návaznosti na jiná odvětví. Zná příklady digitalizace z pohledu celého životního cyklu stavby. Rozlišuje formu elektronických a digitálních dat. Chápe význam digitálních dat ve stavebnictví a rozumí pojmu strojově čitelná data.

► K03 – vysvětlí pojem informační model a popíše grafické a negrafické informace informačního modelu metody BIM

Žák rozumí pojmu informační model (IMS) a digitální model stavby (DIMS) a chápe výhody použití a návaznosti na celý životní cyklus. Chápe význam standardizace a uplatnění datových standardů. Rozumí pojmu úroveň podrobnosti digitálního modelu a rozlišuje grafické a negrafické informace včetně konkrétních příkladů a jejich užití.

► K04 – popíše roli a popíše činnosti BIM koordinátora;

Žák rozlišuje roli Manažer/ka BIM a Koordinátor/ka BIM. Dokáže vysvětlit roli Koordinátora BIM, jakožto člena projektového týmu a popsat činnosti, které představitel/ka dané role zpravidla vykonává. Orientuje se a rozumí významu základních dokumentů/metodik, které jsou pro uplatňování metody BIM klíčové (BIM protokol, příloha BEP).

► K05 – čerpá potřebné informace z informačního modelu BIM a aplikuje je do praxe

Žák umí používat a prohlížet informační model a čerpá potřebné informace z modelu. Rozumí významu informací, jejich užití a přínos v praxi. Využívá model nad rámec zažitého vytvoření architektonického modelu a z něj odvozené výkresové dokumentace čili model jako zdroj informací, a to minimálně pro výkazy množství a prostorovou koordinaci (detekce kolizí).

► K06 – pracuje alespoň s jedním softwarem podporujícím metodu BIM, pro výměnu informací používá standardizovaný otevřený formát IFC;

Žák pracuje s nástrojem podporujícím metodu BIM. Umí vytvořit strukturovaný digitální model stavby a chápe základní principy uplatnění informační hodnoty modelu. Uplatňuje základní principy standardizace čili klasifikací prvků a datové standardy. Pro výměnu informací používá standardizovaný otevřený formát IFC. Rozlišuje výhody otevřeného formátu obecně, otevřeného formátu IFC a zná zdroj specifikující formát IFC. Rozlišuje příklady formátu IFC v návaznosti na jednotlivé činnosti a fáze životního cyklu stavby. Vnímá IFC jako zdroj informací, nikoli jen jako formu výstupu 3D modelu.

6.1.7 ZÁVĚR

Absolvent střední školy stavebního zaměření by měl používat metodu BIM jako prostředek pro digitalizaci stavebnictví. Bude rozlišovat typy informací a jejich užití v rámci celého životního cyklu stavby. Bude schopen zastávat roli Koordinátora BIM, jako člena projektového týmu. Bude se orientovat v aspektech informačního modelu (IMS) a digitálního modelu stavby (DIMS) a bude seznámen s nutností standardizace pro výměnu informací. V průběhu studia by se měl seznámit s nástrojem podporující metodu BIM a s tímto nástrojem aktivně metodicky pracovat na strukturovaném digitálním modelu. Digitální model využívá jako zdroj informací a pro výměnu informací využívá standardizovaný otevřený formát IFC.

Výše popsanými kompetencemi budou v budoucnu disponovat všichni absolventi středních škol stavebního zaměření, a to nejpozději v polovině roku 2026. Nicméně některé školy již nyní zařazují dílčí aspekty metody BIM do své výuky nebo je dokonce již aktivně vyučují.

6.1.8 BIBLIOGRAFIE

[1] Rámcové vzdělávací programy, Národní pedagogický institut České republiky (dříve Národní ústav pro vzdělávání) [online]. [cit. 25.01.2021]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp>

[2] 36 Stavebnictví, geodézie a kartografie | edu.cz. Edu.cz - Jednotný portál vzdělávání [online]. 2020 [cit. 25.01.2021]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp/ramcove-vzdelavaci-programy-stredniho-odborneho-vzdelavani-rvp-sov/obory-l-a-m/36-stavebnictvi-geodezie-a-kartografie/>

[3] POUR, Pavel. BIM a aktualizace Rámcových vzdělávacích programů (RVP) k 1. 9. 2020 [online]. ČAS, 2020 [cit. 25.01.2021]. Dostupné z https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/BIM%20a%20aktualizace%20R%C3%A1mcov%C3%BDch%20vzd%C4%9BI%C3%A1vac%C3%ADch%20program%C5%AF%20%28RVP%29%20k%201.%209.%202020_Agentura%20%C4%8CAS.pdf

[3] POUR, Pavel a kolektiv autorů. Metodika pro SPŠ stavební – základní pohled [online]. ČAS, 2019 [cit. 25.01.2021]. ČAS-P05-V32a-E3-R01_004 Dostupné z https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/Methodika%20pro%20SP%C5%A0%20stavebn%C3%AD%20-%20z%C3%A1kladn%C3%AD%20pohled_Agentura_%C4%8CAS.pdf

6.2 Otevřeně o krizi mentálního zdraví ve stavebnictví

Ing. Kristýna Prušková

6.2.1 ÚVODEM

Na krizi mentálního zdraví ve stavebnictví můžeme pohlížet z různých úhlů, pozic a fází. Vzhledem k aktuálnímu procesu implementace metody BIM do (nejen) českého stavebnictví se setkáváme převážně se strachem z nového a moderního přístupu, který je však v digitální době 21. století nezbytný. Krize mentálního zdraví dopadá na veškeré osoby podílející se na výstavbovém procesu, a to nejen ve stavební sféře. Počínaje studenty středních a vysokých škol, přes jejich vyučující, konče samozřejmě v praxi, od dotčených orgánů státní správy napříč celým životním cyklem stavby od návrhu přes realizaci, provozování a údržbu a případné odstranění stavby.

S čím je krize nejvíce spjata? Jedná se především o strach z neznámého. Pojem BIM už je v českém stavebnictví velice rozšířený. Jeho znalosti však začínají u „třípísmenné zkratky, která značí nějaký nový způsob“, přes „digitalizaci stavebnictví v rámci Průmyslu 4.0, potažmo Stavebnictví 4.0“, až k IT jádru celé záležitosti. Pro někoho BIM = 3D model, pro jiné software umožňující vytvoření digitálního informačního modelu – BIM (ArchiCAD, Revit, atp.)

Jak už samotná definice BIM napovídá: „BIM je organizovaný přístup ke sběru a využití informací napříč projektem. Ve středu tohoto úsilí leží digitální model obsahující grafické a popisné informace o designu, konstrukcích a údržbě objektů.“ [1], jedná se o organizovaný přístup. Organizaci takového přístupu je třeba správně nastavit a řídit.

6.2.2 NEVĚDOMOST

Krize mentálního zdraví je v různých vrstvách „stavební společnosti“ poněkud odlišná. Vše však většinou vyplývá z nevědomosti. Pro mnohé, kteří jsou blíže seznámeni s pojmem BIM, se metoda může jevit jako nový proces, který připraví mnohé o práci. Od BIM modelu se totiž očekává velká míra automatizace: výkazy výměr, rozpočtování, hlášení kolizí profesí, statické výpočty, energetické výpočty atp. Realita je však o kousek jinde....

6.2.3 CO PRO STAVEBNÍ SPOLEČNOST ZNAMENÁ BIM?

BIM, jakožto informační model budovy, je stejně jako doposud klasická projektová dokumentace cílem úsilí účastníků životního cyklu stavby. Doposud byla idea architekta v architektonické studii projektu dále rozvíjena a podrobněji zpracována projektanty a dalšími profesemi v další vyšší stupně projektové dokumentace především ve 2D formě výkresů, textů a tabulek dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., vyhláška o dokumentaci staveb. Účastníci životního cyklu zůstávají, objem práce neubývá, mění se však podstatně způsob, jakým je vykonávána. Těžiště práce je soustředěno na detailní zpracování digitálního modelu stavby z důvodu minimalizace rizika ztráty informací a eliminace chyb v dalších fázích životního cyklu stavby, především během realizace a provozu. BIM model nám nabízí možnost jakési automatizace, která při 2D (ale i 3D!) řešení projektové dokumentace nebyla možná. Avšak i přes to BIM software vyžaduje uživatelskou kontrolu a vysokou odbornost jednotlivých účastníků.

Implementace metody BIM tedy společnost vystavuje významnému milníku – change managementu práce jako takové.

6.2.4 KOMUNIKACE

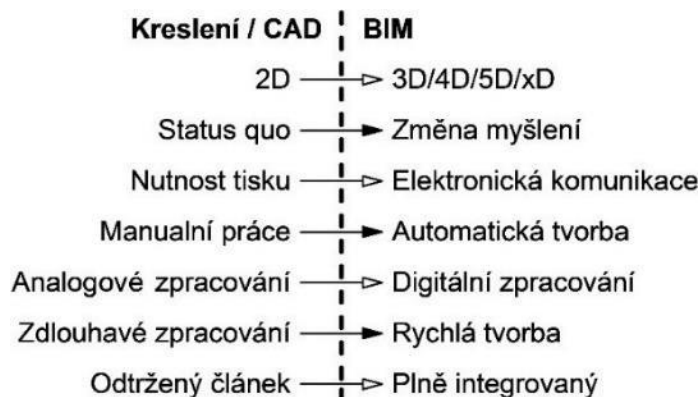
Veškerou odpovědnost za přenos a sdílení informací doposud nesl lidský faktor, bez jakýchkoliv automatizovaných procesů či užití efektivních nástrojů. Jednoduše řečeno, veškeré předávání informací záviselo na klasické mezilidské komunikaci a porozumění.

„Největším problémem komunikace je iluze, že jí bylo dosaženo.“ G.B.Shaw

Proces komunikace je popsán následovně: myšlenka -> kódování -> předání -> přenos -> příjem -> dekódování -> myšlenka -> zpětná vazba. [2] Mezi těmito jednotlivými kroky může často dojít k šumu/chybě, která se poté (obdobně jako při dětské hře „Tichá pošta“) nese celým procesem dále a často se její důsledek objeví až v jeho konečné části, kdy se sebou nese již nemalé úsilí / finance / čas k odstranění takového důsledku.

„Metoda BIM je postavena na spolupráci jednotlivých stavebních procesů. Pokud by jeden z článků těchto procesů odmítl sdílet jím vytvořené informace, pak tato metoda fungovat nebude.“ [3]

6.2.5 ODLIŠNOST UŽITÍ 2D A BIM



OBR 6.2/01 - ODLIŠNOST PRÁCE V CAD A BIM [4]

Odlíšnost znázorněná na výše uvedeném obrázku jasně představuje změny, které metodika BIM přináší. Na šipkách znázorňujících přeměnu však leží veliký otazník – JAK? Tento otazník představuje zdroj nejistoty a stresu.

6.2.6 CHANGE MANAGEMENT

Při přechodu z tradičního způsobu řešení etap životního cyklu stavby na novou metodu BIM je třeba, aby veškeré procesy mezi účastníky životního cyklu stavby prošly méně či více výraznými změnami. Pro efektivní zavedení těchto změn musí dojít k jejich řádnému řízení, tedy change managementu. Řízeně se tedy mění přístup k samotné přípravě, realizaci i facility managementu, ale také přístup k jednotlivým účastníkům, celým týmům a také organizacím.

Jakákoliv významná transformace představuje pro lidi problémy. Vedení je třeba posílit, změny se pracovní náplně jednotlivých účastníků, je třeba u nich rozvíjet nové dovednosti a schopnosti, mohou se měnit nebo přibývat kompetence, které doposud nebyly třeba. To vše může vést k vysoké míře nejistoty. Nízká informovanost o problematice tuto nejistotu zvyšuje a může vést ke zpochybňování vize samotných změn, tedy zavádění metodiky BIM.

6.2.7 AKTUÁLNĚ VNÍMANÉ BARIÉRY V ZAVEDENÍ METODIKY BIM

Nemalá část praxe, především z oblasti menších zakázek, se v tuto chvíli staví k přijetí metodiky BIM velmi váhavě, až odmítavě. Důvodem je především neochota učit se novému způsobu, v nových softwarech a měnit „zajatá pravidla“, ale také vysoké pořizovací náklady na HW i SW umožňující práci v BIM.

Krise může také nastat v tom, že způsoby nahlížení na data o stavbě a práce s nimi moc neumíme uchopit – prosazujeme ten přístup, který je nám osobně sympatičtější. Nerozhodujeme se základě objektivních kritérií, která se samozřejmě těžko definují, a ještě hůře měří.

Úkolem vzdělávacích institucí je v tuto chvíli studenty učit novým způsobům, tedy užívání metody BIM a přizpůsobit k tomu výukové osnovy napříč celým stavebnictvím. Společně s praxí je nutné odstranit bariéry pozitivního přijetí BIM, zlepšit informovanost a zvýšit počet praktických ukázek užití BIM.

Vyzrajeme tím totiž na jinou krizi, a sice komplikace související s neustálými změnami v průběhu realizace a s vyrovnáváním se s důsledky těchto změn, ať už finančními, časovými nebo kapacitními. BIM nám umožní reflektovat potenciální změny již ve virtuální podobě stavby a nechtěným důsledkům tak předcházet. Umožní nám omezit výskyt kolizí při výstavbě, identifikovat potenciálně nebezpečná místa z hlediska BOZP a požární ochrany, simulovat provozní operace, a tak správně rozložit investiční náklady. BIM nám umožní snížit stresové faktory související s výstavbovými projekty a tím snad přispět k celkovému zlepšení mentálního zdraví ve stavebnictví.

6.2.8 CO BY MĚL ABSOLVENT OVLÁDAT PRO BUDOUCÍ PRÁCI S METODOU BIM?

Klíčová je schopnost týmové práce. K tomu patří zodpovědnost za důsledné plnění dílčích úkolů a možnost spolehout se na ostatní. Práce s metodou BIM je reprezentována především efektivní komunikací, tedy „společným jazykem“, přesným zpracováním a zvyšováním spolehlivosti / vysokou spolehlivostí sdílených dat.

6.2.9 BIBLIOGRAFIE

[1] STRATEGY PAPER for the Government Construction Client Group From the BIM Industry Working Group.

A report for the Government Construction Client Group. 2011. Dostupný z:

<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIMstrategy-Report.pdf>

[2] POKORNÁ, Dana, SEDLÁČKOVÁ, Vladimíra. Komunikace v praxi. Výukový text. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, 2010. 64 s. ISBN 978-80-87240-54-0

[3] FRIDRICH, Jan a kolektiv autorů. BIM a jeho implementace v oblasti požárního rizika. 24. 3. 2014. Dostupný z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/11000-bim-a-jeho-implementace-v-oblasti-pozarniho-rizika>

[4] DEUTSCH, Randy. BIM and integrated design: strategies for architectural practice. 1st ed. Hoboken, N. J: Wiley, 2011. ISBN 04-705-7251-5

6.3 BIM a práce s chybou ve výuce a praxi

Josef Remeš, Ing. Jana Gottvaldová Ph.D., Ing. Ondřej Pilný

6.3.1 ÚVOD

Chyba je v kontextu výuky, stavebnictví i jiných odvětvích synonymem pro selhání jedince, pro něco špatného a závadného. Článek, který čtete, se věnuje tématu chyby ve vzdělávacím procesu, stavebnictví a BIM.


Vycházíme-li z toho, jak popisuje chybu odborná literatura, nabízí se nám dvě definice:

- 1/ „Chyba v obecném smyslu představuje nepřípustnou odchylku od stanoveného výsledku doprovázenou špatným užitím prostředků na cestě k němu. Je odhalována hodnocením, tj. srovnáváním kvalit, jehož předmětem je cíl (co mělo být dosaženo), anebo prostředek nějaké činnosti (jak se mělo dospět k výsledku).“
- 2/ „Chybu lze také charakterizovat jako odchýlení od předepsané výkonové normy či od řešení, které vede k cíli v procesu učení; případně jde o řešení, které vede k cíli oklikou, s příliš velkými ztrátami“.



Zná to asi každý z nás, z dob, kdy jsme od rodičů slyšovali větu „Hlavně neudělej chybu.“. Tato nevinná věta se postupně etablovala nejen vlivem výchovy, ale i reakcí, neboť po chybě následoval obvykle trest, trapná situace či opovržení skupinou osob, která chybu v daném případě či situaci případně neučinila. Je s podivem, jak tento přístup může později svazovat myšlení jedince v jednání, projevu či schopnosti řešit problémy v osobní nebo odborné rovině.

Důsledek tohoto přístupu lze pozorovat i ve školním systému nebo na některých setkáních odborné veřejnosti. Při položení otevřené otázky, jak by problém řešili ostatní zúčastnění, nebo při dotazování se na názor obecnostva, se tazatelé málokdy dostane odpovědi či projevení názoru. Nikdo nechce udělat chybu, nikdo se nechce ztrapnit před ostatními, proto v sálu mnohdy zazní jen tichá pomlka a přednášející naváže způsobem, kdy si zkusí odpovědět sám.


	<p>Pohled na chyby očima osobností</p> <p>„Největší chybu, kterou v životě můžete udělat, je mít pořád strach, že nějakou uděláte.“ Elbert Hubbard (americký spisovatel a filozof)</p> <p>„Expert je člověk, který již udělal všechny chyby, jichž se lze vůbec dopustit, na velmi úzkém poli.“ Niels Bohr (dánský myslitel, filantrop a vědec působící především v oblasti atomové a jaderné fyziky)</p>
---	--

Přitom existuje i druhá strana mince v podobě pořekadla „Chybovat je lidské.“, „Chybami se člověk učí.“, „Žádný učený z nebe nespádl.“. K výše uvedenému je nutno dodat, že chybovat je nejen lidské, ale i prospěšné. Čím dříve si to uvědomíme a budeme si umět chyby přiznat a poučit se z nich, tím více tato schopnost prospěje jak nám, tak i týmu, jehož jsme na projektu součástí.

6.3.2 CHYBY A ZPĚTNÁ VAZBA

Mezi jednotlivými chybami je třeba rozlišovat, neboť přístup nás jako jedinců k chybám není předem dán a lze jej postupně rozvíjet. Ne každá chyba je prospěšná pro náš kognitivní rozvoj, proto je rozlišujeme na prospěšné a neprospěšné, tj. chyby, ze kterých lze získat minimum poznatků do budoucna.

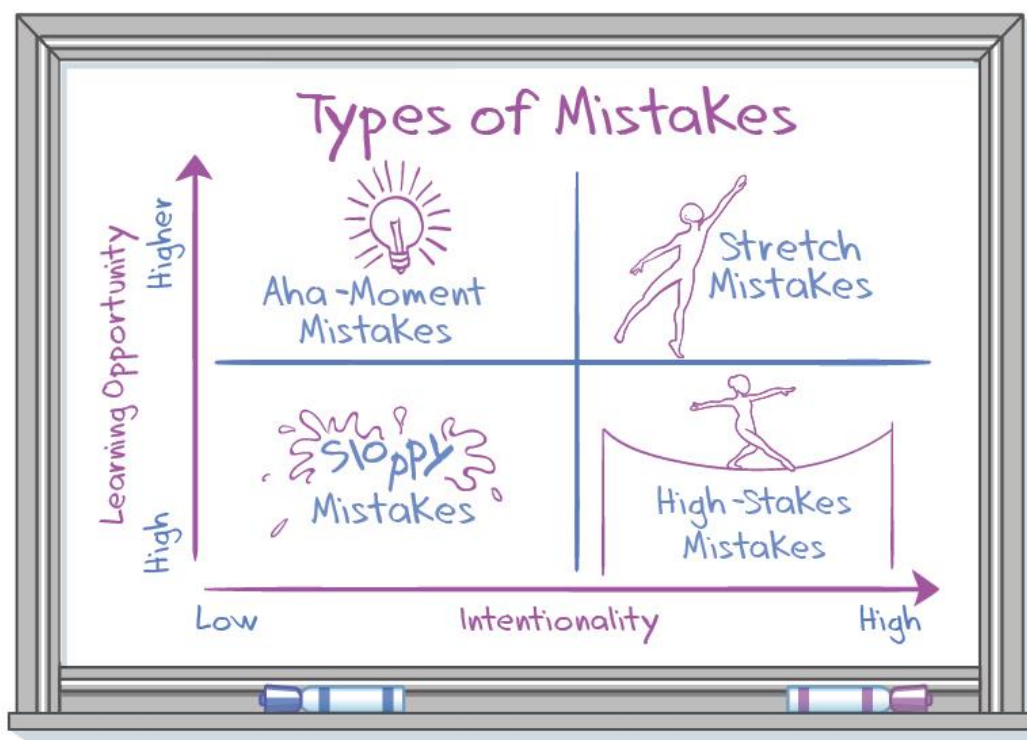
Dle své povahy a důsledku je třeba k chybám přistoupit např. formou uvědomělé sebereflexe, či stanovení případné závažnosti následků, kdy v případě rizika chyby eliminujeme míru riskantního, odvážnějšího řešení.

	<p>Chyby a Google</p> <p>Umět přiznat si chybu je klíčové nejenom pro nás jako jedince, ale i pro tým. Příkladem je např. společnost Google, která na základě průzkumu došla k závěru, že týmy, kde je chyba vítaným prvkem, dosahují mnohem lepších výsledků a inovativnějších řešení než týmy, kde je chyba nepřipustná.</p>
---	---

Pokud bychom měli přístup k chybám zobecnit, je potřeba vést studenty či členy v týmu tak, aby měli pozitivní vztah k chybám, posilovat v nich sebereflexi a touhu zkoušet nové způsoby řešení.

6.3.2.1 DRUHY CHYB

Níže v tabulce je přehled druhů chyb dle Eduarda Briceña, spoluzakladatele a ředitele společnosti Mindsetworks.



Source: Mindset Works (www.mindsetworks.com)



Obr 6.3/01 - Klasifikace chyb podle Briceña

Druh chyby	Dopad	Popis
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chyby z nadsazení (Stretch mistakes) 	prospěšná	Nastává, pokud se pokoušíme rozšířit znalosti nad rámec našich současných schopností.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prozření (Aha-moment mistakes) 	prospěšná	Dosáhneme cíle s dodatečným zjištěním, že řešení bylo z nedostatku znalostí nesprávné, avšak uvědomili jsme si příčinu chyby.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lajdácké chyby (Sloppy mistakes) 	neprospěšná	Vzniká při činnosti, kterou již ovládáme, např. vlivem nepozornosti, únavy.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rozhodné chyby (High-stakes mistakes) 	neprospěšná	Chyba s fatálním následkem.

Tab 6.3/01 - Klasifikace chyb podle Briceña

6.3.2.2 OBECNÉ PŘÍKLADY CHYB

- Chyby z nadsazení ... Snaha o rozšíření znalostí nad rámec našich schopností.
- Prozření ... Hašení požáru alkoholem namísto vodou.
- Lajdácké chyby ... Chyba způsobená únavou nebo rozptýlením.
- Rozhodné chyby ... Přijímací zkoušky na vysokou školu.

6.3.2.3 ZPĚTNÁ VAZBA

Při práci s chybou je klíčová zpětná vazba, kdy záleží nejen na způsobu, jakým je zpětná vazba dáována, ale i na načasování, tzn., zda je zpětná vazba okamžitá nebo opožděná. Nejčastěji je preferována okamžitá zpětná vazba, která nedovolí se ubírat po nesprávné cestě. Na základě výzkumů (Craig Roberts, Karin Foerde, Daphna Shohamy) se však zjistilo, že zatímco u okamžité zpětné vazby se jedná o proces memorizace, u odložené vazby docházelo k zapojení jiné části mozku a lepšímu budování struktur poznatků, které by vedlo k tzv. smysluplnému učení. Tento druh učení je založen na pochopení celého konceptu namísto pouhého zapamatování informací.

Nelze jednoznačně říct, která ze zpětných vazeb je nejlepší, neb její dopad závisí i na míře pozornosti osoby, která zpětnou vazbu přijímá. A např. v případě odložené zpětné vazby se může stát, že osoba o zpětnou vazbu přestane mít zájem. Je však dobré uvědomit si rozdílný efekt obou variant a vhodně je v praxi použít.

6.3.3 PRÁCE S CHYBOU

6.3.3.1 PRÁCE S BIM A CHYBOU VE VÝUCE

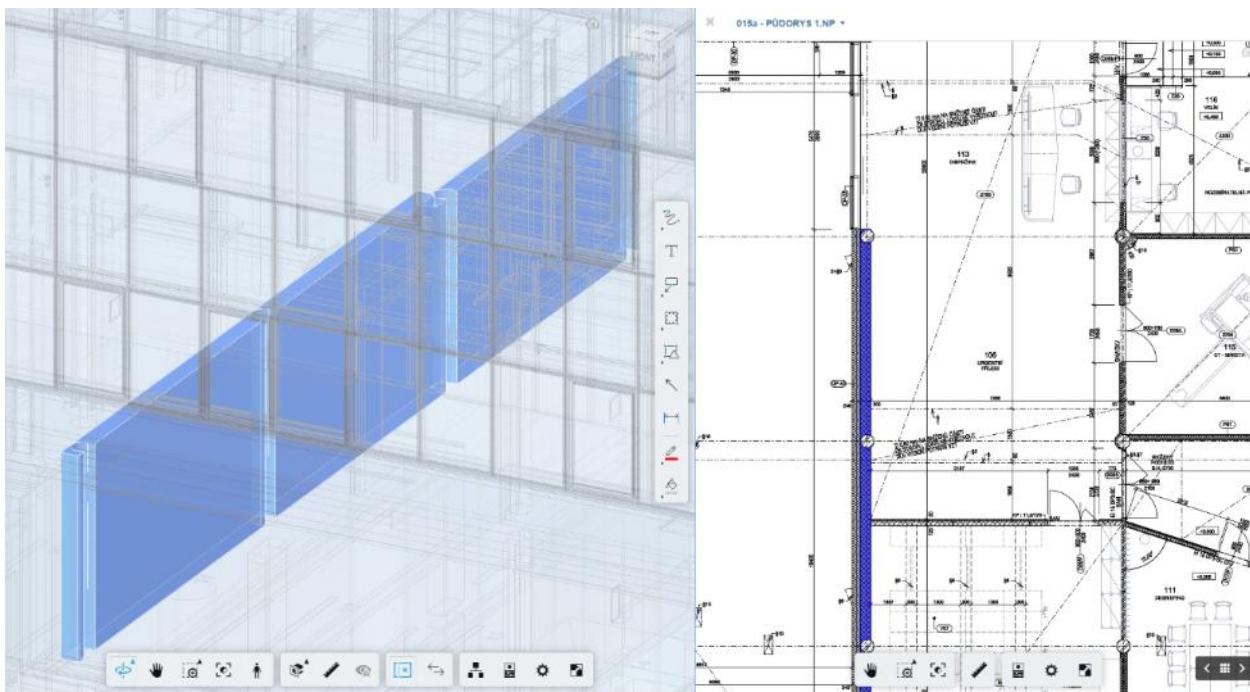
Metoda BIM je sice do učebních osnov vysokých škol zařazena již nějaký ten čas, avšak tím, jak se dynamicky vyvíjí technologie a vznikají nové standardy, ji lze stále považovat za relativně „mladou“ disciplínu a zkušenosti z praktického nasazení se do ní nepromítly tak jako u ostatních předmětů. Výhodou je, že tím, že BIM je „nová“ disciplína, lze v ní užít i řadu nových výukových metod, které doposud nebyly možné.

Za nové metody, kde lze uplatnit princip práce s chybou a jež BIM podporuje, lze považovat např. týmový projekt a použití CDE. Díky nim si mohou studenti vyzkoušet práci více osob na jednom projektu, osvojit praktické dovednosti vedení a práce v týmu, reakci na chyby vlastní i druhých, vzájemnou součinnost a koordinaci aktivit, komunikaci a řešení multioborových problémů.

6.3.3.2 PRÁCE S CHYBOU PŘI ADAPTACI NEBO POUŽÍVÁNÍ BIM

Implementace BIM v procesu výuky a pracovního prostředí skýtá velkou výhodu v tom, že díky xD prostorům, geometrickým a logickým vazbám lze lépe vizualizovat souvislosti mezi jednotlivými prvky stavby. Díky tomu dochází k snadnějšímu pochopení souvislosti a křivka učení (Learning Curve) je tak strmější. Lze tedy konstatovat, že se díky užití BIM mohou absolventi, noví zaměstnanci ve vybraných odvětvích, rychleji adaptovat a snížit tak riziko tvorby chyb v projektu. V mnoha oblastech stavebnictví i BIM je potřeba nabýt zkušenosti, které pak lze vhodným přístupem k práci s chybou implementovat a nastavit si prostředí v projektu tak, aby se dosahovalo při práci méně chyb.

Další výhodou BIM je eliminace chyb v důsledku chybné komunikace. Interpretace různých požadavků a komunikační toky napříč jednotlivými profesemi mohou zejména ze začátku činit problémy nejen absolventům, ale i zkušeným odborníkům. Díky jednoznačnosti komunikace s využitím CDE, provázanosti prvků pomocí vazeb a parametrů lze snadněji pochopit podstatu problému a ten pak následně vyřešit.



Obr 6.3/02 - Ukázka zobrazení BIM modelu v CDE nástroji

Je nutno dodat, že BIM technologie nabízí pokročilé možnosti (hledání kolizí, kontrola duplicit apod.) jak chyby odhalovat, avšak sebelepší nástroj je pouze tak silný a efektivní, jak silné jsou schopnosti těch, kteří jej používají. Je nutné tedy zmínit, že stejně jak může být díky použití BIM chyba snadněji identifikována a eliminována, tak při nedůslednosti a nevhodném užití může být chyba replikována v několikanásobně větším rozsahu nebo může mít širší dopad. Proto je nezbytné věnovat při přechodu na BIM dostatečnou pozornost postupné adaptaci technologie a procesu change managementu v kontextu interních i externích procesů.

6.3.4 CHYBY A BIM

Příklady chyb a jak s nimi lze pracovat v návaznosti na metodu BIM.

6.3.4.1 CHYBY Z NADSAZENÍ

Zadavatel požaduje zpracování projektu metodou BIM, kde je definována vysoká míra podrobnosti (LOD, LOI) a pokročilé užití BIM modelu.

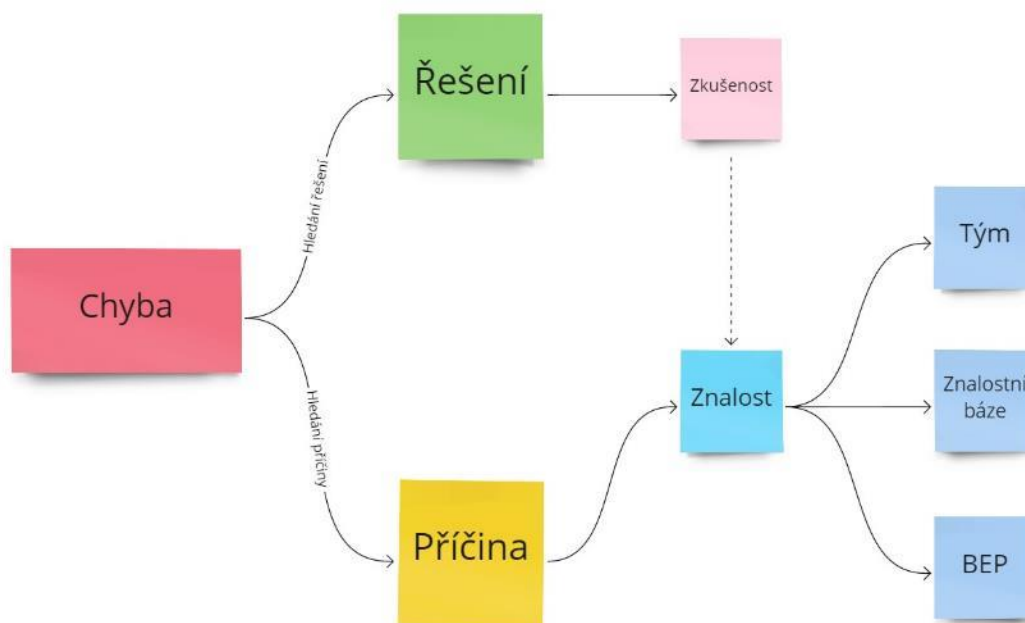
Doporučení: Před přijetím zakázky na projekt BIM o rozsahu, kde si nejste jisti tím, zdali jste schopni zvládnout náročnost projektu, je vhodné do požadavků zasvětit spolupracovníky a spolupracující profese, kteří mají s BIM zkušenosti, vyhodnotit možná rizika a provést např.:

- ▶ inventarizaci prvků a symbolů pro BIM, které používáte při tvorbě projektu pro jednotlivé profese (obsah, podrobnost),
- ▶ analýzu kapacit týmu a potřebných profesí,
- ▶ vyčleňte dostatečnou kapacitu pro osobu, která bude mít na starosti management BIM, koordinaci projektu (není doporučeno přiřadit tuto roli hlavnímu inženýrovi projektu).

6.3.4.2 PROZŘENÍ

Použití nevhodné technologie, software či postupů k vytvoření BIM modelu, kdy objednatel obdrží požadovaný výstup, ovšem jeho užitná hodnota bude vlivem nevhodně zvolených technologií nižší.

Doporučení: Průběžně si zapisujte problémy, příčiny a jejich možná řešení tak, aby znalost nezůstávala pouze u konkrétních osob, které zkušenost nabyly, ale aby mohla být sdílena napříč týmem. Tato znalostní báze může pak být podkladem pro vytvoření standardů a postupů, na které se budete odkazovat při tvorbě realizačního plánu BIM (BEP).



Obr 6.3/03 - Práce s chybou, její zpracování a záznam

6.3.4.3 LAJDÁCKÉ CHYBY

Nedostatečná technická kontrola, překlepy při zadávání hodnot parametrů. Absence BIM managementu a kontrola výstupů se děje pouze na úrovni výkresové dokumentace.

Doporučení:

Pro kontrolu projektů s využitím BIM vyčleňte osobu, která bude mít odpovídající kompetence a časový prostor pro vykonávání této činnosti.

Zautomatizujte proces kontroly.

6.3.4.4 ROZHODNÉ CHYBY

Zpracování komplexního projektu s využitím BIM, kde je kladen vysoký nárok na míru integrace a konzistenci dat, v situaci, kdy doposud byla zkušenost s BIM nulová. Tzn. volba projektu, jehož zpracování je rozsahem mimo časové i odborné znalosti zpracovatele.

Doporučení: Nečekejte na to, až BIM projekt (zakázka) s požadavkem na využití BIM přijde za vámi, ale aplikujte metodu BIM na vhodný pilotní projekt i když není BIM požadován. Hlavní je začít.

Účast na projektu s neurčitým či blíže nespecifikovaným zadáním na BIM.

Doporučení:

- ▶ Důkladně si prostudujte požadavky na BIM (BIM protokol, EIR) a požadujte případně jejich upřesnění.
- ▶ Požadujte od zadavatele a účastníků sestavení dokumentu BEP, do jehož tvorby se aktivně zapojíte a promítnete do něj vaše postupy i zkušenosti.

6.3.5 ZÁVĚR

Práce s chybou je opomíjeným a podceňovaným tématem ve výuce i stavební praxi. Chyba je považována za nežádoucí jev, který ve stavební praxi může vest k neúměrnému zvýšení závažnosti chyby v důsledku jejího opomíjení nebo nepřiznání; ve výuce nebo osobním rozvoji pak ke zbytečné blokaci rozvoje myšlení, či schopnosti hledání řešení problémů ve stavebnětechnické praxi.

Pokud je v rámci týmu nastaveno prostředí tak, aby mělo pozitivní vztah k chybám, týmy pak dosahují lepších výsledků, jsou schopny nabídnout efektivnější řešení problémů a nejsou vystaveny stresu tak jako týmy, kde je chyba vnímána negativně.

Při práci s chybou je klíčové proniknout k podstatě problému a namísto odhalení chyby klást důraz na zjištění její příčiny v korelaci se zpětnou vazbou. Významnou roli při práci s chybou může hrát způsob implementace nových metod práce, jako je např. BIM, kdy lze chyby efektivně identifikovat a snadněji jim předcházet.

Chyby se netřeba bát, ba naopak, v řadě případů je chyba vítaným pomocníkem a schopnost přiznat si chybu vede k žádoucímu jevu hledání příčiny a doplňování chybějících zkušeností. V týmu pak tato schopnost buduje důvěryhodnější a méně stresové prostředí. Proto chybujte a nebojte se chyby přiznat, neboť právě chyby nás dělají lepšími.

6.3.6 BIBLIOGRAFIE

[1] SLAVÍK, Jan. Hodnocení v současné škole: východiska a nové metody pro praxi. Praha: Portál, 1999. Pedagogická praxe (Portál). ISBN 80-717-8262-9.

[2] KULIČ, Václav. Chyba a učení: Funkce chybného výkonu v učení a v jeho řízení. SPN, 1971.

[3] HEREJK, Martin. Jak pracovat s chybou. In: Metodický portál RVP.CZ [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2017 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/21257/JAK-PRACOVAT-S-CHYBOU.html>

[4] BRICEÑO, Eduardo. Why Understanding These Four Types of Mistakes Can Help Us Learn. In: KQED [online]. 2015 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://www.kqed.org/mindshift/42874/why-understanding-these-four-types-of-mistakes-can-help-us-learn>

[5] HEREJK, Martin. Okamžitá, či zpožděná zpětná vazba?. In: Metodický portál RVP.CZ [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2016 [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/20997/>

6.4 Role BIM v digitálním vystavěném prostředí

Ing. Michal Faltejsek

6.4.1 ÚVOD

BIM je obecně silně zaměřen primárně „dovnitř“ staveb a tuto roli zvládá již velmi zdatně. Vývoj jak softwarový, tak edukativní v oblasti BIM z hlediska práce se stavbou jako takovou je na velmi vysoké úrovni. Od stanovení datového standardu, klasifikačního systému, úrovní podrobnosti (LoD/Lol), konceptu spolupráce napříč softwarovými platformami od projektu, přes realizaci (CDE) až po facility management (CAFM). Vše je však řešeno dovnitř stavby. Tuto skutečnost reflektují také BIM softwary pro modelování projektu, které pracují se stavbou ve virtuálním prostoru („vzduchoprázdnu“).

Dalším posunem v oblasti digitalizace stavebnictví je propojení BIM a schvalovacích procesů. Při takové činnosti již stavba musí být i v digitální podobě umístěna do konkrétního prostoru, na konkrétní souřadnice, a splňovat určité parametry vycházející např. z územního nebo regulačního plánu a dalších požadavků dle umístění, typu stavby, okolí a jiných aspektů.

V této souvislosti již můžeme hovořit také o propojení BIM a Smart City. Do konceptu Smart City jistě zapadají vznikající 3D modely měst, technické mapy (např. DTM ČR), senzorické sítě IoT, ale také propojení na katastr nemovitostí, resp. informační systém KN. Propojení těchto oblastí je další nezbytnou evolucí BIMu. V tomto případě můžeme hovořit o „digitálním vystavěném prostředí“. Aby tento koncept splňoval očekávané i nezbytné předpoklady, je nutné dodržet určitá pravidla, která dnes v BIMu považujeme již za zcela standardní. Nestačí tedy 3D model města, stejně jako 3D model stavby není BIMem. Opět je zde nutné stanovit určitý datový standard, klasifikační systém, úrovně podrobnosti jak grafické, tak informativní části, softwarové nástroje aj.

Cesta digitálního vystavěného prostředí vede skrze propojení podrobných BIM modelů staveb a CIM (city Information modelling / management) modelů měst. Budou zde odlišné požadavky na informace, na strukturu, zobrazení i provázání s dalšími databázemi. Také CIM lze obohatit klasifikačním systémem a provázat s CAFM / GIS systémy pro management měst.

6.4.2 VZTAH MEZI BIM A CIM

BIM samozřejmě využívá 3D modelování, ale také zachází daleko za hranice tradičních CAD schopností a zahrnuje data a informace po celou dobu životnosti stavebního projektu. Skutečnost, že různé aspekty mohou být vzájemně propojeny, umožňuje potenciální rozšíření – kde mohou být různé jednotlivé budovy spojeny do většího celkového projektu. Jednotlivé soubory BIM lze připojit do ještě větší městské platformy. CIM jde nad rámec většiny modelů a souborů BIM, přináší odkazy na infrastrukturu, veřejné služby, a dokonce i modeluje, jak se lidé pohybují a komunikují s městem.

Důležitou součástí Smart City, a tedy i konceptu CIM, je svět IoT. Připojená zařízení jsou začleněna do silnic a systémů veřejné dopravy, komerčních budov, monitorování energie a platforem nakládání s odpady. Inteligentní domy jsou součástí stále inteligentnějších měst, která jsou schopna shromažďovat svá vlastní data a používat je ke zvýšení jejich efektivity.

Inteligentní města však mohou přinést i mnoho výhod. Např. Amsterdam je jedním z nejvíce řízených měst na světě a iniciativa Amsterdam Smart City vytvořila desítky projektů, včetně autonomních flotil lodí, které snižují znečištění, inteligentních sloupků lamp, které se přizpůsobují světlu a počasí, a tisíce senzorů napříč městem, které zlepšují dopravu a přidělování parkovacích míst.

Spolupráce je jedním z klíčových definujících prvků BIM a stejný potenciál pro spolupráci a společnou inovaci se jistě vztahuje i na městské informační modely. CIM může spojit různé systémy a zúčastněné strany. CIM je

stále v relativním počátcích, ale není pochyb o tom, že bude hrát obrovskou roli při navrhování a provozování měst budoucnosti.

Městský informační management/model zahrnuje 3D model města, který lze následně spojit s BIM (tedy soliterními stavbami vytvořené touto metodikou) a dalšími zdroji dat. Těmi jsou podstatné informace pro správu a údržbu města, vedení, komunikaci s občany, data potřebná pro simulace a analýzy, pro tvorbu strategií, rozpočtu a plánování. CIM může obsahovat veškerá data spojená s chodem města a vzájemně je kombinovat s využitím navazujících softwarových řešení (CAFM/GIS/BIM).

6.4.3 ROLE BIM V DIGITÁLNÍM VYSTAVĚNÉM PROSTŘEDÍ

Role BIM v digitálním vystavěném prostředí může být několik a vydalo by to na jednotlivé samostatné články. Komentáře k jednotlivým možným rolím alespoň v krátkosti podtrhují význam CIM a BIM a nezbytný vývoj v této oblasti.

► Pro životní prostředí a udržitelný rozvoj

Vliv staveb na životní prostředí je velmi řešené téma nezávisle na konceptu BIM. Propojením s BIM a následně také CIM – umístěním stavby do prostoru zástavby, včetně informací o vlivu na životní prostředí, emisích, případně produkce znečištění, může zjednodušit nejenom přípravná a schvalovací řízení. Udržitelný rozvoj je podmíněn třemi funkčními pilíři: ekonomickým, sociálním a environmentálním. BIM v každém případě zasahuje do pilíře ekonomického a částečně také environmentálního. Parametry s vazbou na ekonomické a environmentální posuzování staveb jsou obsaženy také ve standardu IFC. CIM by mohl pozvednout také pilíře sociální a environmentální.

► Pro spolupráci napříč organizacemi

Stejně jako BIM je založen na spolupráci, také CIM předpokládá tuto skutečnost jako nezbytnou součást. V digitálním vystavěném prostředí je to primárně komunikace MĚSTO – ORGANIZACE – OBČANÉ. A na této platformě, transparentnosti, sdílení informací a zkušeností je budoucnost CIM.

► Pro plánování investic a územní rozvoj

Tato problematika se samozřejmě v úrovni měst řeší i bez jakéhokoliv BIMu či CIMu. Stejně jako zkušenosti a přínosy metody BIM pomáhají při plánování investic (5D finanční rozměr BIM) v čase projektu, může CIM pomoci městům v dlouhodobých strategiích a územním rozvoji. CIM velmi zdárně odhalí podvyžívané části měst, brownfieldy nebo naopak velmi exponované oblasti. Na základě relevantních dat lze efektivně plánovat a rozhodovat a budoucím vývoji měst.

► Pro správu, provoz a údržbu

I u staveb s využitím metody BIM je stále velmi málo projektů, které využívají BIM ve fázi facility managementu staveb. Byť je tato fáze nejdělsí a nejnákladnější napříč životním cyklem staveb, potenciál přínosů BIM zde ještě nebyl zcela naplněn. Benefitů je ale také velmi mnoho při správě, provozu a údržbě měst s využitím CIM. Primárně je tato část o datech a chytrém managementu. Avšak i samotný model může pomoci v orientaci v zástavbě, plánování údržby, tras nebo při nutnosti rychlého vyřešení krizových situací. Data v CIM mohou městu pomoci přesně a efektivněji plánovat procesy facility managementu, analyzovat a následně je také optimalizovat.

6.5 Kvalita dat v BIM

Ing. Jiří Kaiser, Ph.D., Ing. Vladimír Nývlt, Ph.D., MBA, PhDr. Lucie M. Švambergová

V průběhu posledních let jsme si zvykli na použití pojmu BIM v mnoha významech. Nejčastěji je tento pojem používán jako informační modelování staveb, čímž označujeme proces, ve kterém informační model stavby vytváříme a/nebo používáme. Používáme však pojem BIM i ve smyslu řízení informací o stavbě a setkáváme se i s odvozenými pojmy jako např. BIM metoda, kdy se snažíme proces tvorby a práce s informačním modelem stavby formalizovat a klást na něj určité požadavky.

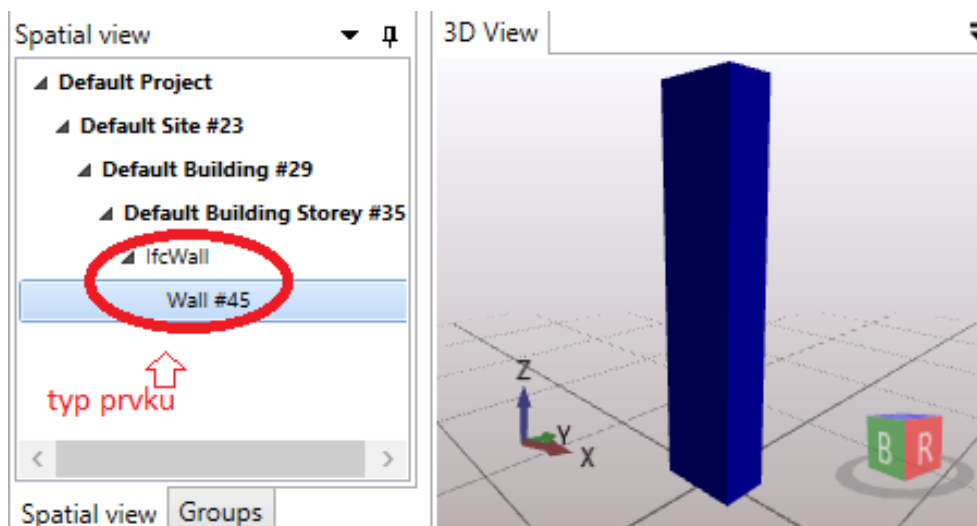
Základem pro BIM ve všech těchto významech je však forma uložení dat o stavbě, která jsou v rámci informačního modelování staveb vytvářena a/nebo používána. Mluvíme pak o BIM ve smyslu informačního modelu stavby, případně o BIM datech nebo BIM modelu. Jaká data ale vlastně vytváříme při informačním modelování stavby? Jak se liší od dat, která vytváříme při práci v CAD systému? Jak můžeme interpretovat data, která jsou vytvářena systémy BIM a CAD? Můžeme vždy data, která uložíme v datovém formátu pro ukládání BIM dat, považovat za BIM data? Jaká BIM data považujeme za kvalitní? Mohou být BIM data využívána i mimo stavebnictví a facility management? To jsou otázky, na které se zaměřuje tento článek.

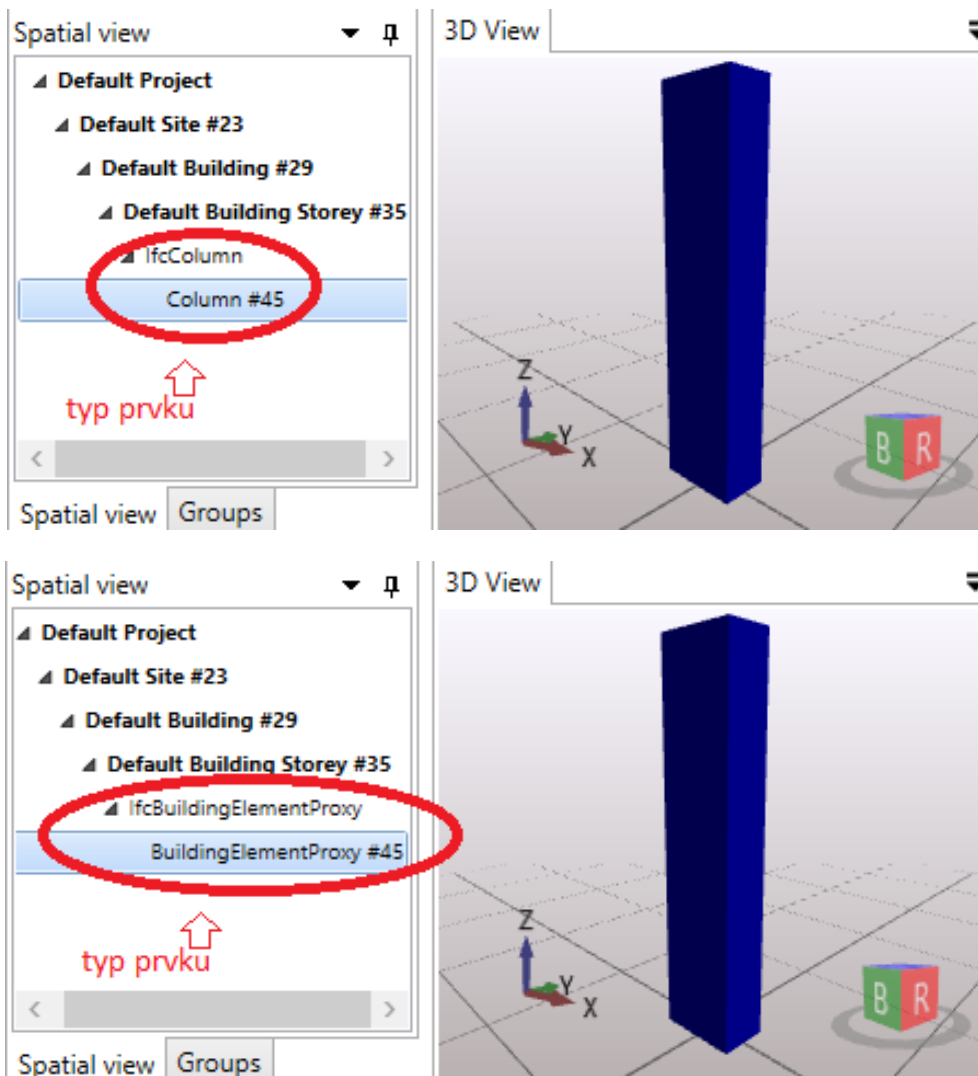
6.5.1 JAKÝ JE ROZDÍL MEZI BIM A CAD DATY?

Informační model stavby je často chápán jako 3D model stavby, který může být případně obohacený o další data o stavbě a jednotlivých prvcích. 3D model stavby však může být popsán i daty z CAD systému. Pro pochopení rozdílu mezi CAD a BIM daty z pohledu jejich využití je klíčový rozdíl mezi pojmem data a informace. Zatímco data sama osobě reprezentují zaznamenané hodnoty, informace jsou z dat získávány přiřazením určitého významu nebo kontextu [1]. Při uložení modelu stavby modelované v CAD systému musí typ jednotlivých prvků stavby interpretovat až uživatel – obvykle na základě např. tloušťky čar, šraf, hladin apod. Datové formáty pro ukládání BIM dat umožňují data o typu prvku uložit v modelu přímo, a proto může být typ prvku interpretován počítačem. To zároveň umožňuje k jednotlivým prvkům stavby přiřazovat další vlastnosti jako např. materiál, klasifikaci, časové údaje nebo uživatelsky definované vlastnosti.

6.5.2 MŮŽEME VŽDY DATA, KTERÁ ULOŽÍME V DATOVÉM FORMÁTU PRO BIM POVAŽOVAT ZA BIM DATA?

V předchozím odstavci je popsána možnost uložení typu prvku stavby v datových formátech pro ukládání BIM dat. Ne vždy však této možnosti musíme využít. Následující ilustrativní ukázky zobrazují vizualizace různých možností uložení prvku stavby v IFC.





Obr 6.5/01 — Příklady možností uložení prvku (vytvořeno pomocí Xbim Xplorer)

Prvky uvedené v jednotlivých modelech mají stejnou geometrii, avšak jednou se jedná o prvek typu stěna (IfcWall), jednou o prvek typu sloup (IfcColumn) a jednou o blíže nespécifikovaný typ prvku (IfcBuildingElementProxy). Nelze obecně uvést, že by využívání blíže nespécifikovaných typů prvků muselo být vždy špatné – hodí se např. v situaci, kdy nelze použít žádný z již definovaných typů. V případě IFC jsou také jiné možnosti, jak blíže prvek specifikovat - např. pomocí hodnot atributů „Name“ a/nebo „Description“, atributu „PredefinedType“ nebo přiřazením klasifikace (pomocí entity „IfcRelAssociatesClassification“) v rámci klasifikačního systému [2].

Datové formáty pro BIM tedy umožňují přímo uložit údaj o typu prvku. Ne vždy to ovšem musí být nutné. Tím nám ovšem údaj o typu prvku v modelu může chybět – v tom případě geometrii známe stále, jenom už nevíme „čeho“. Ještě horším případem může být záměna typu prvku. Otázkou je, jestli i takový model můžeme stále považovat za informační model stavby, protože oproti modelu, který bychom mohli uložit v CAD systému nám žádnou přidanou informaci nepřináší. Proč pak takový model nazývat BIM modelem? Těžko pouze proto, že koncovka souboru, ve kterém je model uložen, je např. „ifc“. Řada zadavatelů, či lépe jejich BIM konzultantů, tedy definuje požadavky na BIM data např. pomocí datového standardu. Zajistit vznik modelu s relevantními daty je podstatou BIM metody, a součástí kontrolních procesů před vydáním modelu je tudíž kontrola úplnosti dat.

6.5.3 JE 3D MODEL ZÁKLADEM BIM MODELU?

Často ano, ale musí to tak být vždy? V případě projektování stavby jsou data o geometrii prvků stavby obvykle pořizována jako jedna z prvních. Tím, že data o geometrii prvků stavby vkládáme do modelu jako jedna z prvních a další data vkládáme až později, můžeme nabýt dojmu, že BIM model je vlastně 3D model, který postupně obohacujeme o další údaje. Ovšem model samotný jsou data uložená např. v lokálním počítači nebo cloudové službě. To, s čím obvykle pracujeme při práci v BIM softwaru, je grafická reprezentace tohoto modelu. Prakticky sice obvykle vkládáme k jednotlivým prvkům další údaje tak, že vybereme daný prvek kliknutím na vizualizaci jeho geometrie a následně vkládáme požadovaný údaj, avšak v samotných datech nejsou údaje o geometrii prvku podmínkou pro přiřazení dalších údajů k danému prvku. Příkladem může být model obsahující COBie data ve formě tabulky, kdy známe jednotlivé typy prvků, máme k nim přiřazené další údaje, avšak geometrii jednotlivých prvků neukládáme. Na rozdíl od modelu v CAD systému jsou tak údaje o geometrii prvku v BIM modelu v principu stejnými údaji, jako údaje jakékoliv jiné (např. o materiálu).

6.5.4 JAKÁ BIM DATA POVAŽUJEME ZA KVALITNÍ?

K objasnění toho, jaká BIM data můžeme považovat za kvalitní, je nejdříve nutné specifikovat samotný pojem kvality. Norma ČSN EN ISO 9000 [3, p. 9] uvádí: „Kvalita produktů a služeb organizace je určena schopností uspokojovat zákazníky a také zamýšleným a nezamýšleným dopadem na relevantní strany.“ Sever Management Mania [4] pak uvádí následující seznam dimenzí kvality dat: „efektivita“, „účinnost“, „důvěryhodnost“, „integrita“, „dostupnost“, „soulad“, „spolehlivost“. Tyto ukazatele kvality bychom z velké části mohli aplikovat i jako obecné požadavky na data používaná v BIM.

Důležitou součástí procesu pořizování vstupních dat do BIM modelu stavby jsou data o stavebních výrobcích. Řada dodavatelů stavebních výrobků/komponent vnímá požadavky na poskytování dat v datových formátech pro BIM jako zátěž. Je však důležité si uvědomit, že právě tito výrobci a dodavatelé jsou ti, kteří tato data mají, a tak jako tak je ve formě technických specifikací výrobku poskytují. Pak už je to jen otázka chytrého strukturování dat na vstupu do BIM modelu takovým způsobem, aby byla využitelná k potřebným účelům.

Formáty pro ukládání BIM dat umožňují oproti formátům CAD systémů přiřadit a uložit k jednotlivým prvkům značně větší množství údajů, tedy i poskytnout kvalitnější data pro stavební procesy, procesy související a také výstupní data pro facility management. Více možností ale přináší také větší nároky na specifikaci požadavků. Žádné pořízení, ukládání a zpracování dat není zadarmo a je potřeba zvažovat jaká data v BIM modelu potřebujeme a za jakým účelem. K tomu nám mohou pomoci datové standardy – ať nabídkou možného obsahu, který můžeme v BIM modelu požadovat, tak i popisem možného následného využití dat z modelu. Požadavky na BIM data pak obvykle vycházejí z požadavků na jejich užití (BIM Uses).

6.5.5 ÚČELY UŽITÍ

První účely užití informačního modelu stavby (BIM Uses) byly zřejmě definovány dokumenty označovanými jako BIM Execution Plan. Pro účely tvorby těchto dokumentů vznikaly různé návody, vzory a šablony. Jedním z neznámějších a nejpropracovanějších návodů pro tvorbu BIM Execution Plan je BIM Project Execution Planning Guide aktuálně ve verzi 2.2 [5] a v připravované verzi (draft) 3.0 [6]. Dokument specifikuje užití dat (BIM Uses) a také je popisuje pomocí procesních map (BIM Use Maps) založených na standardu Business Process Model and Notation (BPMN) [7]. Dokument [5] přitom uvádí možnosti aplikací užití informačního modelu stavby (BIM Uses) v průběhu různých fází projektování a realizace stavby. Některá užití modelu mohou být v BIM procesu aplikována i vícekrát. Kdy jsou která užití modelu aplikována pak popisuje procesní mapa nazývaná BIM Overview Map [5, pp. 34 – 35, 132]. BIM Execution Plan má ale obvykle ambici definovat užití BIM modelu pouze pro využití v rámci jedné organizace, která BIM Execution Plan vytváří. Obecně účely užití (BIM Uses) BIM modelu a tím i obsah a struktura požadovaných dat nemusí být na BIM Execution Plan vázána. Podstatná mohou být i užití informačního modelu stavby ve fázi provozu stavby. Která užití BIM modelu je vhodné aplikovat a ve které fázi stavby je vhodné je aplikovat, to je třeba plánovat na základě cílů

užití BIM modelu a potenciálních přínosů těchto užití pro zefektivnění procesu projektování stavby, realizace stavby a správy stavby [5].

Pro české prostředí byla provedena analýza užití informačního modelování staveb (BIM) [8] vydaná Českou agenturou pro standardizaci. Následně vyvíjený datový standard má popisovat potřebnou strukturu a obsah dat pro aplikaci jednotlivých užití informačního modelu stavby.

Investice do kvalitního BIM modelu, jakožto modelu skutečné stavby, může zvýšit její hodnotu významným způsobem. Takový BIM model nelze chápat jako uložení všech myslitelných dat popisujících stavbu, ale právě jako model, jehož obsah vzniká a je také udržován na základě požadovaných užití BIM a datových standardů. Zároveň může vytvářet základ pro digitální dvojče stavby.

V návaznosti na požadavky na strukturu a obsah BIM modelů je důležitý také rozvoj datových struktur a formátů pro ukládání BIM modelů. Ne vždy je snadné pomocí existujících datových formátů uložit všechna požadovaná data. V souvislosti s nově vznikajícími požadavky na uložená data musí jít také rozvoj datových struktur a formátů. V případě IFC jde například o projekty IFC Rail [9] a IFC Road [10].

6.5.6 JE MOŽNÉ VYUŽÍT BIM DATA I MIMO STAVEBNICTVÍ?

Nejvíce diskutované téma využívání BIM dat je v současné době v samotné oblasti stavebnictví. Samozřejmě se nabízí využití BIM dat i následně pro správu hotové stavby. Jsou to ale jediné možnosti? Tím, že BIM model je počítačem interpretovatelný, nabízí se možnost propojení dat BIM modelu s datovými modely okolních systémů – a to nejen ve smyslu fyzického okolního prostoru, který může popisovat GIS. Zřejmě se tak v budoucnu dočkáme doby, kdy BIM model bude zdrojem dat např. pro energetické, environmentální nebo požární a bezpečnostní simulace a analýzy, výpočty dopadu na životní prostředí, na produkci skleníkových plynů, bude poskytovat informace o materiálu prvků stavby pro požární zásahy, informace o výšce zástavby pro leteckou dopravu apod.

V tomto smyslu mohou hrát významnou roli otevřené standardy a formáty pro ukládání BIM dat, jako např. IFC, pro jejichž využití mohou být kýmkoliv vytvářeny softwarové aplikace. Otázkou je pak také podpora otevřených datových formátů v již existujících aplikacích pro BIM. Ovšem čím větší budou možnosti využití BIM dat, tím více bude třeba dbát na kvalitu dat v BIM modelech. Bude tak důležitá zejména specifikace a splnění požadavků na strukturu a obsah dat v modelu a také údržba modelu včetně jeho aktualizace tak, aby model vystihoval skutečný stav popisované stavby. Budou také muset být řešeny požadavky na zabezpečení dat proti únikům a prevenci nesprávného/neodborného použití dat. To vše bude klást vysoké požadavky na vzdělávání všech profesí, které BIM data vytváří a/nebo používají ať už v procesech projekce, výstavby nebo správy stavby. Navíc lze očekávat, že s narůstajícím využíváním BIM dat v souvislosti s napojováním na další systémy budou požadavky na vzdělání v oblasti BIM do jisté míry kladeny i na profese působící mimo stavebnictví a facility management.

6.5.7 AKTUÁLNÍ STAV VÝUKY OBLASTI KVALITY DAT V SOUVISLOSTI S BIM

Kvalita dat v souvislosti s BIM je součástí vysokoškolských studijních programů. Je vyučována formou volitelných předmětů, které si studenti obvykle zapisují nad rámec svých studijních povinností. Získané znalosti o této problematice tak závisí zejména na zájmu každého jednotlivého studenta.

V základu se tak studenti mají možnost dozvědět o rozdílných principech datových struktur vytvářených pomocí CAD a BIM systémů, rozdílech mezi BIM modelem a jeho vizualizací nebo jaká data mohou být součástí BIM modelu. Pro konkrétní ukázky je využíván standard IFC [2] z důvodu své otevřenosti, kvalitní a dostupné dokumentace a širokých možností popisu stavby a jejích prvků. V závislosti na oblasti a hloubce svého zájmu se pak studenti mají zároveň možnost naučit konkrétní způsoby zápisu dat v IFC souboru (např.

údaje stavebních prvcích, o jejich umístění, geometrii, materiálu, klasifikaci apod.) a být tak např. schopni vyhledat příčinu konkrétních problémů s kvalitou dat v IFC souborech.

Dále mají studenti možnost se naučit modelovat procesy, ve kterých se BIM modely používají a zasadit tak požadavky na BIM modely do kontextu jednotlivých činností, ve kterých se BIM modely používají a/nebo vytvářejí. To zahrnuje základy standardu Business Model Process and Notation (BPMN) [7] a jeho adaptace používané např. v BIM Project Execution Planning Guide [5, 6] nebo v dokumentech typu Information Delivery Manual [11]. V případě zájmu mohou studenti studovat i související témata z oblastí modelování požadavků na informační systémy nebo datového modelování a relačních databází.

6.5.8 BIBLIOGRAFIE

[1] MOLNÁR, Z. Podnikové informační systémy. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04380-6.

[2] ISO 16739-1:2018, "Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries" International Organization for Standardization, 2018, dostupné z: <https://www.iso.org/standard/70303.html>

[3] ČSN EN ISO 9000:20016: Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. 2016.

[4] Kvalita dat (Data quality). In: ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2021, 18.11.2018 [cit. 21.01.2021], dostupné z: <https://managementmania.com/cs/kvalita-dat-data-quality>

[5] Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., and Zikic, N. (2019). BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, August, dostupné z: <http://bim.psu.edu>.

[6] Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., and Zikic, N. (Under Development). BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, dostupné z: <http://bim.psu.edu>.

[7] ISO/IEC 19510:2013, " Information technology — Object Management Group Business Process Model and Notation" International Organization for Standardization, 2013, dostupné z: <https://www.iso.org/standard/62652.html>

[8] ČAS-P03-V09a-E3-R01-003_Analýza užití informačního modelování staveb (BIM), Agentura ČAS 2019, [online], [cit. 10. 2. 2021], Dostupné z: https://www.koncepcbim.cz/uploads/inq/files/AS-P03-V09a-E3-R01_001_Anal%C3%BDza%20u%C5%BEit%C3%AD%20informa%C4%8Dn%C3%ADho%20modelov%C3%A1n%C3%AD%20staveb%20%28BIM%29.pdf

[9] IFC Rail Project. BuildingSMART [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.buildingsmart.org/standards/rooms/railway/ifc-rail-project/>

[10] IFC Road. BuildingSMART [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.buildingsmart.org/standards/calls-for-participation/ifc-road/>

[11] Information Delivery Manual: Guide to Components and Development Methods. In: Information Delivery Manual (IDM) [online]. buildingSMART International, 05/12/10 [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-CompsAndDevMethods-IDMC_004-v1_2.pdf

6.6 Management informací v celém životním cyklu stavby

Ing. Vladimír Nývlt, Ph.D., MBA, Ing. Jiří Kaiser, Ph.D.

6.6.1 ÚVOD

Současné stavebnictví a celá investiční výstavba je uprostřed éry digitalizace stavebních procesů a objektů včetně jejich napojení na již digitalizované procesy v jiných oblastech nebo i do budoucna napojení do digitálního vystavěného prostředí. Tvorba digitálních dvojčat i ve stavebnictví je velkou výzvou pro nadcházející léta.

Jestliže se však budeme zabývat digitalizací stavebnictví nemůže se jednat o pouhé „PŘEVEDENÍ STÁVAJÍCÍCH PROJEKTŮ, PROCESŮ A VÝPOČTŮ“ do digitálního světa [1], více na

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/471/2/022019/pdf>.

V analogii se změnami, které se odehrály v jiných průmyslových odvětvích, finančních systémech apod. pouhá digitalizace nepovede ke zlepšení, k vyšší efektivnosti řízení informací v systémech stavebnictví, ale naopak bude pouze rychleji směřovat do stávajících problémů tím, že zlozvyky ze stávajících procesů budou automatizovány, a navíc investice do jejich digitalizace prodraží jejich potenciální změny v budoucnu.

Je proto nezbytné se orientovat hned v počátcích těchto změn na komplexní změnu procesů, činností i kompetencí zúčastněných osob, neboť bude docházet k někdy i významným změnám v celém komplexu investiční výstavby i správy stavebních objektů.

6.6.2 MANAGEMENT INFORMACÍ

Uvědomme si, že základní stavební jednotkou managementu je informace. Informace pak manažerům na všech úrovních pomáhají především v každodenním rozhodování – tak, aby organizace došla ke stanoveným cílům. Bez efektivních toků informací nelze mít procesy, a tedy celou organizaci všech procesů pod kontrolou. S trochou nadsázky lze říct, že kvalitní informace ve správný čas u správných osob jsou jednou z nezbytných podmínek **fungování** každé stavby po celou dobu její životnosti.

V samotném řízení informací se postupně od původního zpracování dat pomocí výpočetních systémů přesouváme do řízení znalostí a samotný účel získávání, uchování, přenos a zpracování dat vnímáme jako získání podkladů právě pro řízení informací a znalostí. Díváme se na rozvoj jednotlivce, jeho informační potřebu a zároveň i na rozvoj znalostí každé organizace, ať již je to projekční kancelář, stavební dodavatel nebo státní správa. Řešíme, jak udržet a využít informace a znalosti v organizaci. Současný stav prostředí, ve kterém se naše organizace nacházejí, vyžaduje sledovat mnoho informačních zdrojů a vyhodnocovat, jaké z toho pro nás plynou důsledky. Řízení informací se stává nedílnou součástí procesního chodu průběhu výstavby, a pokud je funkční, tak významnou měrou přispívá k efektivitě jak výstavby, tak provozování, rozšiřuje marketingovou hodnotu a samozřejmě podporuje rozhodování manažerů

6.6.3 BIM SOLUTION MAP

Z pohledu řízení informací můžeme sledovat jednotlivé datové a informační toky, které probíhají v horizontálních rovinách v rámci jednotlivých procesních domén, ale i vertikální informační toky mezi jednotlivými procesními doménami. Z pohledu předávání informací je důležité sledovat, jak z detailních provozních dat vznikají informace a ty se pak zpracovávají ve složitější informační struktury a trendové charakteristiky a jak jsou tyto informace používány v rozhodovacích procesech.

Tab. č. 6.6/01 znázorňuje možnosti propojování informačních toků, kde se budou tímto postupně s jednotlivými řešenými projekty generovat znalosti, které je vhodné také sbírat, uchovávat, zpracovávat, sdílet – prostě řídit a využít je jednak ke zpětnému nastavování datových a informačních toků popsaných v této tabulce, případně i k řízení firmy v dalších oblastech.

BIM Solution Map				
Usazení do výstavbového prostředí	GIS a okolí	Infrastruktura a okolí	Smart City koncept	Environmentální (Eco-City) koncept
Projektování 3D	Architektonický model	Statické výpočty	TZB	Rozpočtování
Finanční řízení	Controlling	Manažerské rozpočtování (Management accounting)	Finanční průběh výstavby	Subdodavatelé, banky atd.
Logistika výstavbových procesů	Harmonogram výstavby	Technologické postupy výstavby	Logistika subdodávek	Monitoring, skenování, ..
Rozhodování o stavbě	Analýza rizik, environmentální analýzy	Studie proveditelnosti	Komunikace s okolím	Procesy povolovací, státní správa
Facility Management	Pasportizace nemovitostí	CAFM systémy	Propojení procesů BIM a FM	Optimalizace FM procesů
Řízení lidských zdrojů a práce s informacemi o nich	Plánování potřeby pracovních míst a jejich zabezpečení (zdroje pokrytí, adaptace, nástupnictví – řízení talentů)	Řízení a kontrola výkonu pracovníků (normování práce, kvalita, časové plnění)	Řízení komunikace a networking, komunikace s obchodními partnery	Rozvoj a řízení znalostí a dovedností pracovníků (nové technologie, odborné kompetence a celoživotní vzdělávání)

Tab 6.6/01 - BIM Solution Map, © Nývlt, 2011

Je důležité si uvědomit, že každá oblast v Tab. 6.6/01 je podporována určitými softwary, které spolu budou muset komunikovat, sdílet a přenášet data za účelem poskytování informací jejich uživatelům. Ve vodorovném řádku „Projektování“ se toto částečně děje prostřednictvím IFC dat nebo, v případě že se jedná o přenos dat mezi softwarovými produkty jednoho dodavatele, prostřednictvím proprietárních (obvykle uzavřených) datových formátů. Tato forma komunikace se již promítá i do horizontální komunikace v Tab. 6.6/01, nicméně musíme si uvědomit i nezbytnost dalších informačních toků, které budou vždy stát mimo datový přenos mezi softwarovými produkty a doplňovat ho. Co se odehrává v jednotlivých segmentech tabulky a jaká je jejich skladba při dekompozici každého segmentu v tabulce je uvedeno zejména např. v článku 6.4, Role BIM v digitálním vystavěném prostředí, článku 6.11 Návaznost BIM a CAFM procesů, příp. v článku 6.2 a dalších.

Zde se musíme dotknout i důležitého aspektu provázejícího digitalizaci stavebnictví. Tím je zejména proces změny kulturního paradigmatu, a to nejen ve vedení stavebních firem, ale i u dalších účastníků procesů v celém životním cyklu stavby. Tento proces změny spočívá v převodu tacitních znalostí, zejména v hlavách lidí, do explicitního vyjádření pomocí odborných pojmů a struktur, které budou schopny současné nebo i budoucí informační modely obsáhnout a převést do „počítačově uchopitelné“ formy.

Absolvent bude schopen nejen analyzovat, ale i plánovat, realizovat a kontrolovat výstavbové činnosti a procesy. Z hlediska znalostí o procesech v investiční výstavbě se tak jedná o nejkomplexnější porozumění informačním tokům a způsobu, jakým jsou provázány na další procesy finanční, výrobní, marketingové, controllingové, obchodní i schvalovací.

6.6.4 BIBLIOGRAFIE

- [1] Prušková, K.; Kaiser, J.: Implementation of BIM Technology into the design process using the scheme of BIM Execution Plan, In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Bristol: IOP Publishing Ltd., 2019. Materials Science and Engineering. vol. 471. ISSN 1757-899X.
- [2] Bello, S.A. et al: Cloud Computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges, In: Automation in Construction 121 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.autocon.2020.103441>
- [3] Succar, B., Poirier E.: Lifecycle Information transformation and Exchange for delivering and managing digital and physical assets, In: Automation in Construction 112 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.autocon.2020.103090>

6.7 Digitální dvojčata

Ing. Arch. Kateřina Helekalová

3D MODEL je napodobenina vybrané části reality, která má se svou předlohou určité spektrum společných především geometrických vlastností.

BIM MODEL má v sobě navíc jednotky informací jako jsou materiálové charakteristiky, technické parametry a specifikace, normy, údaje o správě objektu, bezpečnosti aj. Dle míry vložených informací do modelu se rozlišují dimenze, které narůstají s množstvím vložených informací (3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D).

DIGITÁLNÍ DVOJČE je model objektu nebo procesu i s jeho funkčními vlastnostmi, který je se svou předlohou datově a informačně propojen v čase. To znamená, že se stále aktualizuje, což v konečném důsledku u celého systému umožňuje hodnotit retrospektivně minulý stav, analyzovat stav současný i predikovat řadu variant stavu budoucího.



Obr 6.7/01 - virtuální svět digitálních dvojčat

(dostupné z: <https://new.siemens.com/us/en/company/about/businesses/smart-infrastructure.html>)

6.7.1 ÚVOD – DIGITÁLNÍ DVOJČE A JEHO VÝZNAM

Koncept digitálních dvojčat byl poprvé představen v knize „Mirror Worlds” od Davida Gelerntera z roku 1991. David Gelernter zde aplikoval digitální dvojčata na výrobu. Formální představení digitálních dvojčat proběhlo na konferenci Society of Manufacturing Engineers v Troy v Michiganu. Jako první, kdo myšlenku digitálních dvojčat přijal, byla NASA, kdy byl koncept využit k vytvoření digitálních simulací vesmírných kapslí a plavidel pro testování. Teprve v roce 2017 se koncept digitálních dvojčat rozšířil do více oblastí. Dnes se s pojmem digitální dvojče setkáváme v různých průmyslových odvětvích, pro různé aplikace či účely. Ať už se jedná o stavebnictví, výrobu, zdravotnictví nebo strojírenství, automobilový průmysl a letectví, kde hovoříme o digitálních prototypch nebo digitálním prototypování, jejich smysl je ve zefektivnění daného odvětví. Jedná se o reprezentaci fyzického objektu ve fyzickém světě v digitální podobě (budovy, města, větrné elektrárny,

automobily, motory aj.) se všemi svými procesy v reálném čase. Kromě fyzických aktiv, mají digitální dvojčata i význam v oblasti procesů s cílem sbírání dat a k možnosti předvídání jejich výkonů. Složitost či jednoduchost digitálního dvojčete je dána naším požadavkem. Míra dat v digitálním modelu tak určuje, jak přesně simuluje model fyzickou verzi reálného světa a umožňuje nalézt nevhodnější řešení pro prodloužení životního cyklu produktu a rovnou implementovat optimální řešení do fyzického prostředí. Problém lze simulovat již v digitálním dvojčeti a lze tedy předem navrhnout možné řešení a předem jej otestovat v daném programu [1,2,3]. Efektivita, ekonomická a environmentální udržitelnost, zrychlení rozhodovacích procesů, monitorování nebo vylepšování systému, testování, predikce vzniklých situací a tím zabránění vzniku poškození či katastrofám, eliminace chyb způsobených lidským činitelem a mnoho jiných aspektů, jsou těmi nejdůležitějšími, kterými digitální dvojče při správném provedení a provozování disponuje.

► DIGITÁLNÍ DVOJČATA JSOU ROZDĚLENA NA TŘI TYPY Z HLEDISKA ČASU JEJICH ZHOVOVENÍ [1]:

- Digital Twin Prototype (DTP) – provádí se před vytvořením fyzického produktu
- Digital Twin Instance (DTI) – zhotovení po vytvoření produktu, aby bylo možno provádět testy v různých scénářích použití
- Digital Twin Aggregate (DTA) – shromáždění informací DTI za účelem stanovení schopností produktu, spuštění prognostiky a testování provozních parametrů

► VÝZNAM DIGITÁLNÍHO DVOJČETE A VYBRANÉ PŘÍKLADY V JEDNOTLIVÝCH ODVĚTVÍCH PRŮMYSLU:

- **Zdravotnictví** – koncept digitálního dvojčete ve zdravotnictví primárně navržen za účelem monitorování, diagnostiky a prognostiky s využitím zdravotnických produktů či zařízení [4]. Např. lékařský simulátor, tzv. Fantom, což je umělé zařízení, které má podobu lidského těla, či jeho části a jeho účelem je simulace skutečného stavu pacienta, např. infarkt myokardu, mozkovou mrtvici aj. Významem digitálních dvojčat, fantomů, využívaných ve zdravotnictví je výuka zdravotníků.
- **Automobilový průmysl** – automobilový průmysl využívá digitální dvojčata autonomních vozidel, pomocí sady senzorů zabudovaných do simulace provozu za účelem shromažďování dat a jejich následné analýzy. Data jsou sbírána a umožňují navrhnout vývojářům začlenění nových funkcí do vozidla, např. s cílem snížit riziko nehodovosti na silnici [5,6].
- **Výroba** – zefektivnění výroby a zkrácení doby výroby, zdokonalení výrobku aj. Simulace za účelem testování únavy materiálu, odolnosti vůči korozi aj.
- **Stavebnictví** – Ve stavebnictví se digitální dvojče využívá především v provozní fázi objektu s cílem optimalizace nákladů stavby, optimalizace plánovaných úprav, hledání řešení problémů, řízení vnitřních systémů objektů aj.

► TVORBA DIGITÁLNÍHO DVOJČETE

Vytvoření modelu předchází sběr dat, která umožní vytvořit virtuální model, založený na skutečnosti. Data, na kterých je virtuální model založen se mohou týkat objektu, či procesu. Dle toho potom model znázorňuje chování nebo stav objektu či procedury. Použitá data pro modelování mohou být aktuální (současný technický stav, způsob provedení, aj.) či historické (záznamy z údržby, revizí aj.). Čím komplexnější data do virtuálního modelu vstupují, tím kvalitnější model digitálního dvojčete vzniká. Po vytvoření modelu, lze ve virtuálním modelu pozorovat skutečné procesy modelovaného objektu a na základě toho daný objekt provozovat či simulovat určité situace. To umožňuje najít nejoptimálnější řešení. Propojení tak poskytuje zpětnou vazbu dat v reálném čase [1].

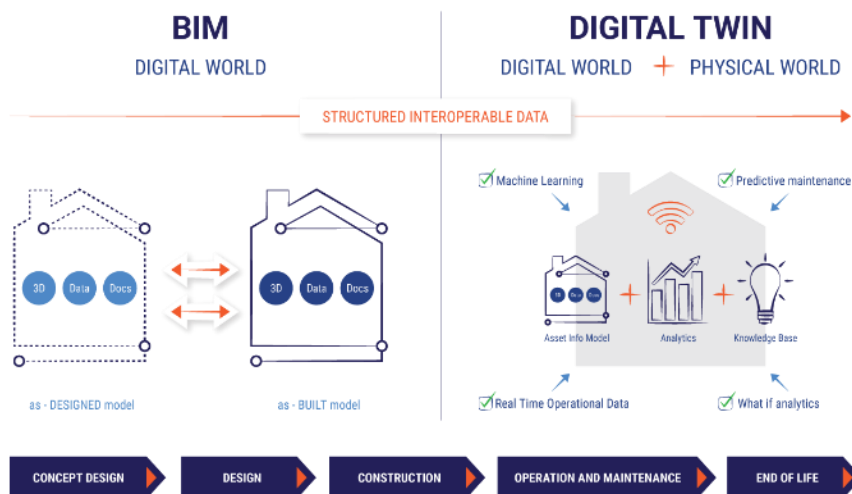
6.7.2 DIGITÁLNÍ DVOJČE BUDOVY A ČÍM SE LIŠÍ OD SKUTEČNÉHO OBJEKTU, PRO KTERÝ JE ZPRACOVÁNO

Jak bylo výše zmíněno, používání digitálních dvojčat je v různých průmyslových odvětvích dnes již běžné. Avšak ve stavebnictví je tento koncept relativně nový. V oblasti stavebnictví se jako digitální dvojče považuje vylepšená verze Building Information Model (BIM).

BIM model v sobě nese informace o vybudování objektu, zaměřuje se na projektování staveb a konstrukcí. Jeho použití je vhodné pro vytváření procesu společného návrhu fyzických a funkčních aspektů budov [7]. Umožňuje architektům, projektantům, inženýrům a všem účastníkům, především však investorovi, najít optimální řešení, koordinaci projektu, transparentnost, aktuálnost aj. BIM v sobě nese veškeré informace o stavbě které jsou nadefinovány každému prvku, ze kterého se stavba skládá (např. rozměry, materiály, desény, ČSN, požadavky na statiku, požárně bezpečnostní řešení nebo způsob zpracování). Jde tedy o geometrické charakteristiky a informace o jednotlivých prvcích, ze kterých se BIM model skládá a které jsou aktualizovány uživatelem. Dle Dr. Michael Grievese je „digitální dvojče“ virtuální digitální ekvivalent fyzického produktu a musí existovat tři hlavní předpoklady:

- a/ Fyzický, zobrazovaný objekt v reálném prostoru
- e/ Virtuálně zobrazený objekt v reálném prostoru se všemi charakteristikami zobrazovaného objektu
- f/ Propojení dat a informací, které „svážou“ fyzický a virtuálně zobrazený objekt v reálném čase

V ideálním případě digitální dvojče obsahuje všechny požadované informace o fyzickém „objektu“, čímž reprezentuje všechny požadované aspekty objektu – nejde tedy pouze o mechanické nebo geometrické znázornění, ale také o elektronickou reprezentaci včetně zabudovaného softwaru, mikroprogramu, údajů o výrobku, a především údajů ze senzorů, na základě kterých se dvojče stává „živoucím virtuálním organismem“, čímž se dvojče může s tím, jak se mění fyzický objekt, dynamicky měnit v téměř reálném čase. Např. vás může dům upozornit pokaždé, když Vás navštíví švagrová, která nezavírá okna v pokoji pro hosty, čímž dojde k poklesu průměrné teploty v celém domě [8]. Protože BIM model nespĺňuje ve všech fázích životního cyklu všechny charakteristiky digitálního dvojčete, není jeho využití v procesu provozu a správy budovy příliš vhodné, ne však zcela vyloučené. BIM model využívaný jako digitální dvojče (ve fázi, kdy již existuje reálná stavba/reálné dvojče) musí respektovat skutečné provedení stavby a obsahovat veškeré informace, které jsou potřebné pro toto konkrétní využití. Je ale nutné počítat s tím, že práci, kterou u digitálních dvojčat odvádějí senzory, musí v případě BIM modelu zajistit člověk.



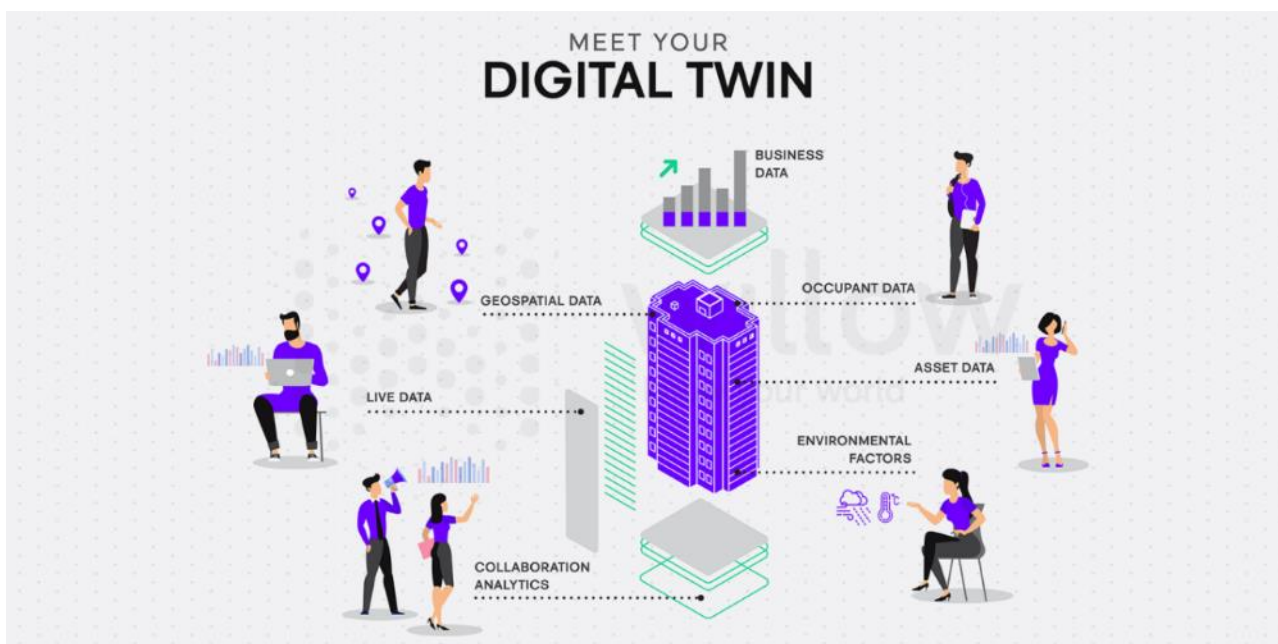
Obr. 6.7/02 - BIM vs. Digitální dvojče, (dostupné z: <https://cobuilder.com/en/the-digital-twin-a-bridge-between-the-physical-and-the-digital-world/>)

Digitální dvojče zajišťuje zvýšení kvality managementu aktiv stavby, pro kterou je zpracováno. Zefektivní její kontrolu, transparentnost, komunikaci, rozhodovací procesy, hospodaření s energiemi s cílem zlepšení vnitřního klimatu, snížení spotřeby aj. Svou užitečnost digitální dvojčata dokazují především v možnosti vizualizace a tím i lepší kontroly ve virtuálním modelu než u fyzické budovy. Informace z digitálního dvojčete tak umožňují lépe spravovat budovu a její vybavení. Také možnost analýzy pomocí simulací jsou výhodné, neboť mohou určit, jak plánované stavební úpravy ovlivní výkon budovy [9]. Tím lze navrhnout optimální řešení a umožnit nejen lepší investiční rozhodnutí, ale např. nejvhodnější environmentální řešení.

Odlišností digitálního dvojčete od skutečného objektu, pro který je zpracováno, je jeho ztvárnění a možnost simulace různých návrhů bez nutnosti provést tyto návrhy ve fyzickém světě. Skutečný objekt zaujímá své místo ve fyzickém světě v reálném čase se svými skutečnými vnitřními procesy. Digitální dvojče zaujímá své místo ve virtuálním světě v reálném čase se skutečnými vnitřními procesy budovy ale i s možností simulace jiných procesů za účelem optimalizace systému. Během celého životního cyklu budovy se tak vyvíjí jak skutečná budova, tak i digitální dvojče a poskytuje enormní množství dat, tzv. Big Data.

Big Data, „veledata“ nebo „velká data“, jsou data tak velkého rozsahu, že je nelze spravovat, zachycovat ani zpracovávat běžně dostupnými softwarovými prostředky v reálném čase. Veledata lze využívat k jednotlivým analýzám.

Digitální dvojče stavby ke své funkčnosti využívá stavební data z BIM a data ze senzorů Building Management System (BMS) a Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) a internet of Things (IoT) [9]. BMS a HVAC systémy umožňují řízení vytápění, chlazení, vzduchotechniky, osvětlení, elektronický požární systém, elektronický bezpečnostní systém aj. To umožňuje řídit několik prvků najednou a mít komplexní kontrolu nad budovou z jednoho místa a možnost optimalizace, řešení problémů, redukce nákladů na provoz budovy aj. IoT systémy, které poskytují možnost vzdálené kontroly objektu pomocí počítačové sítě, internetu, mobilní sítě fungují jako most mezi skutečnou budovou a digitálním dvojčetem. Spojením toho všeho dohromady vzniká Inteligentní budova.



Obr 6.7/03 - Zdroje obsahující Digitální dvojče, (dostupné z: <https://www.willowinc.com/2019/10/18/unlocking-a-new-era-of-smart-buildings-through-the-digital-twin>)

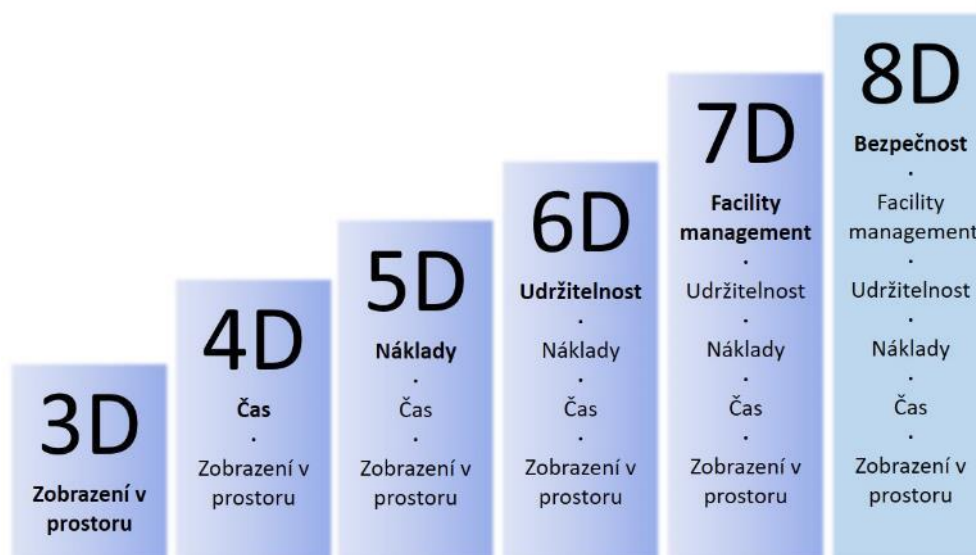
6.7.3 ČÍM SE DIGITÁLNÍ DVOJČE STAVBY LIŠÍ OD OSTATNÍCH 3D MODELŮ STAVEB A KDY PŘESNĚ VZNIKÁ

Jakýkoliv 3D model stavby nelze nazvat digitálním dvojčetem. Aby byl model označen jako digitální dvojče je nutné, aby splňoval určitá kritéria a aspekty. Jednotlivé 3D modely staveb se od sebe liší mírou virtuálně zobrazených podobností. Pro digitální dvojče je charakteristický komplexní přehled informací ve virtuální podobě se všemi vnitřními procesy v BIM modelu vyšších dimenzí a následně jejich propojení přidáním technologie, která umožňuje sběr dat a automatické aktualizace. To vše se děje v reálném čase. Popis jednotlivých modelů staveb, vzhledem k množství obsažených dat, je znázorněn na obr. níže.

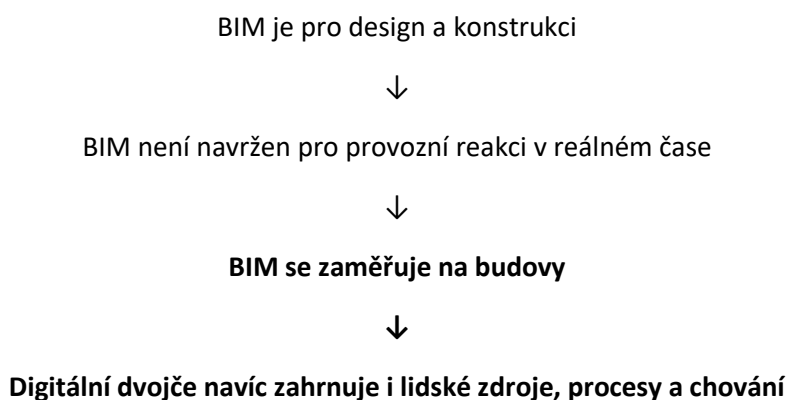
► Typy modelů staveb

- **3D MODEL** – 3D Model je pouze grafickou reprezentací daného objektu. Reprezentuje fyzický objekt ve virtuální podobě s minimem informací o jednotlivých prvcích. Zobrazuje objekt ve své objemové/ proporční podobě a může být vytvořen pomocí počítačového programu či fyzicky ve zmenšeném měřítku jako hmotová replika, které jsou přiřazeny parametry jako např. barvy, textury a materiály.
- **3D BIM** - Je digitální 3D model, který obsahuje nejen grafickou reprezentaci daného objektu, ale i negrafické informace (viz výše). Data o modelu se sbíhají v prostředí Common Data Environment (CDE) - sdílené úložiště [10]. Z prostředí CDE jsou dostupné všem účastníkům, během celého životního cyklu stavby a jsou průběžně doplňovány a aktualizovány a stávají se podrobnějšími. Úroveň BIM se liší dle míry užitých podrobností – dimenzí. Přidáním dalších dimenzí vzniká 4D, 5D a 6D BIM Model.
- **4D BIM (čas)** - Je povýšení 3D informačního modelu o další dimenzi ve formě plánovacích dat. Plánovací data jsou přiřazena ke konkrétním prvkům a znázorňují informace o délce trvání instalace, času potřebném k uvedení do provozu po zhotovení, pořadí ve kterém mají být provedeny jednotlivé práce aj. Tato data umožňují pomocí programu vizualizace, která znázorňuje v čase, jak se může projekt vyvíjet. 4D model umožňuje všem účastníkům projektu efektivně plánovat proces výstavby a tím vytvořit přesný projektový program. [11]
- **5D BIM (náklady)** - Kromě časového plánu zobrazuje 5D Model navíc přesné informace o nákladech projektu. To umožňuje najít nejoptimálnější řešení s ohledem na ekonomické hledisko. 5D Model přináší zjednodušení správy a realizace projektu především u objektů rozsáhlých velikostí a složitostí, neboť aktualizovaná data vstupující do návrhu, se ihned vizualizují v daném projektu [10].
- **6D BIM (Informace o životním cyklu projektu; Udržitelnost)** - 6dimenzionální modelování budov je inteligentní propojení předešlých dimenzí. Tato propojení napomáhají majiteli objektu se správou a provozem a umožňují efektivní řízení dalších životních cyklů objektu. Informace jako jsou příručky pro údržbu a provoz, údaje o záruce, informace o výrobcích aj se sbíhají na jednom místě. Model 6D se tedy uplatňuje od provozní fáze objektu, a tudíž je dodáván až majiteli objektu po jeho dokončení [10]. Během fáze používání se informační model stále vyvíjí a aktualizuje se o další informace (revizní listy, rekonstrukce, opravy...).
- **7D BIM (facility management)** - Sedmidimenzionální modelování informací o budově, používají ke své činnosti facility manažeři k usnadnění provozu a údržby po celou dobu životního cyklu objektu. 7dimenzionální modelování umožňuje simulaci jednotlivých řešení a tím optimalizaci správy aktiv.
- **8D BIM (bezpečnost)**: Osmý rozměr se týká bezpečnosti a prevence nehod nejen na staveništi během realizace stavby ale i v následujících životních cyklech objektu. 8D BIM Model predikuje možná rizika a přidává do systému bezpečnostní prvky a ukazatele možných rizik. Ve fázi výstavby

Ize sdílet bezpečnostní informace pro identifikaci možných rizik s různými profesionály z oblasti BOZP [12].

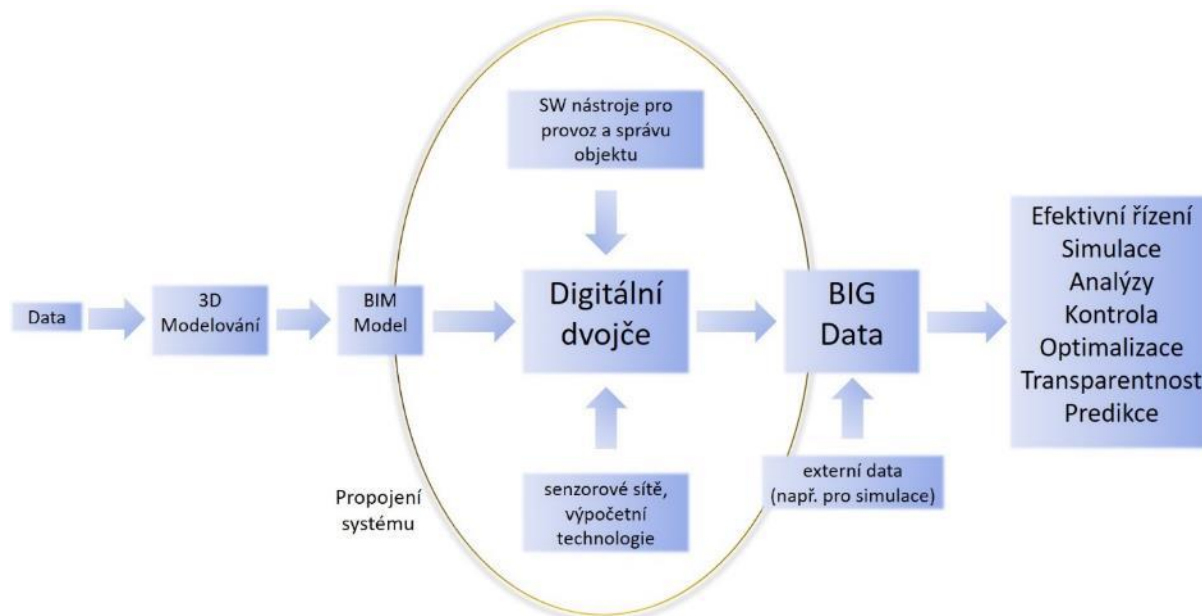


Obr 6.7/04 - Dimenze BIM



6.7.4 KDY VZNIKÁ DIGITÁLNÍ DVOJČE

Prvním krokem k vytvoření digitálního dvojčete je vytvoření digitálního BIM 3D Modelu stavby s veškerými informacemi a daty. Pro vznik digitálního dvojčete je BIM tedy klíčový. Postupy se liší na základě životního cyklu budovy, ve kterém je model realizován. U nového projektu, mohou BIM inženýři vytvořit optimální variantu návrhu dle určených kritérií, v závislosti na fázi návrhu se 3D BIM Model postupně s přidáváním dat rozvíjí. U existujících staveb je nutné co nejpřesněji zaměřit aktuální stav se všemi komponentami a provést průzkumy pro zjištění informací. Po dokončení BIM Modelu je důležitým krokem přidání technologie, která sbírá data a umožňuje automatické aktualizace. Veškeré procesy se ve virtuálním modelu dějí v reálném čase. Model se tak stává živoucím virtuálním organismem a vzniká digitální dvojče.



Obr 6.7/05 - Proces vzniku digitálního dvojčete

6.7.5 K ČEMU JE DOBRÉ ZPRACOVÁNÍ DVOJČETE, VÝHODY A NEVÝHODY DIGITÁLNÍHO DVOJČETE PRO UŽIVATELE BUDOVY

Vyjma prospěšnosti digitálního dvojčete např. v oblasti prezentací, kdy je možné za pomoci např. náhlavních souprav provádět virtuální prohlídky různých prostor, má digitální dvojče mnohem širší a užitečnější využití. Mimo oblast stavebnictví, se může jednat o možnost simulací pro výuku. Dnes se běžně technika digitálních dvojčat využívá v oblasti letectví, kdy se mladí piloti nejdříve učí na leteckých simulátorech. Řídicí centrum připravuje různé situace (porucha stroje, srážka s malým předmětem, nestandardní počasí, aj.), na které musí pilot reagovat. Způsob reakce pilota a vyřešení určité situace za pomoci simulátoru, může předejít možným budoucím chybám pilota ve skutečném prostředí. V medicíně také hraje dvojče velmi důležitou roli. Výukou mediků na fantomech za pomoci vyvolání fiktivních zdravotních problémů, které musí student pod nátlakem stresu řešit.

Ve stavebnictví je digitální dvojče užitečné především v době užívání stavby, během jejího provozu. Správa budovy, zařízení, osob či procesů za pomoci funkčních digitálních dvojčat umožňuje snadnější kontrolu. Možnost testů na úrovni virtuální roviny v reálném čase, bez důsledků pro reálný svět, představuje největší výhodu. V případě rozhodnutí, které by mělo negativní dopad na digitální dvojče, lze změny jednoduše vrátit zpět. S fungujícím digitálním dvojčetem nelze provést špatné investiční rozhodnutí. Je-li mnoho variant, lze dvojče jednoduše využít k výběru optimální varianty pomocí simulací – testů. Výsledky simulací poté porovnat a najít variantu s nejvyšší návratností investic. Stejně tak pozitivně může digitální dvojče fungovat i v jiných oblastech, např. shromažďování dat potřebných pro preventivní algoritmy, od předpovědí poruch zařízení, bezpečnostních rizik až po optimalizace budov, pracovní toky, chování osob, bezpečnost aj. [13].

6.7.6 PRINCIP FUNGOVÁNÍ DIGITÁLNÍCH DVOJČAT

Digitální dvojčata fungují na principu kombinace různých technologií jako jsou BIM, senzorové sítě, výpočetní technologie, aj. Univerzální software pro digitální dvojčata neexistuje.

► Výhody, které digitální dvojče nabízí

- **Transparentnost** – od fáze návrhu stavby po celou dobu životnosti objektu přináší komplexní přehled prostorového povědomí, informací aj.;
- **Analýzy** – pracovní toky, lidské chování v reálném čase aj. což umožní okamžitou možnou reakci k optimalizaci výkonu / podmínek;
- **Predikce** – např. možnost předvídání poruchy zařízení a tím zahájení včasných kroků k zabránění této hrozby;
- **Optimalizace** – dosažení efektivity a finančních úspor;
- **Plánování** – možnost simulace scénářů pro výběr nejlepší z variant;
- **Bezpečnost** – pohyb osob po objektu v nebezpečných prostorech, včasné upozornění a řešení situace;
- A jiné.

► Nevýhody

- Zvýšení složitosti projektu;
- Časová náročnost na zvládnutí celého systému;
- Možné riziko z hlediska bezpečnosti a ochrany osobních údajů;
- Možné zvýšení nákladů na pořízení digitálních dvojčat a souvisejících technologií potřebných k jejich provozu – nevhodnost pro drobné investory;
- Velké nároky na kontrolu dat
- A jiné.

6.7.7 RIZIKA SPOJENÁ S NEFUNKČNÍM DIGITÁLNÍM DVOJČETEM STAVBY

Jako každá digitální technologie mají i digitální dvojčata rizika, která jsou spojena především s jeho provozem. V případě návrhu digitálního dvojče, určeného především pro realizaci objektu, je proces poměrně jednoduchý, přesný a přímočarý. Co se ale týká provozu neexistují informace o tom, jak přesné je dvojče ve srovnání se skutečným, fyzickým objektem a může vlivem této nepřesnosti docházet ke zkreslování dat. Vzhledem k absenci informací o přesnosti virtuálního dvojčete je míra zkreslení dat nezjistitelná. [14] Provozování objektu za pomoci nefunkčního digitálního dvojčete může výrazně ohrozit udržitelnost objektu, bezpečnost, zvýšit náklady na provoz aj.

6.7.8 ZÁVĚR

Všechny výše popsané skutečnosti dokazují, že zpracování digitálního dvojče pro budovu je v mnoha ohledech velmi výhodné. Nejvýhodněji se jeví ve fázi provozu a užívání, kdy poskytuje uživatelům možnosti kontroly objektu, toku lidských zdrojů, řízení vnitřního klimatu, predikce možných poruch, či prevence rizik. V případě jakýchkoliv změn stavby, pomocí simulací v digitálním dvojčeti v reálném čase lze vybrat neoptimalnější návrh s ohledem na vybrané aspekty, které jsou pro uživatele podstatné. Avšak oproti fyzické stavbě, pro kterou je zpracováno, může být dvojče při špatném zvládnutí systému i své nevýhody. Úspěšné uplatnění digitálního dvojčete tak závisí především na odpovídajícím školení všech zúčastněných osob s ohledem na eliminaci možných rizik spojených s užíváním digitálního dvojčete stavby.

6.7.9 ABSOLVENT VŠ BY MĚL UMĚT

- 1/ Definovat, co je to „digitální dvojče“ stavebního objektu.
- 6/ Jaké informace jsou pro jeho vytvoření potřeba.
- 7/ Jaké nástroje jsou pro jeho vytvoření potřeba.
- 8/ Základním způsobem s těmito nástroji pracovat (a vědět, kde hledat odbornou asistenci).
- 9/ Posoudit uživatelské výhody a omezení při aplikaci těchto nástrojů pro stavební i provozní praxi pozemních staveb.

6.7.10 BIBLIOGRAFIE

[1] What is Digital Twin? TWI Ltd [online]. Great Abington, United Kingdom [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin>

[2] MARR, Bernard. What Is Digital Twin Technology - And Why Is It So Important? Forbes [online]. 2017 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/?sh=122099662e2a>

[3] GRIEVES, Michael. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication [online]. Florida Institute of Technology, 2015, 1-7 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication

[4] TAO, Fei, Jiangfeng CHENG, Qinglin QI, Meng ZHANG, He ZHANG a Fangyuan SUI. Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology [online]. 2018, 94(9-12), 3563-3576 [cit. 2021-01-12]. ISSN 0268-3768. Dostupné z: doi:10.1007/s00170-017-0233-1

[5] CEARLEY, David W., Brian BURKE, Samantha SEARLE a , Mike J. WALKER. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018. Gartner Trends [online]. (3. october 2017), 1-24 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://brilliantdude.com/solves/content/GartnerTrends2018.pdf>

[6] HALLERBACH, Sven, Yiqun XIA, Ulrich EBERLE a Frank KOESTER. Simulation-Based Identification of Critical Scenarios for Cooperative and Automated Vehicles. SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles [online]. 2018, 1(2), 93-106 [cit. 2021-01-12]. ISSN 2574-075X. Dostupné z: doi:10.4271/2018-01-1066

[7] WIBRAND, John a Per-Johan SALTIN. From BIM to digital twins for buildings. The Swegon Blog [online]. Stockholm, 2020 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://blog.swegon.com/en/improve-your-building-systems-with-a-digital-twin>

[8] DASKALOVA, Mariela. The 'digital twin' – a bridge between the physical and the digital world. Cobuilder [online]. 2018 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://cobuilder.com/en/the-digital-twin-a-bridge-between-the-physical-and-the-digital-world/>

[9] TOBIAS, Michael. HOW DIGITAL TWINS CAN MAKE BUILDINGS SMARTER. New York Engineers [online]. New York, NY 10036, 2019 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.ny-engineers.com/blog/how-digital-twins-can-make-buildings-smarter>

[10] CUNHA III, Frank. The 7 Dimensions of Building Information Modeling. I LOVE MY ARCHITECT: ARCHITECT FRANK CUNHA III, AIA [online]. 2018 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/the-7-dimensions-of-building-information-modeling/>

[11] SHWE, Marlar. "4D BIM: The Evolution of Construction Scheduling" [online]. 18.04.2011 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/248511394/4D-BIM-the-Evolution-of-Construction-Scheduling>

[12] BIM [online]. bimsafety.eu [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <http://www.bimsafety.eu/>

[13] What is Digital Twin and how does it work? TWI Ltd [online]. Great Abington, United Kingdom [cit. 2021-01-12]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin>

[14] The hazards of digital twin technology and what dangers it may pose [online]. England: Challenge Advisory, 2019 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-risks/>

6.8 CDE jako jediný zdroj pravdy

Ing. Martin Ostárek

6.8.1 SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ

Společné datové prostředí (CDE – Common Data Environment) je systém správy dat, informací a procesů projektu a jako takový je jádrem metody BIM. V rámci projektu je to prostředí, kde probíhá nebo by měla probíhat veškerá komunikace mezi účastníky projektu (logika CDE je, aby každý, kdo se jakkoliv na projektu podílí, byl součástí CDE). CDE dále obsahuje 3D model s jeho negrafickými daty a všechny další dokumenty týkající se stavby. Prostor zajišťuje, aby osoby podílející se na projektu měly aktuální verze souborů, modelu i veškerých dalších informací se zpětným nahlédnutím na předchozí verze a možností fulltextového vyhledávání.

S nástupem nových digitálních technologií a nárůstem objemu vytvářených dat je nutno přestoupit k lepší správě dat prostřednictvím CDE (digitalizace stávajících procesů do prostředí umožňující rychlou a přehlednou práci s daty). CDE vychází ze systému DMS (Document Management System), od kterého se liší funkcemi umožňujícími pracovat s informačním modelem, verzováním, žádostmi o informace či změny.

Zjednodušeně lze CDE chápat jako systém ke sbírání, ukládání a organizování dat v BIM procesu. Přístupnost je zajištěna jak přes web, desktop nebo další mobilní zařízení a umožňuje práci jak na stavbě, tak i v kanceláři. Práce se systémem je umožněna online i offline bez přístupu k síti. Při hojném výskytu dodavatelů CDE je nutnost v budoucnu zajistit výměnu dat mezi jednotlivými systémy tak, aby nedocházelo ke ztrátě dat a aby byl celý přenos bezproblémový. Toto zajišťuje openCDE a cílí na společný standard mezi jednotlivými CDE tak, že lze exportovat data z jednoho prostředí do druhého s eliminací ztráty dat převodem.

6.8.2 OBECNÉ POŽADAVKY NA CDE

- ▶ Přístupnost – musí být zajištěna podle daných pravidel, která dostane každý ze zúčastněných
- ▶ Sledovatelnost – prostředí musí disponovat záznamy o přístupech do prostředí, záznamy o stahování nahrávání apod. Dále musí CDE splnit možnost sledování revizí a schopnost nahlédnout do vzdálené historie
- ▶ Podpora formátů – CDE by mělo umožnit podporu co nejvíce formátů, aby bylo zamezeno odepření přístupu do souborů, pokud uživatel nedisponuje daným prohlížečem
- ▶ Management informací – mělo by splňovat normu ČSN EN ISO 19650, která popisuje procesy, postupy a požadovaná data
- ▶ Konverzace, úkoly – v prostředí musí být možnost komunikovat a vytvářet úkoly s možností přiřazení dané osobě
- ▶ Záruka bezpečnosti – systém by měl splňovat ISO/IEC 27001 – Management bezpečnosti informací (zamezení možným rizikům úniku informací)

6.8.3 KDO PROVOZUJE DATOVÉ PROSTŘEDÍ

Vlastníkem společného datového prostředí by měl být vždy vlastník stavby a ten by měl umožnit přístup dalším účastníkům stavby k výkonu jejich práce. Momentálně nejsou všichni investoři připraveni provozovat vlastní CDE, a proto nejčastěji ze začátku CDE provozuje projektant nebo zhotovitel s následným předáním investorovi, který by měl být vlastníkem CDE. Výhody, které plynou z provozování CDE jsou trvalá kontrola nad projektem, přístup k auditním záznamům, digitalizace stávajících procesů a možnost efektivnější práce.

V budoucnu lze očekávat, že provozovatelem CDE bude převážně investor, který přidělí licence zhotoviteli na dobu nutnou pro vypracování stavby. V garanční fázi může nechat zhotovitele po dobu garance v systému nebo jej odebrat. Co se týče zhotovitele, který má širokou působnost (např. celorepublikovou nebo se zabývá různými obory), lze očekávat, že může využívat několik různých CDE současně, jelikož každý investor nezvolí stejné CDE. V budoucích letech s nástupem povinnosti BIM u nadlimitních a později i ostatních zakázek budeme moci tento trend pozorovat výrazněji.

CDE lze využívat rovněž na podnikové úrovni, k interní komunikaci, uchovávání dat nebo schvalování, navázání na interní softwary apod.

6.8.4 PROČ SE PROVOZUJE DATOVÉ PROSTŘEDÍ

Vytvoření CDE by mělo být prioritou každé organizace ve stavebnictví, jelikož výhody jako jediného zdroje pravdy jsou vysoké. Pokud se různé funkce pro správu stavby správně integrují, lze docílit větší spolupráce, efektivity a snížení chybovosti. Umožňuje komunikaci, sdílení informací a správu dokumentů s plynulejším předáváním. Tudíž hlavním cílem, proč se CDE provozuje, je rychle, srozumitelně a zaručeně poskytnout platnou a aktuální informaci pro rozhodování v potřebný čas a na potřebném místě.

Jedním z důvodů, proč se využívá CDE, je efektivnější přístup k informacím, práce s aktuálními informacemi a omezení práce s neaktuálními informacemi, a tudíž eliminace chyb nebo nutnosti přepracování již dokončené práce, která by vedla ke zbytečnému snížení efektivity.

6.8.5 JAKÉ PROCESY LZE DIGITALIZOVAT

Digitalizací procesů za pomoci CDE lze dosáhnout větší efektivity, eliminaci chyb a komunikačních šumů, což je klíčem k úspěchu. Benefitem může být i rychlost, s jakou je požadavek odeslán konkrétní osobě, za daný úkol odpovědné. Efektivním označením v nahrané dokumentaci a popsáním konkrétního problému se zamezí nejasnostem, rozepisování dlouhých emailů a proces je efektivnější. Totéž se týká i označování v BIM modelu s následným zasláním osobám zapojeným v procesu. Jedním z hodnotných přínosů je přednastavený postup prací a schvalovací tok dokumentů, který je využíván projektovým týmem, zhotovitelem a investorem ke schvalování dokumentů s přidělováním stavů. Díky přidělenému stavu všichni účastníci rozpoznají celkovou rozpracovanost projektu společně s přehledem o svých úkolech a podkladech. Dále CDE umožňuje digitální komunikaci, jako jsou úkoly, záznamy, realizace tendrů, poptávek apod.

Digitalizace procesů je zásadním a nejdůležitějším prvkem zavádění BIM. Není to pouze o nastavení procesů, ale o změně stylu práce. Je velice důležité stávající procesy zefektivnit, popřípadě zredukovat, a tak kýžené efektivity dosáhnout.

6.8.6 ROLE CDE V JEDNOTLIVÝCH FÁZÍCH

CDE má v každé fázi zásadní roli od projektu až po demolici. V projektové fázi v CDE probíhá komunikace nad projektovou dokumentací, kde je zároveň vytvořena adresářová struktura. Při přechodu do realizační fáze vstupuje do CDE zhotovitel, který CDE využívá po dobu výstavby společně s projektovým týmem, investorem, TDI, subdodavateli apod. Při přechodu do provozní fáze by měl systém CDE být připraven na možné provázání s využívaným CAFM. U přenosu dat z CDE do CAFM musí být definováno, jaká data bude nutno přenést, a je důležité, aby u těchto úkonů byli přítomni pracovníci FM týmu. V provozní fázi BIM model – As-built a CAFM zaštiťuje správce stavby. Některé softwary mají momentálně provázané CDE pro stavbu tak i CDE pro facility management, kde nadstavba FM obsahuje nové funkcionality pro správu majetku a zároveň vypouští funkcionality využívané v realizaci.

6.8.7 PŘÍNOSY A FORMY SPOLUPRÁCE Z HLEDISKA RŮZNÝCH ÚROVNÍ MANAGEMENTU

Zásadním předpokladem správně fungujícího CDE je sdílení veškerých dokumentů výhradně v CDE. Tyto dokumenty zde existují pouze jednou a všechny jejich další úpravy nevytvářejí nové soubory, nýbrž nové

verze stávajících dokumentů, které automaticky starší revize archivují. Tím je zajištěna přehlednost s možným dohledáním proběhlých revizí daných dokumentů.

Přínosy CDE jsou jednoduché postupy, kdy každý ví, v jakém stavu jsou dokumenty, kdo na nich pracuje a jaké jsou další kroky potřebné například ke schválení dokumentu. To znamená, že oproti klasickým DMS jsou dokumenty provázány na jednotlivé procesy a nelze provést záměnu.

Při rozdělení do tří kategorií – operativní management, taktický management a strategický management, lze mezi jednotlivými úrovněmi řízení vést komunikaci nad projekty dle interně stanového workflow. To znamená, že v rámci CDE bude mít operativní management možnost pouze komunikace s taktickým managementem a taktický se strategickým. Tyto interní workflow mohou být samozřejmě variabilní a záleží na interním nastavení.

6.8.8 POTŘEBNÉ ZNALOSTI ABSOLVENTA VŠ A DOPORUČENÍ

Vědět k čemu je CDE určeno a co se od CDE očekává. Znalost různých softwarů společně se základními znalostmi o jejich funkcionalitách a licenčních ujednáních pro výběr vhodného CDE dle specifik projektu. Znalost nastavení workflow, komunikace a práce s daty. Uvítal bych větší spolupráci jednotlivých poskytovatelů CDE s VŠ, popřípadě se SŠ s možností si vyzkoušet plné verze s případnými workshopy po dobu studia.

6.8.9 BIBLIOGRAFIE

- [1] BibLus. BIM and construction management: the CDE (Common Data Environment) [online]. [Citace: 12.12. 2020]. Dostupné z: <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-and-construction-management-the-cde-common-data-environment/>
- [2] EU BIM Task Group. 2017. „Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector“. EU BIM Task Group, Co-funded by European Union.
- [3] Koncepce BIM [online]. 2020: Česká agentura pro standardizaci, 2020 [Citace: 11.12.2020]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/>
- [4] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Koncepce zavádění metody BIM v České republice [koncepce]. www.mpo.cz, 2017, [Citace: 15. 12. 2020]. 49 s. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>

6.9 Řízení kvality modelu

Ing. arch. Zdeněk Rudovský, Ph.D.

6.9.1 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA APLIKACE ŘÍZENÍ KVALITY

Kontrola modelu, resp. řízení jeho kvality mezi různými stranami stavebního projektu je v současné době v ČR v podstatě neexistující proces (s výjimkou částečných kontrol ve vztazích generální projektant – projektant dílčí části). Abychom mohli vyvodit základní východiska pro aplikaci řízení kvality modelu, použijeme paralely u existujících činností.

K paralelám při řízení kvality modelu BIM nemusíme opustit obor stavebnictví. Pokud model má představovat digitální dvojče reálné stavby, je nezbytné požadovat **zrcadlový princip odpovědnosti** za kvalitu u digitálního dvojčete.

Stavební výrobek prochází kvalitativně kontrolovanou výrobou s výstupní kontrolou kvality u **výrobce**. U **dodavatele stavby** je delegovaná odpovědnost za kvalitu hierarchickým způsobem – od stavbyvedoucího, přes mistry, jednotlivé dodavatele až po konkrétní osoby. Vedle interních kontrol dodavatele stavby existuje kontrolní mechanismus v podobě **technického dozoru objednatele**.

Technický dozor investora působí průběžně, zaznamenává a reportuje konkrétní chyby = neplnění požadavků daných PD. Na zvláštní úkony jako přebírka výztuže apod. jsou přibíráni specialisté. Podstatným rysem kontrol při výstavbě je jejich **periodicita** a **průběžnost**. Nelze například zpětně kontrolovat zakrývané konstrukce. Přesto musí být doklad o jejich řádném provedení, tedy záznam jejich kontroly.

▶ Z předchozí paralely lze vyvodit následující východiska při řízení kvality:

- ▶ Odpovědnost za kvalitu u všech datově zúčastněných stran projektu nese vždy **strana předávající**. Je silně doporučeno, aby i strana přebírající provedla kontrolu – u tak komplexního systému jako je model BIM, „stopa“ chyby rychle mizí s dalšími datovými úpravami a může dojít k rozbití řetězce jednotlivých odpovědností; - např. tím, že chybu převezmou navazující zpracovatelé modelu.
- ▶ Jasné **vymezení odpovědností** za plnění požadavků kontroly kvality a jejich případné strukturování s navázaným kontrolním plánem s odpovědnostmi stran předávky-přebírky datové výměny.
- ▶ **Průběžnost kontrol** – sdílené digitální prostředí umožňuje včasné a v podstatě neustálé zapojení ostatních stran projektu při monitorování vzniku chyb modelu – včetně takových, které by neumožnily využití modelu a tím riziko časové prodlevy.

6.9.2 KVALITA VS. POUŽITELNOST MODELU V PROJEKTU

Model představuje digitální obraz reálné stavby. Veškeré chyby tohoto obrazu se tak logicky promítnou do reálné stavby. Cílem není provést dokonalý model zohledňující veškeré kvality reálné stavby. Ale provést model kvalitní natolik, aby se minimalizovala rizika odrážející se v reálném světě – ať už ve fázi výstavby nebo provozu.

Kvalitní model BIM má zásadní vliv na uplatnění v projektu. Uplatnění v projektu lze měřit rozsahem jednotlivých **užití modelu**. Čím více užití modelu má být realizováno, tím více požadavků na kvalitu musí plnit. S tím souvisí i důraz na řízení jeho kvality – jeho případná nekvalita zasáhne více navázaných procesů.

6.9.2.1 PŘÍKLADY VZTAHU KVALITY A POUŽITELNOSTÍ INFORMAČNÍHO MODELU:

▶ Příklad 1/

Objednávat výztuž u subdodavatele podle modelu lze ve chvíli, kdy jsou následující informace naprosto spolehlivé, validní a dostupné:

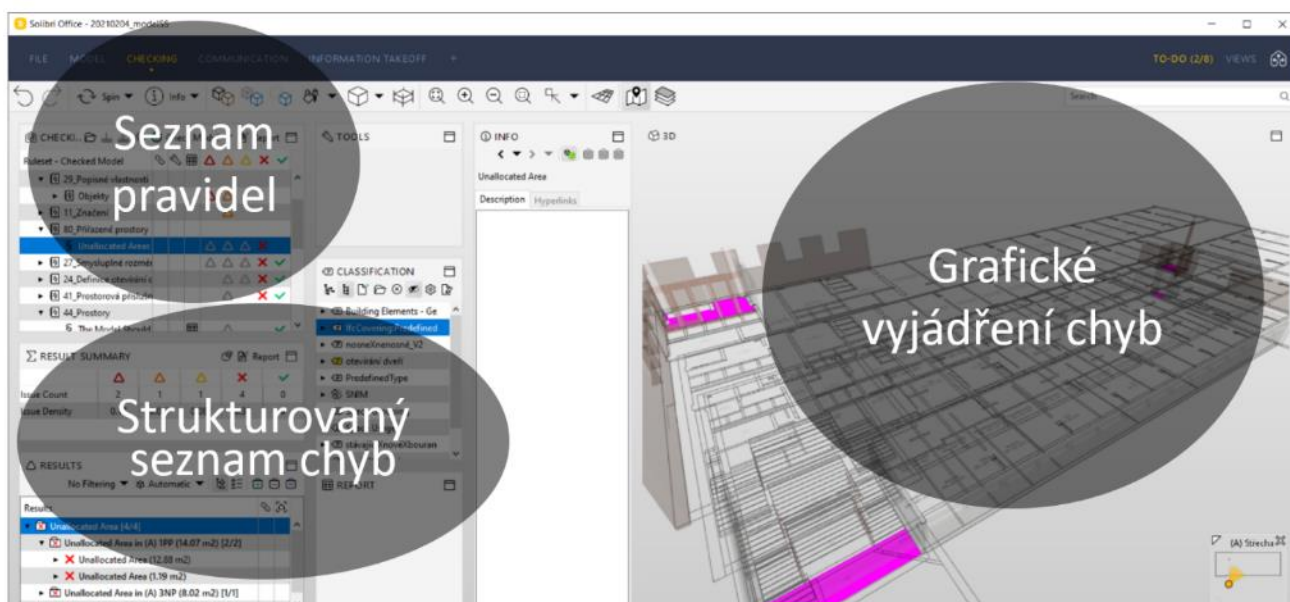
- ▶ výztuž je kompletně modelována a její geometrie odpovídá
- ▶ výztuž obsahuje veškerá potřebná popisná data – vlastnosti, které ji specifikují
- ▶ výztuž je ve vazbách (inverzní atributy) s ostatními objekty modelu jako jsou jednotlivé úkony harmonogramu, cena, konstruovaný železobetonový prvek stavby apod.

▶ Příklad 2/

Aby byly ekonomické ukazatele plánované výstavby relevantní, je nezbytné, aby:

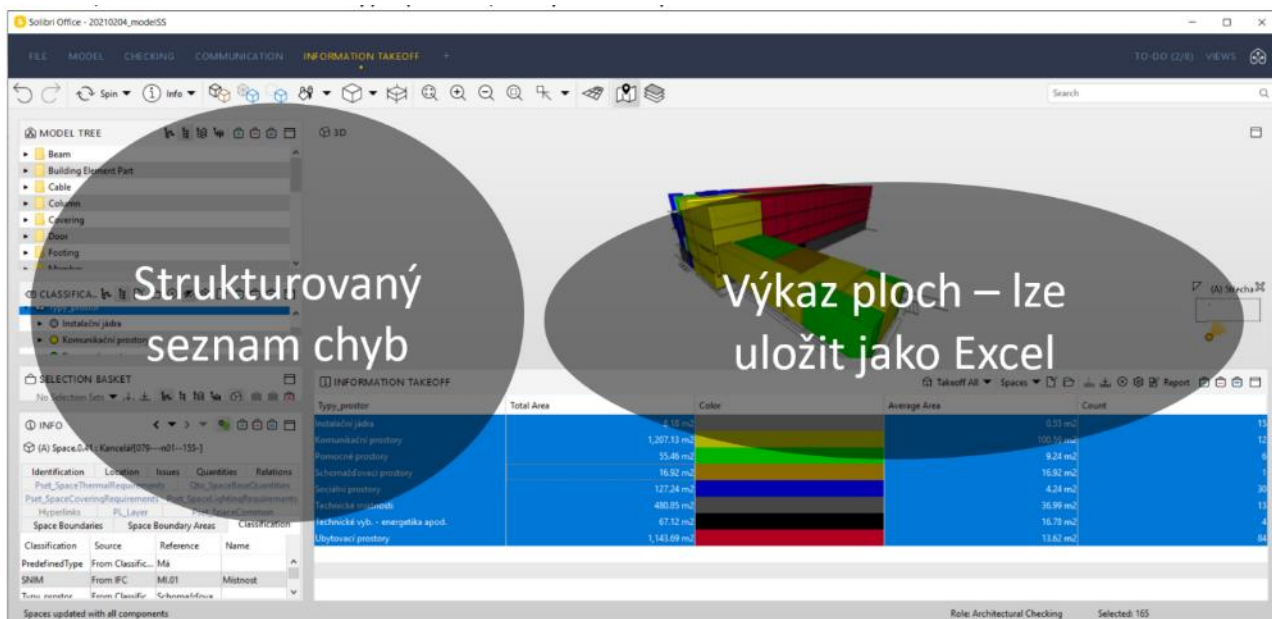
- ▶ byly započítány veškeré vnitřní podlahové plochy
- ▶ byly klasifikovány požadovaným způsobem.

Kontrola modelu umožnila odhalit chybu v projektu. Projektant opominul započítat některé prostory. Automatická kontrola odhalila opomenuté prostory a upozornila na ně grafickým vyjádřením, viz Obrázek 6.7/01.



Obr 6.7/01

Plochy byly vykázány podle parametru „Typy prostor“ (Obrázek 6.7/02). Došlo tak k agregaci všech typů prostor ve výkaze a jejich účelovému zbarvení. Došlo tak k vizuální kontrole správnosti jak v účelovém 3D zobrazení modelu, tak v seznamu všech typů prostor, který musí odpovídat zadání.



Obr 6.7/02

6.9.3 SOUČASNÝ STAV ŘÍZENÍ KVALITY MODELŮ

Zatím jediné skutečně rozšířené užití modelu je **tvorba 2D projektové dokumentace**. Takové užití modelu vede ke kvalitám orientujícím se na geometrickou kvalitu elementů modelů. Hlavním příjemcem benefitů je potom zhotovitel projektové dokumentace.

Odemknutí potenciálu BIM spočívá v postupném rozšiřování požadovaných/realizovaných kvalit modelu i dalšími stranami stavebního projektu, které model budou vytěžovat, případně obohacovat o související data pro danou fázi projektu.

V současné době musí zásadní roli sehrát strana zadavatele – naneštěstí. Naneštěstí z toho důvodu, že zadavatel je z principu stavební laik. Zadavatel je však svorníkem mezi všemi stranami a vybírá zhotovitele klíčových dodávek – projektové dokumentace, výstavby, TDI atd. Zůstává tak jediným hybatelem pro nastavení a řízení kvality modelu. S tím souvisí silná kompetence při kontrole přebíraných modelů. Především proto, že v současné době se nelze opřít o legislativu, která by dále jednoznačně identifikovala odpovědnost v projektu za digitální data.

Přestože existuje ustanovení stavebního zákona § 159 odst. 1: „Projektant pak nese odpovědnost za zpracovanou dokumentaci, a to zejména s ohledem na její správnost, celistvost a úplnost“, zákon dále vyhláškami upravuje pouze 2D tištěnou, autorizačním razítkem „pečetěnou“ podobu projektové dokumentace. Zadavatel by se použitím BIM dostal do pozice **nevymahatelnosti** později zjištěných závad. V projektech je tedy zřizována role BIM manažera. Je však bezvýhradně nutné, aby tato role byla zřízena v první řadě na straně samotného zadavatele.

Naneštěstí, do pozice „**BIM manažerů**“ se dnes staví mnoho projekčních kanceláří, často v roli dodavatele modelu. Často se poznají máváním s termíny 3D, 4D, 5D, LOD, apod. Samotná podstata jejich role ve stavebním procesu vylučuje jejich nestrannost.

Dobrou zprávou je, že tento rozpor je postupně odkrýván. Někteří zadavatelé zřizují pozice BIM koordinátorů/manažerů. Ti začínají požadovat u modelů kvality, které jdou nad rámec tisku 2D dokumentace.

Přestože je proces pomalý a omezený na technologicky orientované zadavatele, vzniká vnímatelný tlak na kultivaci digitálního prostředí ve stavebnictví.

6.9.4 PREDIKOVANÝ VÝVOJ A ZÁVĚR

K širší diskusi by byl způsob zajištění kompetencí zadavatele při řízení kvality modelu v projektu. Pro většinu zadavatelů je neekonomické si tak silné kompetence vybudovat v podobě trvalé pozice koordinátora/manažera BIM.

Na to jistě zareaguje trh, který bude kopírovat jiná digitalizovaná odvětví.

Je téměř jisté, že na trhu budou přibývat nabídky konzultačních **služeb specificky orientované** na nastavování požadavků a jejich kontroly.

Konzultační služby budou postupně transformovány ve služby **certifikační**, které nebudou jen „radit“. Svým certifikátem představujícím kombinaci kvality modelu/výstupů/SW/znalostí vybavenosti budou garantovat určité funkčnosti či celá užití modelu v projektu.

Certifikační služby budou dále transformovány na **integrované služby**. Jejich know-how, SW vybavení a velká šířka kompetencí ve stavebnictví dokáže pokrýt a určit datovou kvalitu modelu v průběhu celého stavebního procesu. Tyto služby tak zajistí benefity „na klíč“.

6.9.5 VZTAH K ÚROVNI VZDĚLÁNÍ

Tento odstavec se věnuje požadované úrovni vzdělání absolventů středoškolských a vysokoškolských odborných směrů.

6.9.5.1 STŘEDOŠKOLSKÉ ODBORNÉ VZDĚLÁNÍ

Středoškolské studium by mělo předat absolventovi takové znalosti a zkušenosti, aby dokázal specifikovat požadavky a nastavení automatizovaných kontrol v nástrojích pro kontrolu softwaru. Měl by být schopný přebírky i předávky dat s ověřením jejich kvality ve specializovaném nástroji pro kontrolu a řízení kvality (tzv. QA/QC nástroje: QA quality assurance – orientování na prevenci vzniku chyb, QC quality control – orientace na identifikaci vzniklých chyb).

6.9.5.2 VYSOKOŠKOLSKÉ ODBORNÉ VZDĚLÁNÍ

Vysokoškolské studium by mělo vedle znalostí a zkušeností středoškolské úrovně předat následující:

- schopnost strategického plánování řízení kvality v rámci společnosti nebo celého projektu
- podrobnou znalost kódu BCF a IFC, především ve vztahu k nepřesnostem při exportech a importech z jednotlivých SW nástrojů

6.10 Role dronů a 3D scannerů při práci s metodou BIM

Ing. Martin Dědič

6.10.1 ÚVOD

Nové technologické nástroje přispívají k zefektivnění a zrychlení stavebních procesů. Používání dronů je stále rozšířenější. Díky jejich vývoji a vývoji 3D scannerů jsou tyto technologie stále dostupnější a efektivnější. Firmy napříč průmyslovými odvětvími si čím dál tím častěji uvědomují, že drony s 3D scannery mají řadu využití a sektor stavebnictví nezůstává pozadu.

Stavební průmysl si velmi rychle osvojil použití dronů a 3D scannerů a nyní si je velmi dobře vědom výhod jejich použití. Zejména během geodetických fází stávajících pozemků nebo budov a monitorování stavenišť. Nesporným přínosem je i možnost integrace do procesů BIM.

Způsob myšlení BIM představuje nový přístup k digitalizaci stavebního průmyslu. Průběh celého životního cyklu stavby, od první myšlenky až po její demolicí v rámci BIM představuje využití moderní technologie vedoucí ke zlepšení kvality staveb. Proces vytváření modelů pomocí 3D skenování a fotogrammetrie pomáhá efektivnímu a časově nenáročnému měření stávajících objektů jako podklad pro vytvoření informačního modelu stavby. Ten může dále získat aktuální a snadno upravitelné „digitální dvojče“, kde můžeme simulovat provozní náklady budovy nebo pozitivní a negativní dopady z mnoha dalších aspektů, jež technologie informačních modelů nabízí. Další možností je sledování případných změn staveb v čase (deformace, rozšiřování objektů, demolicí...).

6.10.2 ROLE DRONŮ V ŽIVOTNÍM CYKLU BUDOV NAVRŽENÝCH POMOCÍ BIM

► **Fáze návrhu** – v této fázi již bylo použití dronů ve stavebnictví široce testováno. Průzkum stavební plochy je založen na klíčových koncepcích fotogrammetrie: začíná sérií pořízených fotografií, které jsou poté zpracovány speciálním softwarem s technologiemi zvanými SfM (Structure from Motion), nebo definicí 3D geometrie počínaje pohybem, kdy se pořídí obrázky.

Výsledkem je mračno bodů, které lze dále zpracovat, a vytvořit tak trojrozměrné síťové modely.

Tyto modely pak tvoří základ pro generování modelu BIM. Průzkumy dronů lze také integrovat do průzkumů laserových skenerů, což má za následek ještě přesnější a podrobnější mračna bodů. Drony nám navíc mohou poskytnout přesné a rychlé panoramatické snímky velkých a vysoce rizikových oblastí nebo oblastí, které je obvykle obtížné zkontrolovat. Tímto způsobem je dnes možné získat trojrozměrné modely míst, která byla ještě před několika lety nedosažitelná. Velké množství shromážděných dat lze použít k plánování stavebních činností, čímž se vytvoří nové a zajímavé spojení mezi drony, BIM a územním plánováním.

► **Fáze realizace** – s přechodem od návrhu k provedení stavby se role dronů mění. Na staveništích je nepochybně nespočet potíží, nepředvídané okolnosti a obtížně zvládnutelné proměnné. Kritické problémy, které tyto technologie mohou udržet pod kontrolou. Za tímto účelem lze drony použít k monitorování bezpečnosti / řízení vývoje a stavu staveniště během provozu. To je nezbytné k ověření skutečné korespondence mezi projektem a výstavbou, fotografie a videa získaná z dronů lze ve skutečnosti nahrát na platformy pro spolupráci BIM. Jednu z hlavních obtíží při správě staveniště lze tedy překonat neustálou aktualizací dokumentace, grafiky a fotografií v průběhu projektu a rychlým sdílením dat. Se zavedením dronů a BIM platformy ve stavebnictví je možné sdílet řadu leteckých snímků a videí ve vysokém rozlišení v reálném čase, což umožní nad stavenišťem plnou kontrolu bez nutnosti být přímo na místě.

- ▶ **Fáze správy objektu** – jakmile je fáze výstavby dokončena, je třeba řešit fázi správy objektu, což může stále představovat řadu obtíží. Díky dlouhé životnosti budovy je nepravděpodobné předpokládat, že osoby odpovědné za správu a údržbu budovy zůstanou vždy stejné. Přechod mezi různými provozovateli, od výrobce po správce zařízení, může způsobit ztrátu informací a údajů týkajících se budovy a různých prováděných údržbářských operací, jakož i charakteristik samotné budovy. V praxi by došlo ke ztrátě „datové paměti budovy“, která je zásadní pro její údržbu. Použití modelů BIM umožňuje mít aktualizovaný model, který lze použít pro plánování zásahů údržby. V modelu BIM lze archivovat všechny zásahy údržby, fotografie a inspekční zprávy, aby byl k dispozici aktualizovaný archiv s úplnými údaji týkajícími se celého životního cyklu budovy. Drony představují v této fázi ideální nástroje pro provádění inspekcí částí budovy, které jsou obtížně dosažitelné.
- ▶ **Fáze demontáže** – a konečně lze drony použít ke sledování fází demontáže, demolice a obnovy budov, které dosáhly konce svého životního cyklu. V této fázi model BIM, který umožní poznat do hloubky každý prvek tvořící budovu tím, že se vrátíte zpět a budete postupovat podle původních fází výstavby, velmi usnadní fáze demontáže a demolice. Hloubková znalost budovy také umožňuje zúčastněným stranám identifikovat jakékoli prvky, které by mohly být získány zpět, nebo jakýkoli konkrétní materiál, který je třeba zlikvidovat s větší péčí (speciální odpad, nebezpečné látky atd.).

Potenciál 3D skenerů v metodě BIM je především v efektivnějším, přesnějším a rychlejším zaměření existujících budov, které ještě nebyly modelované metodou BIM, ale je zde předpoklad dlouhé životnosti a tím i získání kvalitního podkladu pro správu objektu. Mezi další využití patří stavební úpravy rozsáhlých objektů zejména těch historických, kde není ani jeden úhel pravý a obsahují různé výškové úrovně a tloušťky stěn, což značně komplikuje využití klasických měřících metod. Různými druhy a typy 3D skenerů jsme schopni získat bodová mračna interiérů i exteriérů různých stavebních objektů od jednotlivých stavebních prvků po celé komplexy budov.

6.10.3 INFORMAČNÍ MODEL STÁVAJÍCÍ STAVBY

Máme na výběr z několika způsobů, jak vytvořit podklad pro BIM stávající budovy. Nejmodernější technologií je použití 3D skenovacího zařízení, které umožňuje vytvořit co nejpřesnější model budovy za co nejkratší dobu. Nevýhodou mohou být vysoké nároky na výkon počítače a vysoké nároky na znalosti pracovníků o geodézii a 3D skenerech.

Hlavním rysem laserového 3D skenování je krátká doba měření ve vztahu ke geodetickým metodám nebo klasickému laserovému měřiči. Zpracování dat je však výrazně delší, jako je tomu u fotogrammetrického zaostřování. Právě fotogrammetrii měly 3D skenery eliminovat z technologií používaných pro měření a modelování stávajících objektů. Po provedení značného množství srovnání obou druhů optických metod však bylo zjištěno, že obě metody se vhodně doplňují. Využití bodových mračen bude do budoucna standardní podklad pro projekční činnost ve výstavbě.

6.10.4 CO BY MĚL ABSOLVENT OVLÁDAT PRO BUDOUCÍ PRÁCI S METODOU BIM?

Základy 3D skenování a digitální fotogrammetrie, znalost postupů, jakými se data získávají i přestože toto v praxi užijí pouze absolventi geodetických oborů. Zejména významný vliv předskanovací přípravy na délku měření a kvalitu získaných dat, využití vlčivacích bodů a vložení dat do absolutních souřadnic.

Absolventi všech stavebních studijních programů by měli umět pracovat s bodovým mračnem získaným pomocí 3D skeneru nebo digitální fotogrammetrie.

6.10.5 BIBLIOGRAFIE

- [1] Štroner M, Pospíšil J, Koska B, Křemen T a Urban R., 3D skenovací systémy, ČVUT v Praze, Praha, 2013.
- [2] Prušková, K.; Dědič, M.; Kaiser, J., "Possibilities of Using Modern Technologies and Creation of the Current Project Documentation Leading to the Optimal Management of the Building for Sustainable Development," Central Europe towards Sustainable Building (CESB19), 2019.
- [3] Dědič M., 3D scanning and analysis of acquired data of historically and culturally significant objects referring to the work of Adalbert Stifter, MATEC Web Conf., České Budějovice, Czech Republic, vol. 279, article number 01014, 2019.
- [4] Dědič M., Evaluation of the processes of creating a project documentation of an existing building using a 3D scanner, SGEM, Sofia, vol. 279, sv. 19, čís. 2.2, 2019.
- [5] Dědič M., Digital model of an existing building a wild riverbed in Tokio, MATEC Web Conf., České Budějovice, Czech Republic – to be publish in 2021

6.11 Role BIM v kontextu virtuální a rozšířené reality

Ing. Ondřej Pilný

6.11.1 ÚVOD

Obdobně jako u jakéhokoliv jiného relativně nového a zatím ne úplně rozšířeného tématu je i pro roli BIM v kontextu virtuální a rozšířené reality problematické říci a vymezit, jaké znalosti, stupně dovedností a z nich plynoucí dovednosti by měli ovládat případní absolventi středních a vysokých škol. Situace je o to komplikovanější, že pro BIM se nejedná pouze o virtuální a rozšířenou realitu, ale o realitu umělou, která do sebe zahrnuje celou škálu dalších "jiných" realit, jež doplňují, nebo rozšiřují výše uvedené pojmy. Každý z těchto pojmů navíc vyžaduje trochu jiný přístup a trochu jiné znalosti nezbytné pro specifická zaměření.

6.11.2 NEZBYTNÉ SOUVISLOSTI

Pro budoucího uživatele virtuálních funkcí VR/AR/MR v souvislosti s BIM je nezbytné, aby byl postupně přiváděn do celého dění prostřednictvím důrazné snahy o uvědomění si souvislostí BIM a VR. Tyto souvislosti totiž nemusí být na první pohled úplně zjevné a teprve díky pokročilým nástrojům se objeví. Představíme-li si například vytvoření modelu objektu pro studii, vidíme pouze 3D prostředí, které je co nejlépe vymodelované, a to může úplně stačit. Posléze se přidávají možnosti jako je připomínkování tohoto prostoru při podrobném procházení.

6.11.3 ZNALOSTI VE 3D PROSTŘEDÍ

Znalosti ve 3D prostředí je současně potřeba rozlišovat podle stupňů, viz jednotlivé body níže. Většina uživatelů CAD by totiž v pořádku, řekněme s týdenním školením, s jistotou uměla vytvořit 3D model použitelný pro VR/AR/MR ve stupni investičního záměru/studie. Avšak, abychom se pak dostali k pokročilým nástrojům, analýzám a dalším, je zapotřebí velmi hlubokých znalostí nejen v prostředí CAD systémů, ale také cílového prostředí umělé reality. Ne vše je totiž díky komplexnosti umělé reality možné převést a je často nutné vytvářet různé ústupky, nebo slevit z našich požadavků.

6.11.4 POŽADAVKY NA VŠEOBECNÉ ZNALOSTI BIM V KONTEXTU VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY

- 1/ Pochopit pojmy umělé reality (VR, AR, MR a další) a znát základní možnosti jejich využití.
- 2/ Umět s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu pohybu v prostředí softwaru a využití základních nástrojů.
- 3/ Umět s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu základního převodu a využití modelů, které jsou bez informací koncepce BIM, umět modely využít pro prezentace staveb, komunikaci s investorem ve stupni investičního záměru/studie a případně vytvářet v prostředí umělé reality kolaborativní meetingy.
- 4/ Umět vytvořit základní modely pro VR/AR/MR ve stupni investičního záměru/studie. Umět dobře pracovat ve 3D prostředí.
- 5/ Pochopit komplexní možnosti prostředí umělé reality a návaznost na BIM, tj. vědět, co má smysl do modelu pro umělou realitu zahrnout a co ne. Znat limity umělé reality, k čemu přesně ji lze využít (rozšíření znalostí 1 a 2).
- 6/ Umět s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu pokročilého využití softwaru s využitím složitých a komplexních nástrojů.
- 7/ Umět s prostředím VR/AR/MR pracovat ve smyslu pokročilého převodu a využití modelu, který obsahuje informace BIM prostředí ve stupni LOD 100-500 (dle projektu), tj. připomínkování, kontrola kolizí apod.
- 8/ Umět vytvořit pokročilý model pro VR/AR/MR ve stupni dokumentací DSP a DPS, které odpovídají požadavkům koncepce BIM a které obsahují informace viz bod 7. V rámci zpětné kontroly a připomínkování umět informace přesouvat mezi body 7 a 8. Umět velmi dobře pracovat nejen ve 3D prostředí, ale také v softwarech pro vytváření modelu a pro využití modelu (tedy CAD > VR/AR/MR), a umět využívat vlastností a klasifikací jednotlivých entit/objektů vstupujících do modelového prostředí.

- 9/ Umět využít data technologie AR/MR pro Facility Management. Umět využít data technologie VR (je nejčastější) pro analýzy, např. pokročilé stavební fyziky (tepelné mosty, proudění, statika apod.).
- 10/ Umět pracovat s prostředím pro vytváření softwarů pro VR/AR/MR na základní úrovni, tj. herní enginey jako např. Unreal Engine, Unity apod., které jsou zodpovědné za převody informací, pohyb a nástroje prostředí umělé reality. Umět modely vkládat, upravit, zakomponovat nové modely apod.
- 11/ Umět pracovat s prostředím pro vytváření softwarů pro VR/AR/MR na pokročilé až expertní úrovni. Tedy umět vytvářet nástroje, prostředí, převodníky, umět skloubit model z CADu a zakomponovat do něj např. CSV data pro vytváření některých prvků apod.

6.11.5 ZNALOSTI BUDOUCÍCH ABSOLVENTŮ

Úroveň popsaná v bodech 10 a 11 bude v budoucnosti nezbytná, zejména pokud jako uživatelé budeme chtít dostat do modelu komplexní informace související zejména s analýzou například pohybu NPC osob v prostředí VR. Představme si, že máme model, máme data o pohybech osob po modelovém prostředí. Tyto informace spojíme právě v Unreal Enginu tak, že importujeme model, importujeme CSV informace o pohybech osob a automatizaci necháme engine vytvořit modely pohybujících se osob v prostředí VR. Jiný způsob v tuto chvíli neexistuje, pokud bychom nechtěli vše dělat ručně a bez možnosti zpětné kontroly.

Pro absolventy středních škol proto bude nezbytná znalost alespoň stupně 5 až 6. Pro absolventy vysokých škol alespoň stupeň znalostí popsaný v bodě 8 (pro některé obory v bodě 9).

Znalosti popsané v bodech 10 a 11 představují v podstatě pochopení programování umělé reality, které vede k vytvoření vlastních aplikací a plného využití umělé reality.

6.11.6 BIBLIOGRAFIE

[1] PILNÝ Ondřej, REMEŠ Josef, GOTTVALDOVÁ Jana, JUN David, PILNÝ Petr, Virtuální realita ve stavební praxi, Ústav automatizace inženýrských úloh, Fakulta stavební VUT v Brně, 2020. Dostupné online https://issuu.com/fast.aiu/docs/vr_ve_stavebni_praxi.

6.12 Návaznost BIM a CAFM systémů ve fázi provozu a užívání stavby

Ing. Eva Wernerová, Ph.D.

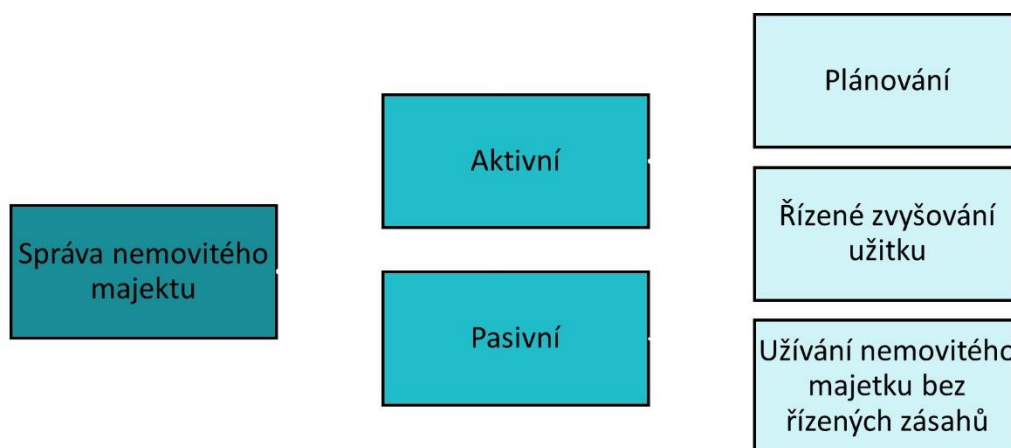
Digitalizace stavebnictví ovlivní nejen fáze přípravy a realizace staveb životního cyklu staveb, ale také následnou fázi provozu a užívání, kde významnou roli hraje facility management – proaktivní přístup k péči o nemovitý majetek a řízení provozně – technických služeb s využitím softwarových nástrojů CAFM.

6.12.1 PŘEDMĚT VÝKONU SPRÁVY MAJETKU A PROVOZU BUDOV

S pojmem správa nemovitostí se setkáváme od chvíle, kdy lidskou činností vznikají stavební díla. Byla tady od počátku lidského tvoření obydlí a dalších staveb, která se v čase měnila a chátala. V reakci na to vznikla potřeba zasáhnout do těchto dějů a zasadit se o to, aby tento lidský výtvar sloužil daným potřebám. Správa majetku souvisí s péčí o daný majetek, kterým může být v tomto případě nemovitost, např. budovy pro bydlení, veřejné budovy, dopravní komunikace apod. Každá nemovitost byla pořízena investiční akcí, tzn., vždy existuje investor, který svůj investiční záměr realizuje pomocí svých investičních nákladů za cílem zhodnotit tyto náklady v podobě užitků. Z ekonomického pohledu jsou to užitky finanční, kdy se investor snaží vytěžit maximum z původní investice a jeho cílem je dosažení maximálních zisků.

Každá nemovitost potřebuje kvalitní správu k tomu, aby bylo dosaženo maximálních užitků a aby byly splněny požadavky investora. V případě vlastnictví bytového domu je cílem investora, resp. Vlastníka mít plnou obsazenost bytů a vybírat od nájemníků nájemné, které je v současnosti stanoveno tržně a deregulováno. Z části nájemného pak vlastníci objektu plánují a realizují další investiční zásahy do nemovitosti.

Přístupy ke správě nemovitého majetku jsou dva: aktivní a pasivní, viz obr. 6.11/01.



Obr 6.11/01 - Členění správy nemovitého majetku. Zdroj: vlastní.

¹V tomto případě je investor chápán jako subjekt, který pokryl náklady spojené s realizací investičního záměru a výslednou nemovitost si ponechal ve svém vlastnictví. Způsob provozování může být buď vlastními silami (investor je vlastníkem a sám sobě správcem nebo správu svěří do rukou specializovanému subjektu – facility manažera), nebo pronájemem (vlastník neužívá dílo sám, ale za dohodnutou sumu svůj majetek pronajímá a spravuje).

Aktivní správa nemovitostí v sobě zahrnuje cílené plánování a nakládání s nemovitým majetkem, a to jak na úrovni technické, ekonomické, tak i administrativní. Cíleným a plánovaným přístupem a nakládáním s nemovitým majetkem je dosaženo v konečném důsledku větších užitků, než je tomu u pasivní správy.

Pasivní správa nemovitostí je tou nejběžnější formou správy u neinformovaných vlastníků. Pasivní správa nemovitosti neplánuje budoucí provozování nemovitosti, ale pouze nemovitost užívá do doby, než se na majetku něco pokazí, nebo stane-li se něco, co zabrání plynulému užívání, např. prasklé vodovodní potrubí, závady na střešní konstrukci apod. Jedná se většinou o situace, které byly předvídatelné, ale při užívání nemovitosti se s nimi nepočítalo, a tak se na ně nevytvářela žádná finanční rezerva, či další činnosti jako např. tvorba projektové dokumentace, plán omezení provozu apod. [2]

6.12.2 ZÁKLADNÍ PŘEHLED O FACILITY MANAGEMENTU

Principem facility managementu je převzetí řízení životního cyklu objektu po jeho stránce technickoekonomické i administrativní tak, aby za vynaložení minimálních nákladů na udržení užitelného stavu nemovitosti dosáhl maximálních užitků a splnil tak požadavek plynoucí ze stavebního zákona. Ideální stav pro výkon správy a údržby nemovitostí spočívá v přijetí zásad, myšlenek a pravidel facility managementu.

Činnosti fáze provozu a užívání stavby jsou multioborové. Jedná se jak o činnosti spojené s ekonomickou a právní stránkou, tak o činnosti provozní a technické. Za činností denní operativy jsou považovány činnosti řešící vztah nájemníků, dodavatelů služeb či energií potřebných pro plynulý bezporuchový provoz, úklidové práce, zajištění bezpečnosti apod. Celé schéma správy nemovitostí nejlépe vyjádří obr. 1.2. Vzhledem k rozmanitosti a náročnosti na plánování a řízení těchto procesů, je nutné zavádět do organizací, resp. staveb systém, který umožňuje tyto procesy řídit. U rozsáhlejších majetků spravovaných profesionálními FM poskytovateli není proto výjimkou, že jsou veškerá data a dokumenty uložena digitálně v CAFM systému.



Obr 6.11/02 - Obsah správy nemovitostí. Zdroj: vlastní.

Před aplikací BIMu se veškerá data musela do CAFM systému importovat manuálně nebo v lepších případech z existujících excelovských souborů, které se upravovaly pro import do SW. Se zavedením BIMu je situace plnění CAFM systému daty jednodušší – data lze naimportovat přímo z BIM modelu. Facility management a řízení podpůrných činností je aktivitou fáze provozu a užívání, proto je nutné zmínit, že BIM model s propojením na CAFM systém lze zajistit u staveb:

- ▶ **Nově kolaudovaných** a uvedených do provozu, kde je více než žádoucí, aby osoba budoucího facility manažera byla přítomna u všech podstatných jednání v přípravě investiční zakázky. Svým pohledem

budoucího správce může pozitivně ovlivnit budoucí náklady spojené s provozem a užíváním stavby a zabezpečí strukturu a formát dat vstupujících do BIM modelu pro potřeby FM.

- ▶ **Stávajících**, kde se osoba facility manažera potýká s velmi těžkým počátečním stavem. Záleží na stáří objektu a předešlém způsobu správy a provozu, ale ve valné většině případů je běžným stavem absence, duplicita, nejednoznačnost, neaktuálnost a papírová podoba veškeré dokumentace popisující nejen fyzický stav spravované nemovitosti, ale také procesy v ní probíhající.

Ať se jedná o kterýkoliv z uvedených případů, vždy je žádoucí zavést pro správu a provoz CAFM systém přizpůsobený konkrétní stavbě. [2]

6.12.3 CAFM SYSTÉMY

CAFM systémy (Computer Aided Facility Management) jsou softwarové nástroje určené k podpoře facility managementu. Ten se stal nedílnou součástí BIM koncepce, a to zcela oprávněně. Provoz a užívání staveb je nejdelší částí životního cyklu staveb a specializací/odborností tohoto odvětví je právě facility management.

CAFM systémů existuje na trhu celá řada. Ve své podstatě se jedná o tabulkově strukturované softwary, které jednotlivé tabulky dokáží efektivně propojovat a kombinovat pomocí složitých funkcí. Tím vzniká efektivní nástroj, který zajišťuje nejenom skutečný přehled technickoekonomických informací o stavbě (pasportů), ale který také dokáže plánovat a vyhodnocovat jednotlivé procesy spojené se správou majetku, tzn. jednotlivé činnosti provázat na samotný pasport a kalkulovat náklady. Samotná provázanost dat v CAFM systému zaručuje rychlé vyhledávání a možnost efektivně s dostupnými daty pracovat. Charakteristickým znakem těchto SW nástrojů je to, že jsou modulární, což znamená, že konečný uživatel si u vývojáře tohoto systému přesně definuje, o jaké funkcionality má zájem. Moduly, které jsou běžně nabízeny:

- ▶ údržba
- ▶ evidence
- ▶ úklidové práce
- ▶ dokumenty
- ▶ helpdesk
- ▶ řízení nájemních vztahů
- ▶ nemovitost
- ▶ a další

Aby CAFM systém mohl fungovat, potřebuje být naplněn daty. Data jsou klíčová pro správné řízení provozně-technických procesů. Pokud jsou data duplicitní, nepřesná, nejednotná, tak sebepoctivější facility manažer „hraje přesnou hru s nepřesnými čísly“, což v konečném důsledku představuje finanční ztráty.

Většina CAFM systémů umožňuje naplnění vlastní databáze externími daty (pomocí formátu CSV – tzn. Například z tabulkového editoru MS Excel). Při tomto úkonu je nutná správná struktura dat, aby k importu mohlo dojít. Jsou-li data v Excelu správně strukturovaná, samotný import je velmi rychlým úkonem a všechna data se do CAFM systému příslušně přiřadí. Stejně tak je možné velmi rychle a snadno jednotlivá data z CAFM systému exportovat do tabulkového editoru MS Excel, textových formátů nebo PDF.

Na CAFM systémy je možno vznášet požadavky nejen na údržbu a technologické opravy, ale také na zajištění některých vybraných služeb, např. mimořádný úklid, rezervace místnosti aj. Pravidelná údržba je z části předepsána výrobcem či přímo legislativními předpisy (například revize) nebo ji technici vykonávají na

základě dlouholeté zkušenosti a znalosti provozu. CAFM systémy proto evidují souhrn pravidelných údržeb a oprav, které v zadaných intervalech generují jednorázové požadavky. Tyto se zobrazí na obrazovce spolu s jednorázovými požadavky z titulu nálezů při kontrolních obhlídkách nebo při konkrétních poruchách či haváriích. Pravidelné požadavky mohou být do těchto registrů zaváděny i na základě požadavku environmentálních aspektů (ISO 14000), bezpečnostních kontrol (OHSAS 18000) apod. Jednotlivé požadavky na služby pro zaměstnance (uživatele budov) do systému zavádějí buď přímo zaměstnanci nebo dispečeri nebo je zapisují jednotliví facility manažeři či jiní oprávnění pracovníci FM úseku, na které se obracejí jednotliví zaměstnanci (uživatelé budov) se svými potřebami. Rozsah typů požadavků však může být stále rozšiřován (předně se jedná o činnosti, které FM dodavatel přímo zajišťuje, dále však lze zaznamenávat i požadavky, které FM dodavatel pouze zprostředkovává, pro evidenci či pozdější vyhodnocení je však záznam v dispečinku velkým přínosem). Help Desk a jednotná forma evidence a vyřizování požadavků (žádostí o služby) navíc zvyšuje firemní kulturu. Integrovaný dispečink je dalším stupněm integrace, kde jsou požadavkové systémy propojeny s technologickým dispečinkem, oba dispečinky (jak technologický, tak i požadavkový) mohou být integrovány do jedné místnosti. Veškeré požadavky jsou pak jednotně evidovány a vykazovány. To vede k vyšší operativnosti, zastupitelnosti a v neposlední řadě i k sjednocení sledování nákladů na jednotku. Pomocí vzájemného propojení BIM modelu a CAFM systémů jsou procesy a požadavky vyřizovány efektivně. [1]

6.12.4 PŘÍNOSY BIMU VE FACILITY MANAGEMENTU

BIM model přináší soubor ucelených a strukturovaných dat o budově, která jsou připravena k použití při správě a provozu majetku – facility managementu.

Předání a převzetí hotové stavby dosud probíhá předáním dokumentace skutečného provedení stavby, kde by měly být zaznamenány veškeré změny a úpravy oproti dokumentaci pro provádění stavby, a předáním všech potřebných protokolů, revizních zpráv, atestů a dalších dokumentů. V den předání hotového díla lze říci, že veškeré údaje jsou platné a aktuální, ovšem s postupem času data zastarávají a málo kdy se aktualizují nebo dochází k jejich ztrátám. To vše by měl BIM změnit a otočit k lepšímu. Správcům budou k dispozici úplná a aktuální data, se kterými bude možno pracovat např. při plánování strategických plánů údržby a obnovy. Nevznikne potřeba dodatečně provádět pasportizaci a vytvářet pasporty, protože vhodným a kompatibilním prostředím SW nástroje budou importována všechna relevantní data z modelu (To platí, pokud se nejedná o zavádění BIM u stávající stavby. V procesu zavádění BIM u stávající stavby se pasportizace provádět musí.). Dále lze jednoduše plánovat podpůrné procesy a řešit běžnou denní operativu. Veškerá práce správce povýší na digitální úroveň práce s daty, časem vymizí papírové zakládání např. revizních zpráv, smluv s dodavateli služeb apod., nebo se stane sekundárním/doplňkovým zdrojem informací. Vše bude zdigitalizováno a online přístupné z cloudového úložiště přes jakékoliv mobilní zařízení s připojením k internetu. To vše je zatím hudbou budoucnosti, která se ovšem nezadržitelně blíží.

6.12.5 SYNERGIE BIM, CAFM A ČLOVĚK

BIM specialisté umí vydefinovat požadavky na hardwarové a softwarové vybavení potřebné pro BIM, facility manažer umí vydefinovat požadavky pro zavedení CAFM systému, ale velmi často se zapomíná na požadavky klíčového prvku celého digitálního společenství – člověka. Je to neopomenutelný článek celého řetězce. Bez něj a jeho schopností a dovedností nelze nechat rozkvést potenciál BIM modelů propojených s CAFM systémem. Proto je velmi žádoucí, aby tato osoba v sobě snoubila více než jen technické zaměření. Tak jako je facility management multidisciplinární, tak se musí i facility manažer orientovat ve stavební problematice, v problematice spojené s provozem TZB i ekonomických činnostech. Jako v každém odvětví i facility manažer dbá zejména na hospodárnost všech procesů a musí umět plánovat náklady a zajišťovat zdroje na jejich pokrytí, dále komunikuje s lidmi, ať na straně klienta nebo vlastních zaměstnanců, musí umět plánovat a řídit vlastní agendu a v neposlední řadě musí umět komplexně obsluhovat ICT, analyzovat a třídit data a z nich

formulovat informace o provozu a procesech. Minimum znalostí, které by měl mít, souvisí také se zákonnými povinnostmi týkajícími se provozování vyhrazených technických zařízení a zařízení podléhajících revizím a znát zákonné povinnosti vlastníka, potažmo provozovatele, které ukládají příslušné právní předpisy dle charakteru stavby a funkčního využití.

Tento nelehký úkol vyžaduje, aby tento člověk měl nadhled nad všemi zmíněnými povinnostmi a činnostmi a byl schopen definovat, co přesně je nutné k tomu, aby BIM model mohl být propojen s CAFM systémem. Těmi požadavky na BIM model jsou zejména data, kterými má být BIM model naplněn. Toto je velmi klíčové pro následné propojení a řízení FM procesů. Definovat LOIN (Level of Information Need) je skutečně velmi pracné. Stanovení struktury a formátu dat závisí na pracovnících provozně-technických procesů.

Je tedy patrné, že se jedná o skutečně velmi široké spektrum činností, které musí být minimálně zajištěny, aby byl provoz a užívání stavby považován za bezpečný. K tomu je nutné přičíst ještě další neplánované (mimořádné) činnosti související s provozem a užíváním. Pokud má facility manažer zvládnout všechny úkoly jemu svěřené, je nezbytné zavedení systému. Podle velikosti a množství spravovaného majetku, vč. staveb, je zde možnost využití CAFM systému. Na trhu existuje větší množství vývojářů nabízejících de facto optimální řešení pro každého. Při výběru CAFM systému je důležité seznámit se s nabízenými moduly a ověřit, zda umožňuje živé propojení s BIM modely (obousměrná komunikace mezi nástroji). Není pravdou, že všechny CAFM systémy toto umí. Stále ještě existují nástroje, které se plní daty získanými z pasportizace nikoliv napojením na BIM model. Pokud se podaří vybrat vhodný CAFM systém a projít jej s BIM modelem, lze řídit procesy provozu a užívání sofistikovaně z jednoho místa nad skutečnými a jednoznačnými daty. Jakákoliv změna oproti BIM modelu (rekonstrukce, modernizace, přístavba, vestavba, změna konstrukcí a prvků apod.) musí být aktualizována.

6.12.6 ZÁVĚR

Digitalizace stavebnictví přináší průlomový posun v realizaci a plánování stavebních zakázek. Dřívější přístup k plánování staveb byl neuspořádaný, zmatečný a těžko koordinovaný. Není proto divu, že postupem realizační fáze se odhalují kolize jednotlivých konstrukčních prvků a technických zařízení, které vyžadují okamžitá, spíše improvizovaná řešení, která zbytečně prodlužují stavební výrobu a prodražují její realizaci, a v následné fázi provozu a užívání staveb způsobují snížení komfortu jejího užívání. Nejen toto mínus odstraní postupný přechod vnímání odborné veřejnosti procesu přípravy a realizace na metodu BIM. Prvotní přijetí nové myšlenky koordinované spolupráce na jednom modelu se zapojením všech zúčastněných stran při procesu tvorby projektové dokumentace a realizace se setkává většinou se zásadním odmítáním a nevolí k přechodu na něco nového. Zkušenosti získané z praxe severských zemí, a nejen z nich, hovoří jasně: metoda BIM pomáhá digitalizaci zkonstatěnému stavebnictví oprostít se od všech negativ současného řešení výstavbových projektů a posouvá jej na vyšší úroveň. Zavádění nových přístupů není nikdy snadné. Totéž platí i o zavádění metody BIM do českého prostředí.

Odbornost facility managementu při správě majetku a nemovitostí je nepopiratelným faktem současné doby. Tato odbornost je v komerční sféře již zaběhnutou praxí a mnohdy se jedná o správu skutečně velkých areálů, kde jednotlivé prvky mohou být podobné městským částem. Již se nejedná o správu jednotlivých budov, ale celých areálů, tedy včetně přilehlých ploch, spojovacích komunikací, zeleně a technických prvků v areálu. U nově vznikajících staveb se informační model rozrůstá a tvoří souběžně se stavbou, ovšem metoda BIM je aplikovatelná také pro stavby stávající. V kontextu udržitelného rozvoje, by současné stavby neměly být vylučovány, ale naopak podporovány k zavádění metody BIM. Důvod je jednoznačný: stavby se projektují a realizují za účelem provozu a užívání. Je to právě ona fáze provozu a užívání, která maximální měrou dokáže využít možností BIM modelu.

Procesy spojené s výkonem správy majetku jsou prováděny periodicky a jejich rozsah je vymezen provozními, společenskými, technickými a ekonomickými požadavky. Plnění těchto požadavků vede k naplnění cíle správy

majetku a tím je efektivní řízení majetkových aktiv přinášející minimalizaci výpadků provozu a maximalizaci užitků při dodržování zákonných požadavků právních předpisů. K tomu, aby bylo cíle dosaženo, je nutné přistoupit k řízení provozně-technických procesů CAFM systémy. Tyto systémy jsou modulární, což znamená, že mohou být přizpůsobeny na míru každé stavbě či areálu. CAFM systémy pracují nad daty získanými z pasportizace (v případě stavby bez BIM modelu) nebo z propojení BIM modelu. Pokud české stavebnictví bude chtít plánovat, realizovat a provozovat stavební zakázky metodou BIM, tak kromě SW a HW vybavení bude nutné zajistit také potřebná školení a vzdělávání pro klíčového člena digitálního společenství – člověka.

6.12.7 BIBLIOGRAFIE

[1] WERNEROVÁ, Eva, František KUDA a Michal FALTEJSEK. Zavádění BIM u existujících staveb. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2018. ISBN 978-80-248-4238-7.

[2] KUDA, František, Václav BERAN, Petr DLASK a Eva WERNEROVÁ. Management ekonomiky správy majetku. Průhonice: Professional Publishing, 2018. ISBN 978-80-88260-03-5.



Česká agentura pro standardizaci

Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1

+420 221 802 802

info@agentura-cas.cz

bim@agentura-cas.cz

www.agentura-cas.cz

www.KoncepceBIM.cz