

Analýza finančného dopadu informačného modelovania stavieb z pohľadu investora

Tomáš Funtík^{1*}, Michal Pasiar²

¹ STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, Bratislava, tomas.funtik@stuba.sk

² STU v Bratislave, Fakulta architektúry, Námestie slobody 19, Bratislava, pasiar@acreatelier.com

* Correspondence: tomas.funtik@stuba.sk; Tel.: +421 910 955 539

Abstract: The issue of building information modeling is often referred to as a digitization tool for construction industry. It is proven that the use of modern technologies and virtual models in the phase of planning and construction execution can affect not only the quality, but it also significantly influences the price. The BIM implementation rate in Slovakia is gradually increasing and is currently at 18% with a year-on-year change of + 1% compared to 2017. We can state that investors do not yet know how to handle this technology and quantify the benefits of using BIM. The frequent question of how much money investors save if they would require Building Information Modeling (BIM) on their project is always hypothetical and often not properly interpreted.

This article focuses on assessing the current state of implementation of BIM in Slovakia and analyzing the barriers and benefits that have an impact on life cycle costs. Finally, we identify the key aspects of investor's motivation for the decision to use BIM on projects.

Keywords: BIM; Cost of BIM; Investor

Abstrakt: Problematika informačného modelovania stavieb sa často skloňuje ako nástroj pre digitalizáciu stavebníctva. Je preukázané, že využívanie moderných technológií a virtuálnych modelov pri príprave a realizácii stavieb môže ovplyvniť nielen kvalitu, ale významne vplýva aj na cenu. Miera implementácie BIM na Slovensku sa postupne zvyšuje a aktuálne je na úrovni 18% s medzročnou zmenou +1% oproti roku 2017. Môžeme konštatovať, že investori však naďalej nevedia túto problematiku správne uchopiť a kvantifikovať prínosy využitia BIM. Častá otázka, koľko financií investor ušetrí, ak bude požadovať BIM (angl. Building Information Modeling) na svojom projekte je však vždy hypotetická a často nebýva správne interpretovaná.

V článku sa zameriavame na zhodnotenie súčasného stavu implementácie BIM na Slovensku a analýzu bariér a benefitov, ktoré majú vplyv na náklady životného cyklu. V neposlednom rade identifikujeme kľúčové aspekty motivácie investorov pre rozhodnutie využitia BIM na projektoch.

1. Úvod

Stavebná nadprodukcía v súčasnosti má okrem iných dopadov aj priamy vplyv na znižovanie kvality výstavby. Snahou investora je pri zazmluvnení veľkých objemov prác je na trhu tlačiť ceny smerom nadol, čím sa za normálnych okolností zvyšuje konkurenčný boj a núti zhotoviteľov „podliezať“ ceny v záujme získať zákazku. V čase nadprodukcie však investori musia riešiť akútny

nedostatok ľudských a aj materiálnych zdrojov a vo výsledku je úspora mnohokrát na úkor kvality. Pri nesprávnej realizácii a pri použití nekvalitných materiálov sa hneď v úvode nedosahuje základná požiadavka na vyhotovenie kvalitnej konštrukcie, čo vedie k zvýšeným požiadavkám na údržbu a prevádzku počas celej životnosti stavby.

Možným riešením zachovania kvality a zároveň úspory financií je využitie informačného modelu stavby, ktorý je v posledných rokoch najväčším prelomom pri projektovaní, realizácii a facility managemente a zároveň systémovým prístupom s najvyššími zdokumentovanými výsledkami v úspore investícií.

2. Metodika výskumu

Pre vhodnú identifikáciu finančných dopadov BIM sme zvolili metódu analýzy a prieskumu. Na základe podrobného skúmania celého procesu sme odhaľovali zákonitosti a princípy, ktoré boli kľúčové pre definovanie bariér a benefitov, ktoré majú vplyv na náklady životného cyklu.

Prvá časť práce zahŕňa dôslednú analýzu problematiky z hľadiska jej podstaty a princíпов. Najmä oboznámenie sa podstatnými aspektami progresívnych metód virtuálneho modelovania.

V druhej časti hodnotíme aktuálnu pripravenosť trhu na BIM s využitím metódy komparácie s cieľom poukázať na možnosti investora na formuláciu požiadavky na využitie informačného modelovania stavieb na projekte.

V poslednej časti predkladáme dôvody, formulované a vyhodnotené na základe vlastných dát, ktoré by mal investor zvážiť, nakoľko majú priamy vplyv na cenu a kvalitu diela.

3. Podstata BIM

Informačné modelovanie stavieb je proces vývoja a použitia virtuálneho dátového modelu, ktorý nielen dokumentuje architektonický návrh, ale simuluje výstavbu a prevádzku nového alebo obnovovaného objektu. Výsledný virtuálny model je dátovo bohatou, objektovo orientovanou, inteligentnou a parametricky digitálnou reprezentáciou objektu, z ktorého môžu byť získané informácie zodpovedajúce rôznym potrebám užívateľov a analyzované pre vytvorenie spätnej väzby a zlepšovania návrhu objektu. Je preto vhodným nástrojom pri demonštrovaní kompletného životného cyklu stavby. Mení sa však zloženie pracovného tímu a zároveň čas, v ktorom jednotliví účastníci vstupujú do procesu [1,2].

BIM na rozdiel od objektovo orientovaných softvérov, nie je zameraný len na 3D geometriu stavby, ale posúva oblasť projektovania na novú úroveň. Ako podčiarkuje aj jedna z definícií BIM - cieľom BIM nie je vytvoriť samotný model stavby, ale zložiť úplné, spoľahlivé, dostupné a ľahko vymeniteľné informácie o stavbe pre každého, kto ich bude počas životného cyklu stavby potrebovať.

Autori Smith a Tardif [3] preto vo svojej publikácii tieto pojmy objasňujú nasledovne. „Akékoľvek súbory informácií o stavbe, v akejkolvek forme, predstavujú informačný model stavby (Building Information Model). Akákoľvek simulácia, akejkolvek skutočnej aktivity vo vzťahu k stavbe je aktom informačného modelovania stavby (Building Information Modeling).“

Institute for Building Sciences (NIBS) - národný inštitút pre stavebné vedy definuje BIM nasledovne:

„Informačný model stavby je digitálnou reprezentáciou fyzických a funkčných vlastností stavby. Proces výstavby a správu zahŕňa mnoho zúčastnených strán, a preto je veľmi dôležité správne zdieľanie informácií po celú dobu životného cyklu stavby; od prvej koncepcie po asanáciu.“ [4]

Informačné modelovanie stavieb je možné tiež definovať ako proces zameraný na tvorbu, používanie a prenos virtuálneho modelu stavby za účelom zlepšenia návrhu (projektu), optimalizácie výstavby a budúcej prevádzky. Obstarávatelia (súkromný a aj verejný) zatiaľ nemajú dostatok skúseností v oblasti definovania projektu, ktorý by mal byť realizovaný v BIM. Práve oni by mohli byť hnacím motorom zvyšovania podielu zákaziek realizovaných s využitím informačného modelovania stavieb. Výzvou je najmä správna formulácia požiadaviek objednávateľa do jednoznačného zadania, ktorého plnenie je možné kontrolovať, vrátane definície

požadovanej podrobnosti (geometria, parametre, dokumenty) a požiadaviek na dodanie informácií v definovaných etapách projektu.

3.1. Podrobnosť modelu

V zahraničí je k dispozícii viacero zdrojov, ktoré je možné použiť ako podklad pre definovanie podrobnosti modelu. Z pohľadu projektu je nutné definovať geometrickú podrobnosť, tzv. grafické zobrazenie prvkov, a tiež podrobnosť negrafických údajov, ktoré reprezentujú ich vlastnosti (parametre, atribúty).

Pri definícii sa môžeme riadiť napríklad americkým dokumentom AIA Document E203™–2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit - Časť 1.4.4, kde je LOD definovaný ako popis minimálnych rozmerových, priestorových, kvantitatívnych a iných dát, ktoré sú zahrnuté v prvku modelu.

LOD definované v britských (tu sa nazývajú Level of model Definition) PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling sa mierne odlišujú od amerických AIA. V článku A.77 sú LOD definované ako popis grafického obsahu modelu v jednotlivých fázach projektu od prvej štúdie po prevádzkovanie objektu.

S miernou odlišnosťou sú zadané LOD aj Austrálii, Novom Zélande, Singapure a severských krajinách Európy. Prevažne všetky však čerpajú z manuálu, ktorý spracoval BIM forum - Level of Development (LOD) Specification [5].

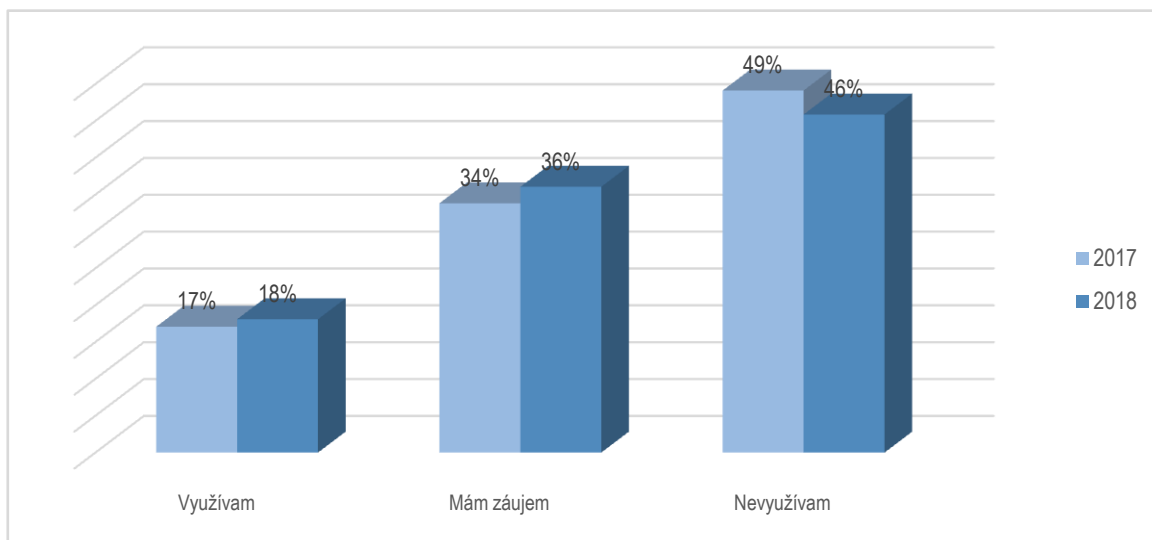
V neďalekej Českej republike prispela k usmerneniu a k lepšej definícii projektu pracovná skupina v rámci CZ BIM, ktorá vytvorila Štandard negrafických informácií 3D modelu - tzv. SNIM. Parametre sú štruktúrované nielen za účelom vyššej efektivity práce s digitálnymi dátami, ale vo výsledku má priniesť aj vhodnejšie pochopenie problematiky podrobnosti modelu v jednotlivých fázach projektu, alebo životného cyklu. Nie vždy je totiž nutné a cenovo efektívne modelovať v najvyššej podrobnosti.

4. Implementácia BIM na Slovensku

Prieskum miery implementácie na Slovensku prvýkrát realizovala BIM asociácia Slovensko v roku 2017 prostredníctvom elektronického dotazníka distribuovaného cez relevantné odborné inštitúcie - Slovenskú komoru stavebných inžinierov, Slovenskú komoru architektov, Komoru geodetov a kartografov a Zväz stavebných podnikateľov Slovenska.

Otázky boli zamerané na prieskum oblasti pôsobenia respondentov, na ich skúsenosti s využívaním BIM, na identifikáciu ich motivácie prečo sa venujú problematike BIM. Respondenti sa tiež vyjadrovali aj odhadu časového horizontu využitia BIM vo vlastnej organizácii ako aj hlavným bariéram pri využití BIM na projektoch.

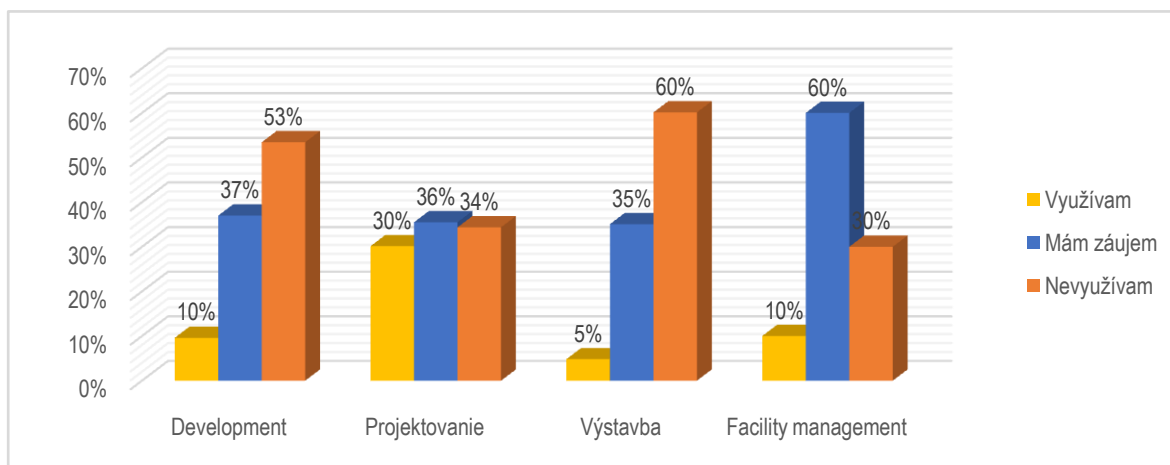
Celkovo na dotazník odpovedalo celkovo 2327 respondentov v roku 2017 a 1753 respondentov v roku 2018. Z výsledkov je zrejme, že miera využívania BIM na Slovensku postupne stúpa. V roku 2017 bola na úrovni 17% z celkového počtu respondentov a v roku 2018 sme zaznamenali mierny nárast na 18%. Pozitívom je, že ďalšia tretina opýtaných (34, resp. 36%) síce dnes aktívne BIM nevyužíva, ale o danú problematiku sa zaujíma, čo spolu tvorí tesnú, ale nadpolovičnú väčšinu opýtaných.



Obrázok 1. Medziročné porovnanie implementácie BIM v rokoch 2017,2018

Zdroj: Autori, BIM asociácia Slovensko

Z grafu, ktorý je na Obrázku 2 vyplýva, že investičná fáza (Development) je zatiaľ veľkou príležitosťou pre implementáciu BIM s aktuálnou mierou využitia na úrovni 10% respondentov. Pozitívom je, že toto číslo postupne narastá a čoraz viac investorov má skúsenosti v tejto oblasti.



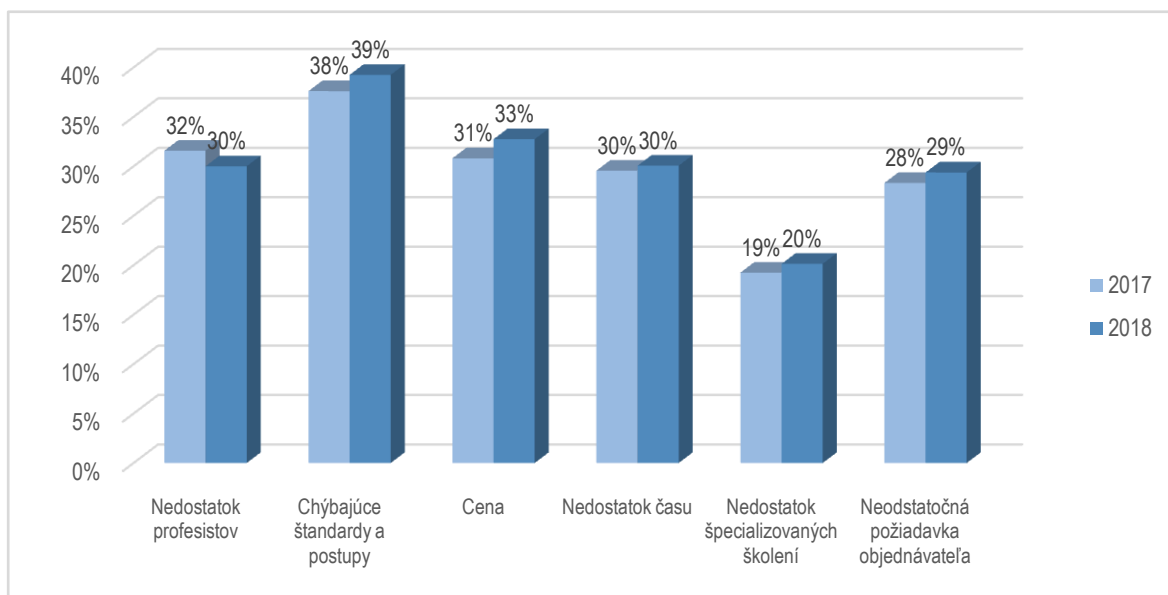
Obrázok 2. Porovnanie využitia BIM v jednotlivých fázach životného cyklu, 2018

Zdroj: Autori, BIM asociácia Slovensko

Medzi bariérami implementácie BIM na Slovensku najviac rezonujú chýbajúce štandardy a postupy, ktoré by prispeli k lepšej a jednotnej formulácii požiadaviek na model a tiež napomohli s dátovou výmenou a popísali úlohy jednotlivých účastníkov v celom procese.

Na obrázku 3 sú zrejme aj ďalšie bariéry, ktoré majú významný vplyv pri rozhodovaní o využití BIM na projekte. Rádovo až 1/3 opýtaných uvádza, že ako bariéru vidia nedostatok odborníkov - profesistov, ktorí vedú spracovať a dodať projekt v BIM prostredí a súčasne vyššiu cenu projektu a nedostatok času, ktorý je potrebný pre zavedenie nového systému.

Kľúčovým nástrojom, ktorý majú investori vo svojich rukách je požiadavka na dodanie BIM od svojich dodávateľov. Takmer 30% opýtaných vníma práve investorov ako tých, ktorí vedú prispieť k významnému zvýšeniu využitia BIM na projektoch. Oni však vnímajú BIM primárne ako nástroj projektanta.



Obrázok 3. Bariéry implementácie BIM v rokoch 2017,2018

Zdroj: Autori, BIM asociácia Slovensko

5. Finančné aspekty BIM

Investori obyčajne hľadajú dôvody, prečo by sa mali pustiť do niečoho nového. Z ich pohľadu pravdepodobne rozhodujú čísla. Otázka koľko financií by ušetrili, ak by nemuseli v časovej tiesni počas výstavby riešiť nedostatky projektu, ktoré pramenia z nízkej úrovne projektu či nedostatočnej koordinácie, je však bohužiaľ pre mnohých neuchopiteľná a najmä hypotetická. Samozrejme, model bez kolízií v žiadnom prípade neznamená, že v projekte nie sú chyby. Prvky sa stále môžu nachádzať na inom mieste, ako projektant zamýšľal a taktiež softvér nie je primárne určený na to, aby posúdil správnosť návrhu.

Dôležitým faktorom ostáva, že všetky spomínané situácie sú bežným javom vyskytujúcim sa v dodanej projektovej dokumentácii. Hľadať nezrovnalosti návrhu v CAD systémoch zaberie hodiny, nakoľko si tento proces vyžaduje nielen vysokú koncentráciu a predstavivosť, ale navyše, táto činnosť je manuálna.

V BIM prostredí je celý proces identifikácie konfliktov možné automatizovať a koordinácia dokumentácie je z tohto pohľadu značne jednoduchšia. Nemusíme totiž tieto miesta hľadať, ale len na základe zoznamu posúdiť, či sa naozaj jedná o jeden z druhov konfliktov a následne zabezpečíme jeho odstránenie, prípadne rozhodneme, či sa je nutné touto kolíziou vôbec zaoberať.

Ale samozrejme, dobrý projekt sa neposudzuje len na základe toho, či je bez kolízií. Pri návrhu stavby je vždy nutné riešiť projekt v kontexte nákladov celého životného cyklu.

Výhody BIM sú už dlhšiu dobu popisované v rôznych publikáciách v zahraničí. Vyplývajú z konkrétnych prípadových štúdií a pilotných projektov. Z prieskumu Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering [6], ktoré skúmalo 32 rôznych projektov využívajúcich metódu BIM, vyplynuli nasledovné kľúčové prínosy, ktoré mali za následok zvýšený záujem o túto problematiku na národnej úrovni.

Na zadaných projektoch bola odchýlka pri odhade plánovaných nákladov na úrovni 3%, čo významne znižuje riziko investora. Podarilo sa odstrániť až 40% nákladov mimo rozpočet, ktoré na iných projektoch bežne vznikajú. Až 10% z hodnoty stavby predstavovali úspory vylúčením chýb z dôvodu nedostatočnej koordinácie profesií. Tieto čísla podporuje aj analýza [7], z ktorej vyplýva, že sa v USA využitím BIM na projektoch dnes odstráni 28 – 40 % prác navyše a nutných opráv. V roku 2017 [8] uvádza ako najväčší prínos BIM zníženie konfliktov a problémov počas výstavby 38%

respondentov, menší počet chýb v stavebných dokumentoch 29% a prínos v znížení stavebných nákladov uvádza 22% opýtaných.

Z hľadiska času popisujú zníženie času potrebného na vytvorenie odhadu nákladov o 80%, čo robí BIM veľmi pružným nástrojom pre vytváranie kalkulácií pre porovnanie rôznych variant a optimalizáciu. Kľúčovým je tiež zníženie projekčného času o 7%.

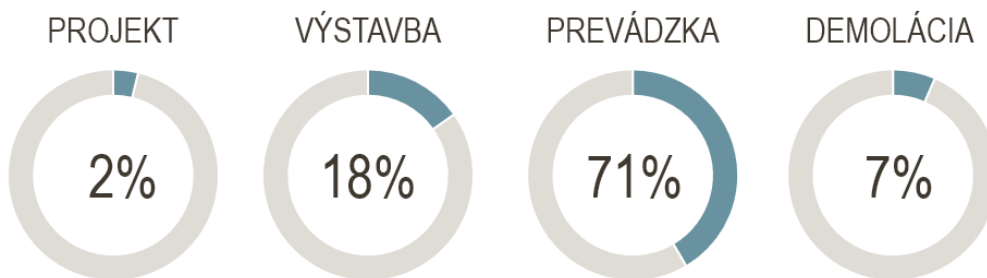
	UK	FRANCE	GERMANY
Negative	13%	5%	9%
Break-even	16%	13%	24%
< 10%	12%	17%	16%
10–25%	22%	23%	17%
25–50%	17%	17%	19%
50–100%	9%	13%	13%
Over 100%	11%	12%	2%

Obrázok 4. ROI pri využití BIM v jednotlivých krajinách

Zdroj: Smart report, 2011

Kľúčovým aspektom pre investora je návratnosť investícií (ROI). Z analýzy založenej na projektoch kde bol nasadený BIM vo Veľkej Británii, Francúzsku a Nemecku vyplýva, že ROI na úrovni 25% a viac deklaruje viac ako tretina respondentov. Jednotlivé percentuálne úrovne ROI podľa krajín sú znázornené na obrázku 4 [7].

Aktuálne [8] takmer dve tretiny (65%) deklarujú, že vidia pozitívnu návratnosť investícií z používania BIM, pričom približne polovica z nich vykazuje návratnosť investícií vo výške 25% alebo viac, čo predstavuje cca 15% navýšenie v rámci sledovaného obdobia.

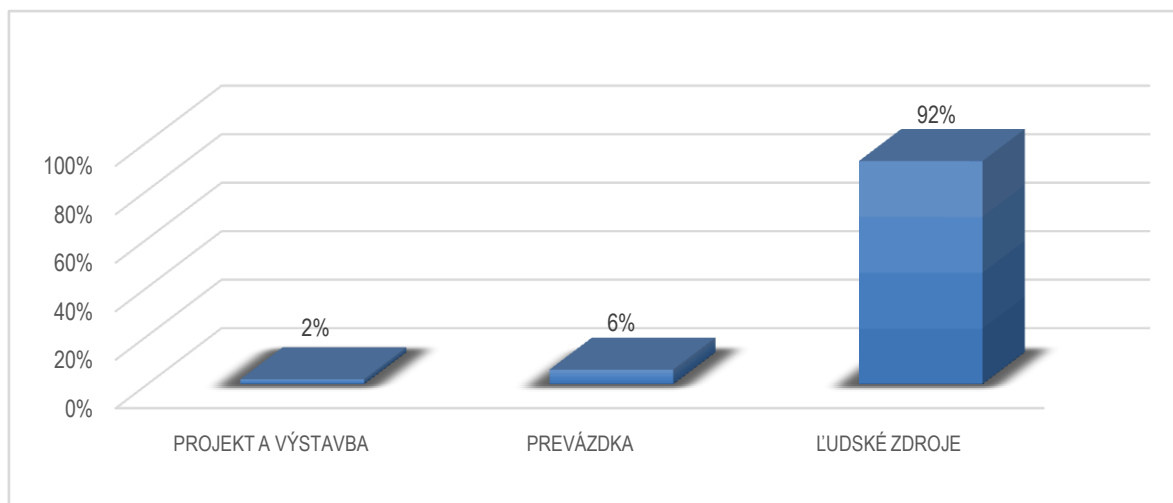


Obrázok 5. Percentuálna miera nákladov na vybrané fázy životného cyklu

Zdroj: Autori, BIM asociácia Slovensko, 2018

V oblasti posudzovania nákladov životného cyklu (LCCA - Life-Cycle Cost Analysis) členených v zmysle fáz, najviac nákladov je alokovaných vo fáze prevádzky. Niektoré zdroje uvádzajú, že môžu dosahovať až 80% [2,9]. Nie je ani tak podstatné, aká je presná výška percentuálnej miery, nakoľko to závisí od rôznych faktorov a pre každý projekt je iná. Dôležité je, aby investori prestali vnímať jednotlivé fázy izolovane a začali vnímať potrebu prípravy kvalitného projektu z dôvodu zníženia nákladov celého životného cyklu. Šetrenie na cene projektu (ak prijmeme predpoklad, že cena má vplyv na kvalitu projektu) môžeme jednoznačne hodnotiť ako krátkozraké riešenie.

Význam kvalitnej projektovej prípravy podčiarkuje aj analýza building SMART z ktorej vyplýva, že každé jedno euro navyše, investované do projektovej dokumentácie má potenciál sa prejavíť úsporou vo výške 20 EUR vo fáze výstavby a dokonca 50 - 100 EUR vo fáze prevádzky.



Obrázok 6. Podiel nákladov projektu a výstavby v životnom cykle

Zdroj: US Green Building Council, 1996

Stavby majú v prvom rade slúžiť svojmu účelu a je preukázané, že kvalitným projektom a realizáciou máme možnosť výrazne ovplyvniť produktivitu zamestnancov. Táto zložka vyjadrujúca náklady na ľudské zdroje užívateľov budovy vyjadrená v rámci životného cyklu vôbec nie je zanedbateľná.

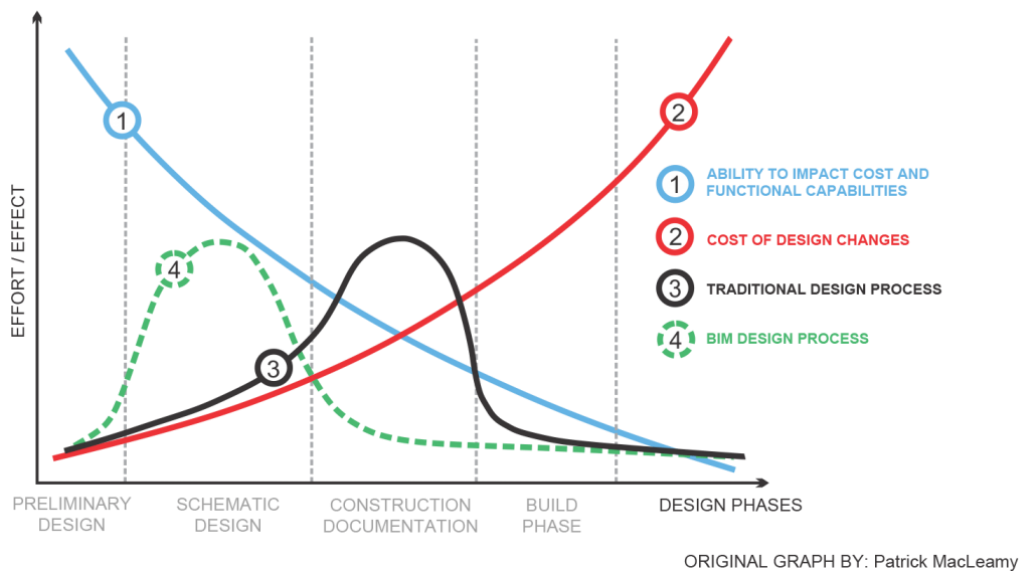
Z analýzy, ktorú spracoval US Green Building Council [10] vyplýva, že pre priemernú budovu v rámci hodnoteného obdobia 30 rokov predstavujú počiatočné náklady na budovu (projektová dokumentácia a realizácia) približne 2% z celkovej sumy, náklady na prevádzku a údržbu sa rovnajú 6%, zatiaľ čo náklady na ľudské zdroje sa rovnajú 92%.

6. Prečo by sa investor mal rozhodnúť pre BIM projekt?

Na strane BIM projektu dochádza k významnej zmene ťažiska práce. Distribúcia pracovného zaťaženia v rámci tvorby projektovej dokumentácie sa posúva do skorších fáz, čím vo výsledku získava projektant, ale aj investor, možnosť vo väčšej miere ovplyvniť budúce náklady stavby.

Posun ťažiska práce pri BIM projekte vyplýva z metodiky tvorby modelu, ktorý je diametrálne odlišný od tradičného CAD projektu. Tento fakt je veľmi málo komunikovaný, čo vo výsledku spôsobuje nenaplnenie očakávania investora o jednoduchosti a akosi elegantnom a najmä rýchлом riešení, ktoré má BIM autonómne poskytnúť. Táto situácia pramení z nízkej úrovne praktických skúseností jednotlivých účastníkov, ktorí vystupujú v rámci jednotlivých fáz životného cyklu stavby.

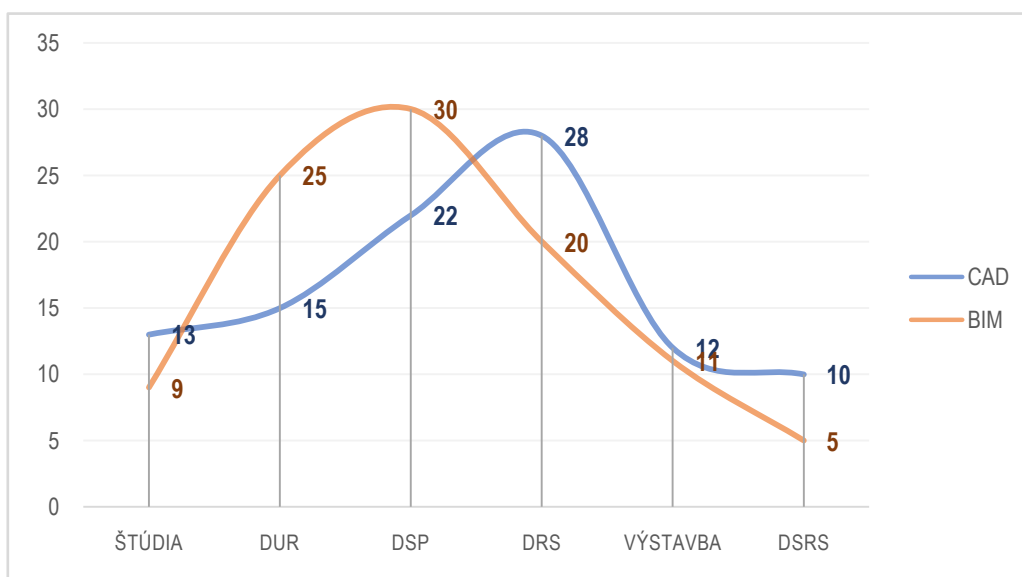
Kvalitné plánovanie má zásadný vplyv na cenu celkového diela. V jednotlivých fázach životného cyklu môžeme uskutočniť rozhodnutia, ktoré môžu znamenať úsporu, ale aj predraženie celého projektu. Mieru ovplyvnenia znázorňuje Obrázok 7 na ktorom je graf, ktorý sa veľmi často objavuje pri prezentáciách o princípoch BIM v rôznych variáciách. Aj keď tento obrázok je vo svete BIM známy ako tzv. MacLeamy-ho krivka (publikovaná v roku 2004), [11] základom pre tento graf je tzv. Paulsonova krivka [12] z roku 1976, ktorá vyjadruje, že čím je pokročilejšie štádium, tým menšia možnosť je ovplyvniť výšku nákladov. V tradičnom procese je sústredená najväčšia časť prác tesne pred začiatkom výstavby (na obrázku krivka 3 - čiernou farbou), kedy je možnosť ovplyvniť náklady výrazne nižšia. Oproti tomu, proces v rámci BIM projektu umožňuje posunúť túto krivku (na obrázku krivka 4 - zelená farba) do skorších fáz. Z tohto dôvodu je nevyhnutné začať s precíznym plánovaním už v prvotných fázach životného cyklu projektu a vstupovať do neho musia okrem investora a projektanta aj ostatní účastníci, ideálne formou integrovaného navrhovania (IDDS – Integrated Design and Delivery Solution). Táto potreba komunikácie a výmeny, zberu, dopĺňania a aktualizácie informácií podporuje nielen vhodnosť, ale nevyhnutnosť použitia informačných modelov.



Obrázok 7. Vplyv plánovania v jednotlivých fázach projektu na cenu

Zdroj: MacLeamy, 2004

Pri rozhodovaní o obstaraní CAD alebo BIM projektu je nutné zohľadniť okrem komplexnosti aj spomínanú zmenu ťažiska práce, ktorá má dopad na cenu projektu v čase. Odhaduje sa, že v prípade CAD projektu je vyriešených v rámci projektu cca 50-60% geometrie stavby. Oproti tomu, pri BIM projekte, ktorého základom je 3D parametrický model stavby, je vyriešených takmer 100% geometrie.



Obrázok 8. Graf percentuálneho vyjadrenia distribúcie nákladov na projektovú dokumentáciu

Zdroj: Autori, BIM asociácia Slovensko, 2018

V grafickom zobrazení nie je v rámci percentuálneho vyjadrenia zohľadnený rozdiel v cene medzi CAD a BIM, ale hodnoty sú delené pomerne zo 100% nákladov za projekt pri oboch, s cieľom vyjasniť vyššiu prácnosť a zároveň aj vyššiu rozpracovanosť v skorších fázach projektu. Cenové ponuky na CAD a BIM projekt teda nie sú pre jednotlivé fázy projektového stupňa porovnateľné. Ak vychádzame z predpokladu MacLeamyho krivky, je pre úsporu nákladov podstatné posunúť

úroveň rozpracovania projektu do skorších fáz, kde máme väčšiu možnosť na ovplyvnenie budúcich nákladov.

4. Diskusia

V rámci experimentálnej analýzy plánujeme overenie dosiahnutých teoretických záverov, resp. výsledkov a hľadanie vhodnej metódy na implementáciu. Je totiž dôležité nielen nájsť možnosti zlepšovania a podložiť ich výskumom, ale hlavne dokázať funkčnosť a efektívnosť takéhoto riešenia, aby našlo priame uplatnenie v stavebnej praxi. Cieľom do budúcnosti je teda rozvíjať konkrétne oblasti informačného modelovania stavieb a preukázať úspory na projekte pri využití BIM.

5. Záver

V článku uvádzame niekoľko kľúčových dôvodov pre investorov, ktoré môžu ovplyvniť ich rozhodnutie o implementácii BIM na projekte a ich dopad na náklady životného cyklu. Zdôrazňujeme, že hodnotenie musí byť realizované prierezovo za všetky fázy, pretože projekt spracovaný v BIM síce nebude z hľadiska prípravy projektovej dokumentácie lacnejší, ale je reálnejší, komplexnejší a má všetky predpoklady, že vo výsledku bude aj kvalitnejší, z čoho je možné čerpať výhody v nasledovných fázach životného cyklu - úsporu finančných nákladov nielen počas výstavby, ale primárne počas prevádzky a správy nehnuteľnosti. V neposlednom rade je z nášho pohľadu významným aspektom úspora času a ľudských zdrojov pri projektovom riadení a významná redukcia interpretačných a technologických chýb prameniach z nízkej úrovne projektu v tradičnom - 2D čiarovo-založenom vyhotovení.

Literatúra

1. Eastman, Ch. *BIM Handbook*, JohnWiley&Sons, Inc. 2009. ISBN 978-0-470-18528-5
2. Funtík, T. a kol. *BuildingInformation Modeling*, Vydavateľstvo Eurostav, Bratislava. 2018. ISBN 978-80-89228-56-0
3. Dana K. Smith; Tardif, M. *BuildingInformation Modeling, A StrategicImplementationGuide*, Published by John Wiley&Sons, Inc. New Jersey, USA. 2009. ISBN 978-0-470-25003-7
4. National Institute for Building Sciences (NIBS). *National BIM Standard-United States*. 2015
Dostupné na: http://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_FactSheet_2015.pdf
5. The Level of Development (LOD) Specification. BIM Forum. USA. November 2018
Dostupné na: <https://bimforum.org/lod/>
6. Gilligan B.; Kunz J. *Significant Value*. Dramatic Growth and Apparent Business Opportunity. CIFE Technical Reports. December, 2007. Dostupné na: <http://cife.stanford.edu/Publications/index.html>
7. McGraw-HillConstruction. *SmartMarket Report*. 2011. Dostupné na:
http://bim.construction.com/research/FreeReport/BIM_Europe/
8. Dodge data & analytics. *Value of BIM for Infrastructure Smart Market Report*. 2017. Dostupné na
<https://www.construction.com/toolkit/reports/the-business-value-of-BIM-for-infrastructure-2017>
9. Teicholz, P. *BIM for Facility Managers*. New Jersey: John Wiley&Sons, Inc. Hoboken. 2013. ISBN 978-1-118-38281-3.
10. Sustainable building technical manual. *Green Building Design, Construction, and Operations*. US Green Building Council. 1996 by PublicTechnology, Inc. Dostupné na: <http://infohouse.p2ric.org/ref/14/13418.pdf>
11. MacLeamy, P. *Collaboration, integrated information and the project life cycle in building design, construction and operation*. 2004. Dostupné na:
<http://codebim.com/wp-content/uploads/2013/06/CurtCollaboration.pdf>
12. Paulson, B. C. *Designing to reduce construction costs*. Journal of the Construction Division. 1976. 102(4), 587-592,