

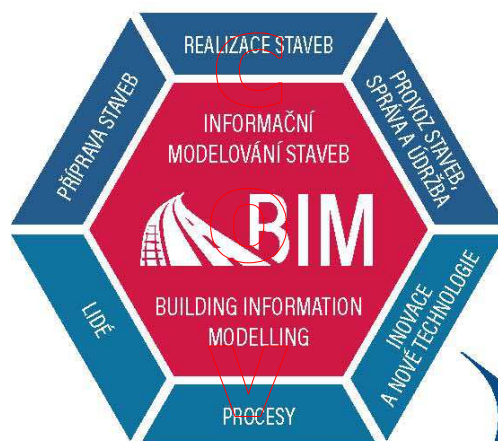
Analýza užití informačního modelování staveb (BIM) pro infrastrukturní stavby

Výběr relevantních užití BIM

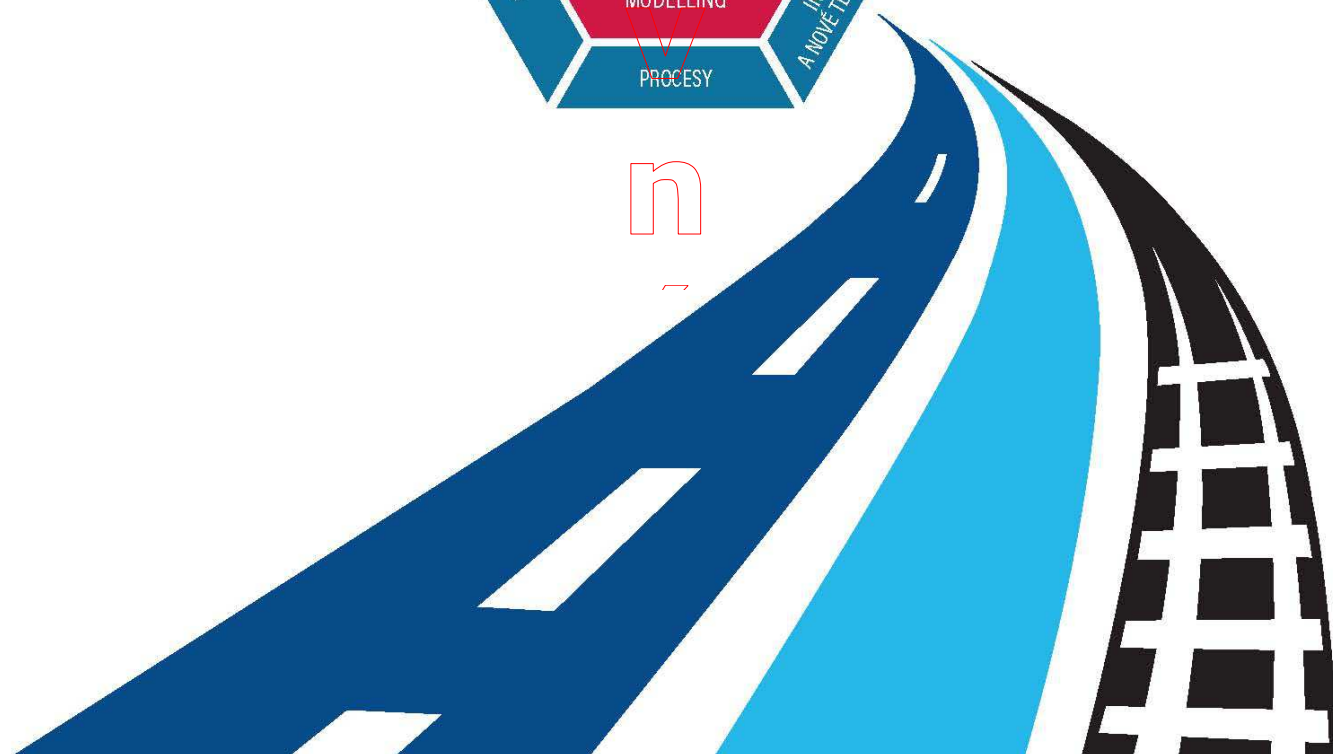
P

(listopad 2018)

a



n



P
Zpracoval:

Tým pro datový standard, SFDI

jmenovaný **Zbyňkem Hořelicou**, ředitelem SFDI,

koordinovaný **Ivo Vykydalem**, ředitelem odboru kanceláře ředitele SFDI.

ve spolupráci s členy:

Jan Hejral, Ondřej Kafka, Martin Krátký, Martin Sirotek, Josef Žák

a dále ve spolupráci s Ministerstvem průmyslu a obchodu,
Ministerstvem dopravy, Ředitelstvím silnic a dálnic ČR,
Správou železniční dopravní cesty, s.o.
a Ředitelstvím vodních cest ČR,

Ministerstvem průmyslu a obchodu
a Českou agenturou pro standartizaci



Analýza užití informačního modelování staveb (BIM) pro infrastrukturní stavby

Výběr relevantních užití BIM

(listopad 2018)

P

r

a



v

n

í



P

Obsah

1	Předmluva.....	4
2	Abstrakt.....	5
3	Úvod k užití BIM.....	6
3.1	Definice pojmu.....	6
3.2	Užití BIM při plánování projektu uplatňujícího BIM.....	6
3.3	Vazba na tvorbu datového standardu (DS).....	7
3.4	Cíl Analýzy.....	7
4	Analýza užití BIM.....	8
4.1	<i>Seznam užití BIM</i>	8
4.2	<i>Matice užití BIM a fází životního cyklu infrastruktury</i>	9
4.3	<i>Další charakteristiky užití BIM</i>	9
4.4	Hodnocení užitečnosti a proveditelnosti.....	9
4.4.1	Hodnocení užitečnosti.....	9
4.4.2	Hodnocení proveditelnosti.....	10
4.5	Statistické vyhodnocení výsledků.....	10
4.6	Závěr.....	14
4.6.1	Limity analýzy.....	14
5	Zdroje.....	15
	Poznámky:.....	16

r

a

c

o

v

n

z

1 Předmluva

Tento dokument souvisí s Analýzou užití informačního modelování staveb (BIM) připravenou Českou agenturou pro standardizaci (ČAS). Tento úvodní text si prakticky odpovídá. Jednotlivá užití BIM byla dále přizpůsobena terminologii používané u infrastrukturních staveb a vyhodnocena skupinou odborníků nezávisle.

P

r

a

c

o

v

n

~

2 Abstrakt

Pro jakýkoliv digitální nástroj/metodu/systém lze identifikovat způsoby jeho užití. Způsoby užití a jejich identifikace jsou výchozím bodem pro smysl a význam celého nástroje/metody/systému.

Příklad:

Softwarový nástroj – e-mailový klient má způsoby užití: přijímání zpráv, odesílání zpráv, zápisy do diáře, sdílení diářů, připojování diářů, rezervace místností apod.

Přestože je e-mailový klient již svým názvem specializovaný nástroj, způsobů jeho užití je několik. Aby bylo možné nástroj e-mailového klienta naprogramovat, bylo potřebné si dopředu jasně stanovit jeho způsoby užití.

Pro metodu BIM, představující komplexní digitální platformu ve stavebnictví, je nezbytné jednoznačně stanovit možná užití. Seznam způsobů/názorů, jak BIM používat, je mnohem rozvětvenější než u výše zmíněného příkladu specializovaného nástroje – e-mailového klienta.

O to podstatnější je toto vymezení užití BIM na počátku vývoje **datového standardu** (dále jen DS).

P
r

a

c

o

v

n

—

3 Úvod k užití BIM

3.1 Definice pojmu

Definici užití BIM popisuje několik zdrojů:

- Succar (3) definuje užití modelu: „Užití modelu reprezentuje interakci mezi uživatelem a modelovacím systémem za účelem generování výstupů založených na modelu.“;
- BIM Project Execution Planning Guide (6) užití modelu definuje: „Metoda použití informačního modelování staveb v průběhu životního cyklu budovy k dosažení konkrétních cílů.“;
- aliance BuildingSMART (5) popisuje užití dat BIM: „Akt vytvoření elektronického modelu stavby za účelem vizualizace, technické analýzy, kontroly kolizí, ověření legislativních požadavků, tvorby ceny, zaznamenání skutečného provedení, rozpočtování a mnoha jiných účelů.“;
- aliance BuildingSMART konkrétněji identifikuje na svém webu (4) několik manuálů pro předávání informací (IDM; z angl. information delivery manual) podle použití a fáze životního cyklu stavby. Jejich názvy odpovídají konkrétním užitím BIM.

Jednotlivá užití BIM jsou nahlížena z různých pohledů a někdy se významově překrývají. Proto Kreider a Messner ve své publikaci (2) provádí klasifikaci různých užití BIM. Tato klasifikace je užitečná pro stejné pochopení každého užití BIM při plánování konkrétního projektu uplatňujícího BIM. Pro účely této analýzy je zmíněná klasifikace příliš abstraktní a není použita.

Jako výchozí definice bude dále v dokumentu chápáno užití BIM jako jakékoliv získání, vytvoření nebo nakládání s digitálními daty BIM během životního cyklu stavby.

3.2 Užití BIM při plánování projektu uplatňujícího BIM

Obecně je popis užití BIM chápáno jako **nezbytný krok** při plánování konkrétního projektu uplatňujícího BIM. Plánování projektu uplatňujícího BIM lze zjednodušeně shrnout podle (6) jako postup:

- 1) Při plánování projektu uplatňujícího BIM se jako první stanovují strategické cíle projektu uplatňujícího BIM. Cíle projektu by měly být měřitelné. Např.:
 - *Eliminace kolizí na stavbě,*
 - *Rychlé zjištění dopadu změn návrhu do ceny díla,*
 - *Zvýšení produktivity výstavby,*
 - *Zajištění integrovaných informací pro provozovatele infrastruktury,*
 - *Možnost průběžného vyhodnocování průběhu výstavby,*
 - ...
- 2) Pro takto stanovené cíle konkrétního projektu se přiřadí užití BIM. Např. pro cíl „Možnost průběžného vyhodnocování průběhu výstavby“ lze přiřadit užití BIM:
 - *Simulace výstavby,*
 - *Tvorba harmonogramu,*
 -

Po přiřazení se užití BIM dále zpřesňují podle fáze projektu, definující podrobnost modelu, stavebních objektů/provozních souborů a jednotlivých elementů. Rozkreslí se jednotlivé diagramy zachycující procesy užití BIM.

- 3) Dalšími kroky je vypracování manuálů pro předávání informací, návrh nezbytné infrastruktury, odpovědností, dokumentů souvisejících s projektem apod.

3.3 Vazba na tvorbu datového standardu (DS)

Základním cílem je vypracování datového standardu BIM a souvisejících informačních požadavků.

Datový standard stanoví všechny standardizované informace v modelu, se kterými bude nakládáno – při určitých užitích BIM. DS nemůže obsahovat bezesbytku veškerá myslitelná užití modelu BIM. Je potřeba jednoznačně identifikovat, pro která užití BIM modelu bude DS zacílený – relevantní. Neznamená to však, že bude datový standard na tato užití omezen. Datový standard bude svojí architekturou umožňovat rozšíření o další užití podle požadavků uživatele nad rámec datového standardu. Z tohoto důvodu bude mít datový standard agilní architekturu, aby mohlo k takovému rozšíření docházet.

Relevantní užití BIM jsou podkladem pro vypracování datového standardu.

3.4 Cíl Analýzy

Následující analýza má za cíl identifikovat všechna užití BIM a rozlišit jejich **relevanci** pro zpracování datového standardu. Relevance je určena **užitečností, zastoupením** v jednotlivých fázích projektu a **proveditelností**. Proveditelností se myslí souvztažnost s tím, jak reálné je tato data pro konkrétní užití BIM získat a použít za současného stavu poznání a technologií.

4 Analýza užití BIM

Analýza se skládá z několika kroků. Jejich výsledkem je přehledný podklad pro výběr relevantních užití BIM. Jednotlivé kroky analýzy jsou:

- sestavení seznamu užití BIM,
- sestavení matice užití BIM, fází zpracování dokumentace staveb a navazujícího provozního cyklu infrastruktury,
- vyhodnocení užitečnosti a relevantnosti,
- statistické zpracování výsledků,
- závěr.

4.1 Seznam užití BIM

V případě této analýzy nejsou užití BIM vybírána na základě konkrétních cílů konkrétního projektu. Byl zvolen jeden obecný cíl – efektivnější stavebnictví a navázané obory. Seznam byl sestaven ze všech běžných, experimentálních i v budoucnu očekávaných užití BIM směřujících k vytyčenému cíli.

Některá užití BIM byla převzata ze zdrojů (2),(3),(4) a (6). Při tvorbě seznamu z těchto zdrojů vyvstaly následující problematické situace:

- Významy termínů pro užití BIM se v rámci jednotlivých zdrojů překrývají. Bylo potřeba pečlivého uvážení, který termín pro pojmenování zvolit. Přednost měl termín, který měl jednoznačnější či podrobnější význam.
- Obvyklá byla situace, kde termín z jednoho zdroje pokrýval několik termínů z jiného zdroje. V takovém případě byla volena vyšší podrobnost a byly použity termíny s podrobnějším rozlišením.
- Cizojazyčné termíny (přestože jsou např. v bimdictionary.com přeloženy) nemají vždy přirozený český ekvivalent, např.:

EN	CZ
Code Checking & Validation	Kontrola a validace kódu

Bylo přistoupeno k rozdělení takového užití BIM mezi termíny, které jsou v českém prostředí běžné a významově nejbližší:

Kontrola a validace kódu (CZ)	Vyhodnocení z hlediska DOSS
	Vyhodnocení z hlediska ostatních účastníků řízení
	Vyhodnocení z hlediska ostatních závazných parametrů řízení
	Vyhodnocení z hlediska požadované certifikace
	Kontrola struktury modelu

Z uvedených zdrojů sestavený soupis užití BIM byl doplněn o další položky. Často se jedná o užití, která jsou specifická pro české prostředí (např. Analýza HDM4, analýza úniku (požární bezpečnostní řešení PBR), zanášení změn do katastru nemovitostí (KN)) nebo taková užití, která

jsou ve fázi experimentálního nasazení (generování plánu údržby, provozní optimalizace energetické náročnosti).

Aby bylo dosaženo co nejjednoznačnějšího popisu, byla jednotlivá užití provázána odkazy k podobným termínům v jiných zdrojích. Užitečné je především provázání s termíny ze zdroje (3). Tento zdroj má pro jím definovaná užití BIM vysvětlující výklad v odkazu. U některých užití byl dále doplněn popis.

Celkem bylo identifikováno 40 jednotlivých užití BIM.

4.2 Matice užití BIM a fází životního cyklu infrastruktury

Byly identifikovány fáze zpracování dokumentace staveb a navazující fáze provozního cyklu infrastruktury. Detailnější rozlišení bylo provedeno pro fáze při přípravě návrhu, při přípravě výstavby a při výstavbě s důrazem na odpovídající stupně projektové dokumentace v ČR. Celkem bylo stanoveno 8 fází uvedených v příloze č.1.

Kombinací identifikovaných užití BIM s příslušnými fázemi vznikla jejich **matice**. V matici bylo určeno, které užití BIM je použitelné, v kterých fázích projektu, případně jak.

4.3 Další charakteristiky užití BIM

Na jednotlivá užití BIM lze nahlížet i z dalších hledisek. Například kdo je v daném užití BIM konzument/autor dat, komu a které benefity takové užití přinese, jakých částí stavby se dané užití týká, jaká je úroveň podrobnosti pro konkrétní užití apod. Dala by se tedy sestavit n-rozměrná matice. Takový postup by byl vhodný u konkrétního projektu s několika málo podrobně popsány užitími BIM.

Pro účely zadání obecného DS by byl tento postup neproveditelný. Proto v tomto ohledu analýza záměrně generalizuje na obecný projekt.

4.4 Hodnocení užitečnosti a proveditelnosti

Relevanci jednotlivých užití BIM pro každou projektovou fázi lze sledovat ve dvou rovinách:

- 1) Užitečnost
- 2) Proveditelnost
- 3) Počet výskytů v jednotlivých fázích

Před samotným hodnocením byli všichni experti podrobně seznámeni s maticí užití BIM a projektových fází. Zároveň proběhlo sladění popisů významu jednotlivých užití BIM tak, aby následné hodnocení vycházelo ze stejného vnímání každého použitého termínu.

Následovalo individuální hodnocení všech členů pracovní skupiny pro každé políčko matice – jak z hlediska užitečnosti, tak z hlediska proveditelnosti.

4.4.1 Hodnocení užitečnosti

Hodnocení bylo provedeno odborným posouzením každého člena pracovní skupiny. Nezávisle provedená hodnocení jednotlivých členů mezi sebou **byla podobná a sledovala stejné trendy**.

Užitečnost byla hodnocena na základě odpovědi:
Jak moc je/by bylo/by mohlo být užití BIM v dané fázi projektu užitečné?
hodnoty: 1–10 (1 – bez užitku, 10 – vysoký užitek)

Zároveň bylo každému expertovi předáno zpřesnění pro hodnocení užitečnosti: *Užitečnost určuje předpokládanou míru užitečnosti bez ohledu na proveditelnost; např. simulace požáru metodou konečných prvků může být v současnosti velmi těžko proveditelná, ale užitečnost vysoká – současné požární předpisy značně paušalizují představu o průběhu požáru.*

4.4.2 Hodnocení proveditelnosti

Hodnocení bylo provedeno odborným posouzením každého experta.

Užitečnost byla hodnocena na základě odpovědi na dotaz: *Jak moc je užití BIM v projektu s ohledem na současné poznání reálné? hodnoty: 1–10 (1 – snadno proveditelné, 10 – neproveditelné)*

Zároveň byl každému členovi předán zpřesnění pro hodnocení proveditelnosti: *Proveditelnost určuje míru vnímání daného užití z hlediska připravenosti současné technologie/znalostí – "sci-fi" index; např. simulace požáru metodou konečných prvků a všech fyzikálních charakteristik je za současného stavu poznání a technologií více nereálná než generování výkresové dokumentace z modelu pro BIM, které se provádí běžně.*

4.5 Statistické vyhodnocení výsledků

Všechna hodnocení byla integrována do jednoho souboru. Pro všechna pole matice – jak pro užitečnost, tak proveditelnost – byly hodnoty mezi experty zprůměrovány – hodnocení každého experta mělo stejnou váhu.

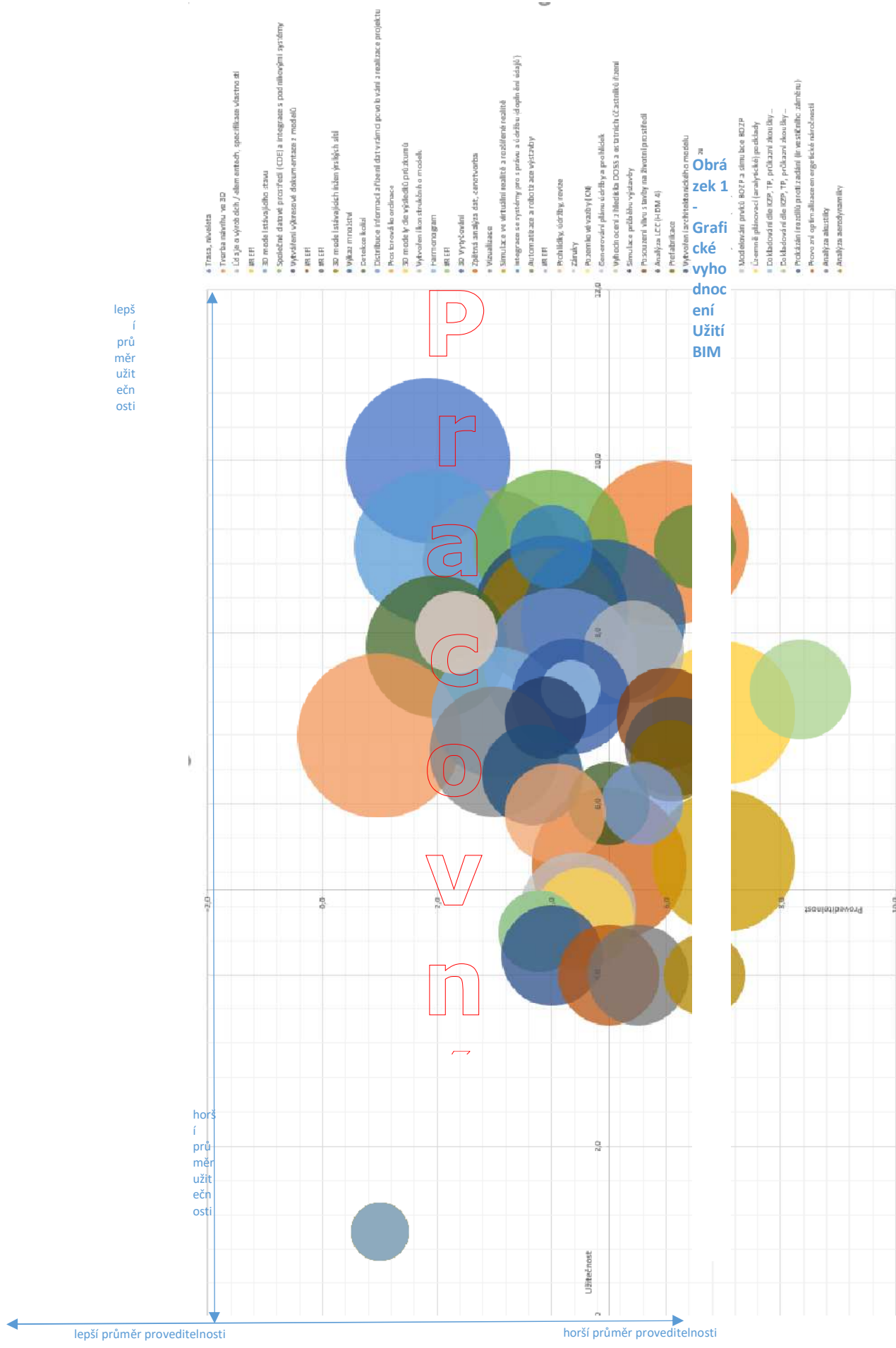
Jako vstupní hodnoty pro grafické znázornění byly vyjádřeny hodnoty:

- průměr hodnoty pro užitečnost pro každé užití BIM – pro všechny fáze, kde je užití zastoupeno;
- průměr hodnoty pro proveditelnost pro každé užití BIM – pro všechny fáze, kde je užití zastoupeno;
- počet zastoupení pro užití BIM v jednotlivých fázích projektu.

Obrázek 1 zobrazuje všech 40 užití BIM ve 4 kvadrantech, kde osa X značí užitečnost (vyšší hodnota – užitečnější) a osa Y značí proveditelnost (nižší hodnota – snadněji proveditelné). Velikost kroužku se řídí počtem fází, kde může být dané užití BIM zastoupeno (větší kroužek – více fází) Barvy nevyjadřují žádnou charakteristiku, jen zpřehledňují grafiku.

Obrázek 2 pak znázorňuje jednotlivá užití BIM ve sloupcovém grafu s hodnotami průměru užitečnosti, proveditelnosti a počtem zastoupení užití BIM. Hodnoty v tomto obrázku jsou seřazeny od nejmenšího po největší podle průměru užitečnosti. Je nezbytné zdůraznit, že se jedná o průměr napříč životním cyklem stavby. Lépe vypovídající je řadit podle užitečnosti užití BIM pro jednotlivé fáze projektu zvlášť nebo s dalšími filtry nad maticí. Takovéto operace lze provádět ve zdrojovém souboru v příloze č. 1.

Z rozdílů užitečnosti a proveditelnosti byl vypočítán **užitek** užití BIM. Jestliže je tento užitek násoben počtem zastoupení, získá se **celkový užitek**. Tyto hodnoty, seřazené podle velikosti celkového užitku, jsou zobrazeny na obrázku 3.



lepší průměr užitečnosti

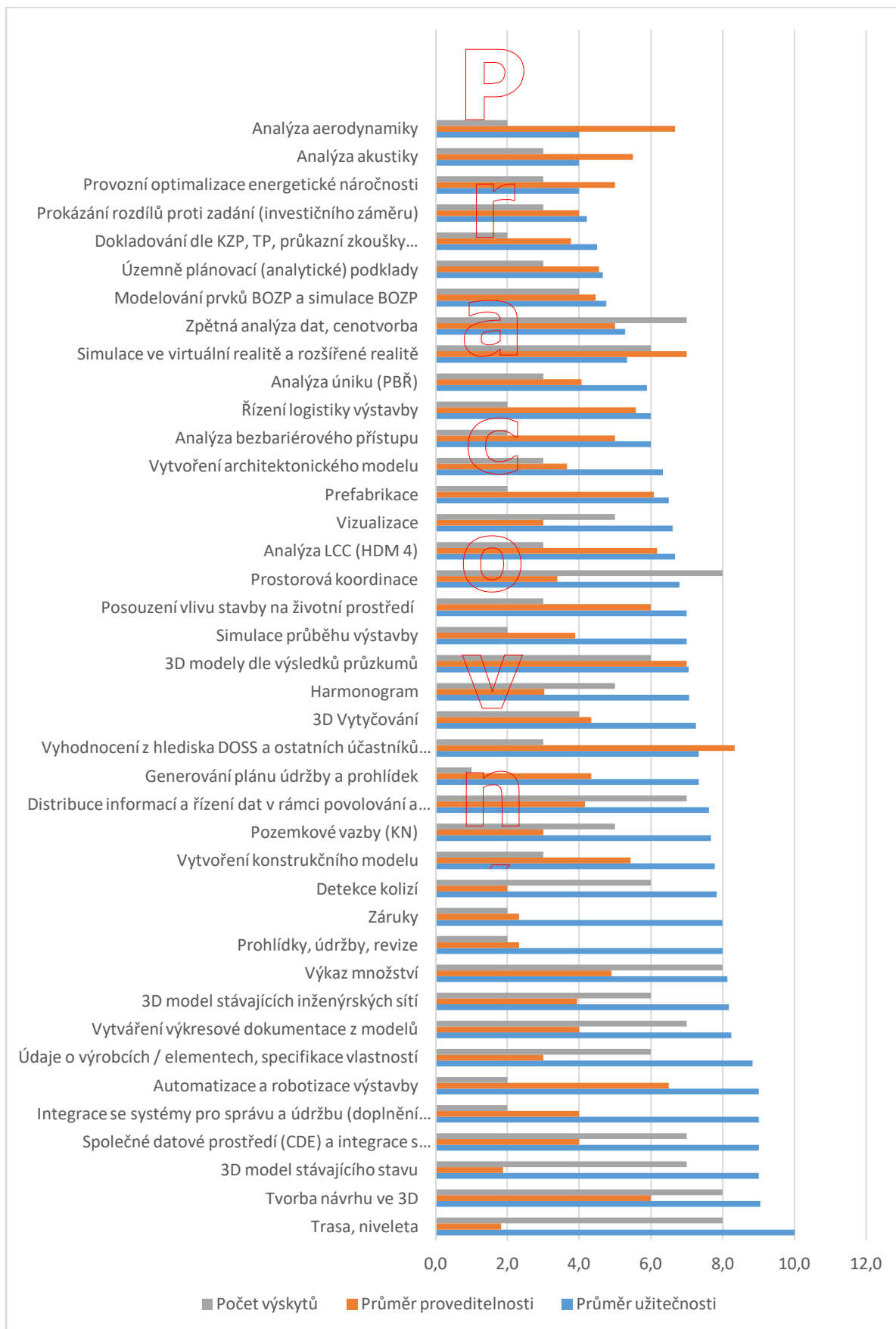
lepší průměr proveditelnosti

horší průměr proveditelnosti

- Trasa, navigace
- Tvorba návrhu ve 3D
- Účast a výměrůch / atern entech, specifikaace vlastnoat
- BIM EPI
- 3D model stávajícího stavu
- Společné datové prostředí (CDE) a integrace s podřídnými systémy
- Vytvoření výkresové dokumentace z modelu
- BIM EPI
- BIM EPI
- 3D model stávajících kálen jsiých stl
- Výkaz množství
- Detekce kolíí
- Distribuce informací a řízení dat v rámci projektu z realizace projektu
- Poskytnutí odrazu
- 3D modely dle výkresů průřezů
- Vytvoření konkrétních o modelů
- Harmonogram
- BIM EPI
- 3D Vytvoření
- Zajištění a nájezdu, zavrtávání
- Vizualizace
- Simulace ve virtuální realitě a rozšířené realitě
- Integrace se systémy pro správu a údržbu (doplňkové údaje)
- Automatizace a robotizace výstavby
- BIM EPI
- Problémy, údržba, revize
- Zkušky
- Pojem ve vazbě (CM)
- Generování plánu údržby a prohlídek
- Vnější ocenění (metoda DOSS a ostatních číselných řízení)
- Simulace průběhu výstavby
- Použití BIM s barvy na životní prostředí
- Analýza LCC (L-DM, A)
- Performace
- Vytvoření technického modelu

Obrázek 1
Grafické vyhodnocení Užití BIM

- Modelování průřezů BOZP a síťové BOZP
- L-enné plánovací (analýzy) grafiky
- Dobudování dle KZP, TP, průřezů, kroužků...
- Dobudování dle KZP, TP, průřezů, kroužků...
- Průřezní analýza, průřezní (ve skutečné záměru)
- Provozní optimalizace a energetické náročnosti
- Analýza abstrakce
- Analýza asociativní



Obrázek 2 - Sloupcové vyhodnocení užití BIM



Obrázek 3 – Užitek a celkový užitek užití BIM (začátek)

4.6 Závěr

Cílem analýzy bylo identifikovat užití BIM, která je možné použít jako cíle jednotlivých projektů souvisejících s digitalizací stavebnictví a vedou k efektivnějšímu stavebnictví a k němu navázaných oborů.

Pro datový standard by měla být nejrelevantnější taková užití BIM, která splňují:

- **nejvyšší užitečnost,**
- **nejlepší proveditelnost (nejnižší číslo) - jejich aplikace je nejsnazší,**
- **zastoupení v nejvyšším možném počtu fází projektu.**

Analýza vyhodnocuje relevantnost jednotlivých užití v závislosti na 3 hodnotách, které nelze jednoduše sloučit do jedné určující hodnoty. Je vhodné nahlížet na jednotlivá užití BIM v závislosti jednotlivých fází stavebních projektů.

Užití BIM představuje základní kámen a určuje ontologii DS. Dále je také na stavebníkovi, aby zvolil pro něj relevantní užití BIM. Z analýzy lze jako stěžejní označit ta užití BIM, jejichž celkový užitek je vyšší než 0. Přesto lze již předběžně označit jako stěžejní užití s nejvyšším vyhodnoceným celkovým užitekem.

Byla vyhodnocena některá užití BIM, která svou podstatou nemohou být zadáním pro vytvoření obsahu DS. Přitom jejich hodnocení bylo shledáno jako důležité. Jedná se například o Společné datové prostředí (CDE) a integrace s podnikovými systémy. Průměr užitečnosti 9, průměr proveditelnosti 4, počet výskytů 7. Je tedy vhodné s nimi uvažovat v dalších oblastech zavádění BIM:

Matici užití dat pro jednotlivé fáze stavebních projektů a její vyhodnocení lze najít v příloze číslo 1.

4.6.1 Limity analýzy

Společně s touto analýzou je potřeba vnímat **vývoj**, který se ve světě BIM a tedy i v užitích BIM odehrává.

Jedním z prvních užití BIM bylo využití modelu pro generování výkresové dokumentace. Postupně se přidávalo předání grafických data jako např. trasy a nivelety, 3D model stávajícího stavu nebo generování výkazů množství. V budoucnu lze předpokládat běžné provázání s veřejnými databázemi katastru, zobrazení v rozšířené realitě nebo reálné simulace požáru.

Výsledky analýzy jsou platné jen **po určitou dobu od jejího vyhotovení**. Pro vypracování datového standardu a jeho revizí, tak jak se bude v čase vznikat jejich potřeba, bude zcela jistě nezbytné analýzu provést opakovaně.

Výsledky analýzy navíc odrážejí subjektivní zkušenosti expertů. Přestože všichni členové skupiny reprezentují aktivní uživatele softwarových nástrojů, vývojářů, konzultantů, projekčních a zhotovitelských firem, nelze vyloučit, že jiní uživatelé mají odlišné zkušenosti a výsledek jejich hodnocení by byl odlišný. Za tímto účelem proběhne recenzentní řízení, které umožní širšímu okruhu odborné veřejnosti se vyjádřit k těmto užitím a analýzu dle tohoto recenzentního řízení dopracovat.

Analýza bude uzavřena po diskuzi a připomínkování odbornou veřejností. Vzhledem k rozsahu a zkušenostem jednotlivých expertů a diskuzi vedené v připomínkovém řízení bude možné tuto analýzu považovat za reprezentativní.

Zdroje

- (1) [Kreider, Ralph G. and Messner, John I. \(2013\). "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses". Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. http://bim.psu.edu.](http://bim.psu.edu)
- (2) [http://bim.psu.edu/Uses/Freq-Benefit/BIM Use-2010 Innovation in AEC-Kreider Messner Dubler.pdf](http://bim.psu.edu/Uses/Freq-Benefit/BIM%20Use-2010%20Innovation%20in%20AEC-Kreider%20Messner%20Dubler.pdf)
- (3) Bilal, S., P. Matějka, Z. Rudovský, J. Žák, a Š. Tomanová. 08/2018. „BIM Dictionary“. BIME Initiative. <https://bimdictionary.com>
- (4) <http://www.buildingsmart-tech.org>
- (5) buildingSMART alliance, National Building Information Modeling Standard Version 1 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies (National Institute of Building Sciences, 2007).
- (6) Computer Integrated Construction Research Program. *BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1*. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University, 2011. <http://bim.psu.edu>.
- (7) http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2018/tes-23.4./prezentace/marik_vladimir.pdf

a

c

o

v

n

Poznámky:

P
r
a
c
o
v
n
í



Státní fond dopravní infrastruktury

Sokolovská 1955/278
190 00 Praha 9
Tel.: 266 097 298
Fax: 266 097 520
E-mail: info@sfdi.cz
<http://www.sfdi.cz>



Ministerstvo dopravy

Ministerstvo dopravy České republiky

nábř. L. Svobody 1222/12
110 15 Praha 1
Tel.: 225 131 111
Fax: 225 131 184
E-mail: posta@mdcr.cz
<http://www.mdcr.cz/>