



Network for Using BIM to Increase the Energy Performance

TRENING MATERIJALI

za profesionalce



Uvod

Zašto Net-UBIEP?

Net-UBIEP ima za cilj povećanje energetske učinkovitosti u zgradama širenjem znanja i korištenja BIM-a, tijekom cjelokupnog životnog ciklusa zgrade. Korištenje BIM-a omogućit će simulaciju energetske učinkovitosti zgrade te brzu usporedbu različitih varijanti proračuna (korištenje različitih materijala, komponenti i sustava), kako bi se upotrijebili za određivanje optimuma pri projektiranju nove zgrade gotovo nulte energije i / ili energetskej obnovi postojećih zgrada.

Building Information Modeling, skraćeno BIM se može promatrati kao proces koji proteže kroz cjelokupni životni vijek građevine, od faze projektiranja, preko faza građenja, upravljanja, održavanja, obnove i ponovne uporabe te uklanjanja građevina. Kroz sve navedene faze životnog ciklusa građevine (zgrade), vrlo je bitno uzeti u obzir aspekte potrošnje energije i to s ciljem smanjenja potrošnje energije, a time i utjecaja građevine (zgrade) na okoliš.

Svi profesionalci trebaju razumjeti svoju ulogu u životnom ciklusu građevine i trebaju steći dodatne kompetencije vezane uz digitalizaciju procesa gradnje, odnosno postati sposobni koristiti BIM modele u poslovima i procesima koje obavljaju i za koje su angažirani od strane investitora.

Kompetencije (znanja, vještine, odgovornosti i autonomiju) potrebne za uvođenje BIM-a u području energetske učinkovitosti se mijenjaju ovisno o tome koja se faza životnog ciklusa zgrade promatra (1), ciljanoj skupini koja implementira BIM (2) i o kojem se BIM profilu radi (3).

Svi navedeni parametri su uzeti u obzir pri izradi trodimenzionalne matrice tako da se na jednostavan način može odrediti na primjer koje kompetencije treba imati arhitekt (2) sa specifičnom ulogom u BIM-u (BIM profilom) (3) tijekom faze projektiranja (1) zgrade gotovo nulte energije (NZEB).

Javlja se sve veća potreba za inženjerima i arhitektima koji su spremni provoditi simulacije i modeliranje korištenjem BIM-a, koji koriste nove tehnologije i materijale za poboljšanje energetske učinkovitosti u zgradarstvu i koji mogu zadovoljiti zahtjeve klijenata da isporuče kvalitetnije projekte i/ili zgrade uz manje troškove.

Općenito, BIM se proširio u europskoj i svjetskoj građevinskoj industriji pa se očekuje da će nove digitalne tehnologije dopuštati konkurentnim tvrtkama iz drugih zemalja da uđu na tržište. Smatra se da će profesionalci koji će uspjeti odgovoriti na zahtjeve tržišta u bliskoj budućnosti biti u prednosti pred ostalima.

Prvi korak se sastoji od **faze pripreme**, u kojoj inženjeri i arhitekti trebaju redefinirati svoje uobičajene postupke i procese kako bi mogli upravljati BIM modelima zajedno sa svim drugim sudionicima u gradnju, odnosno korištenju te održavanju zgrada tijekom njihovog cjelokupnog životnog ciklusa. Inženjeri i arhitekti trebaju proći specifičnu izobrazbu koja će sadržavati slijedeće teme:

- Razumijevanje što je BIM i osnovne BIM terminologije
- Poznavanje prednosti BIM-a u odnosu na tradicionalne metode
- Poznavanje životnog ciklusa informacije vezane uz projekt, naročito kako se informacija specificira, definira, izmjenjuje i održava
- Poznavanje i razumijevanje dodanih vrijednosti korištenja otvorenih rješenja (OpenBIM) za osiguranje interoperabilnosti
- Poznavanje i razumijevanje mogućnosti suradnje u CDE (Zajedničko okruženje podataka, eng. Common data environment)

- Za poznavanje i razumijevanje nacionalne legislative vezane uz digitalizaciju građevinskog sektora
- Za poznavanje i razumijevanje nacionalnih normi koje su vezane uz:
 - Akcijski planovi energetske održivosti razvika u okviru Sporazuma 2020. (SEAP) ili Akcijski planovi energetske održivosti razvika predani u okviru Sporazuma 2030. (SECAP)
 - Katastar infrastrukture
 - Registar izdanih energetskih certifikata
 - Zahtjevi zelene javne nabave vezane uz „zelene” proizvode i usluge

Većina malih i srednjih tvrtki koje se bave projektiranjem i/ili građenjem zgrada bilo kao podizvođači ili glavni projektanti/izvođači nije spremno za „digitalnu revoluciju” i uvođenje BIM procesa u graditeljstvu te zbog toga trebaju steći odgovarajuće kompetencije (znanja, vještine, odgovornosti i autonomiju) za uspostavu i upravljanje digitalnim okolišem potrebnim za suradnju s ostalim profesionalcima, djelatnicima javne uprave, vlasnicima i upraviteljima zgrada a koje su potrebne za projektiranje, građenje, početak korištenja, održavanje i uklanjanje postojećih zgrada.

Uloga profesionalaca

Ukoliko se usredotočimo isključivo na aspekte energetske učinkovitosti, inženjeri i arhitekti trebaju biti spremni za gradnju zgrada gotovo nulte energije (nZEB – nearly zero energy building) kako u smislu novogradnje tako i u smislu energetske obnove postojećih zgrada do nZEB razine. Kako bi se uspjeli ostvariti zacrtani ciljevi, inženjeri i arhitekti trebaju slijediti nacionalnu regulative, ali i promijeniti svoja razmišljanja u smislu da se projektira i gradi tako da je važno što se ostvari kao konačni rezultat. To znači da oni trebaju od početnih koraka razmatrati zahtjeve naručitelja u smislu energetske učinkovitosti te ugodnosti zgrade tijekom njezinog korištenja. Istovremeno, inženjeri i arhitekti trebaju ostvariti zahtjeve za održavanjem te pružiti sve informacije potrebne na kraju životnog ciklusa građevine ili dijela građevine kako bi se ona s minimalnim troškom i potrošnjom energije prenamijenila, obnovila, uklonila ili reciklirala.

Preliminarna (inicijalna) faza

Zadaci:

1. Znati kako koristiti i upravljati digitalizirane geografski locirane teritorijalne karte, seizmičke karte, klimatske karte za lokaciju zgrade
2. Definirati listu SE(C)AP (Akcijskog plana za održivu energiju i borbu protiv klimatskih promjena) pokazatelja primjenjivih na specifičnoj lokaciji i u zahtijevanom obliku
3. Utvrditi pokazatelje koji se mogu provjeriti putem provjere koda
4. Odrediti zahtjeve prema minimalnim kriterijima zaštite okoliša kako bi se definirala održivost zgrade (kao potrošnja energije i vode, ...) tijekom životnog ciklusa zgrade
5. Odrediti metode za upravljanje, razmjenu i arhiviranje datoteka u CDE (Zajedničko okruženje podataka, eng. Common data environment)
6. Potvrditi da PIM zadovoljava EIR-ove

Priprema i sažetak

Zadaci:

1. Odrediti minimalne pokazatelje energetske učinkovitosti za NZEB koji su definirani u EIR-u
2. Odrediti minimalne zahtjeve za energetskim učinkom koji su uvedeni u EIR-u ili predviđeni na lokaciji buduće zgrade ili postojeće zgrade koja će se energetski obnoviti

3. Odrediti zahtjeve za plan obveznog održavanja kako bi se osigurala predviđena energetska učinkovitost zgrade
4. Odrediti profesionalne vještine za BIM i njegovo korištenje kako bi se osigurala energetska učinkovitost i kako bi postigla NZEB zgrada
5. Definirati zahtjeve za upravljanje podacima lanca opskrbe koji će raditi na predmetnom projektu
6. Pregledati preliminarni BIM plan izvršenja (BEP)
7. Izraditi iznimno točne i precizne vizualne reference o stanju svih dijelova postojeće zgrade
8. Izraditi iznimno točne i precizne modele sustava u postojećim zgradama
9. Predložiti različita varijantna rješenja za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade

Idejni projekt

Zadaci:

1. Izraditi idejni projekt na način da se u obzir uzmu svi zahtjevi energetske učinkovitosti i drugi zahtjevi postavljeni od strane naručitelja i/ili zakonodavca
2. Pregledati BEP kako bi se uzeli u obzir svi novi problemi koji su se javili od strane drugih profesionalaca uključenih u projekt ili oni iz opskrbnog lanca
3. Pregledati projekt racionalne uporabe energije i toplinske zaštite te strojarski i projekt električnih instalacija kako biste osigurali maksimalnu energetska učinkovitost
4. Razmotriti pitanja vezana uz korištenje i uvjete korištenja za bolje projektiranje i odabir tehničkih sustava
5. Predvidjeti korištenje tehnologija poput instalacija održivih izvora energije (OIE), sustava automatizacije zgrada, HVAC sustava itd. za optimalnu i minimalnu potrošnju energije
6. Osigurati prisutnost sustava za upravljanje i integriranu kontrolu HVAC sustava (BACS Sustav automatizacije i kontrole zgrade, eng. Building Automation and Control Systems)
7. Osigurati prisutnost uređaja za smanjenje potrošnje vode
8. Osigurati "dinamično" ponašanje fasade zgrade, poželjno rješavanje s pokretnim elementima (zaštite, klizni paneli i sl.)
9. Prikazati razine zrelosti informacija modela prema unaprijed određenim LOD/LOI indikatorima za svaki objekt modela u odnosu na detalj koji zahtijeva konačni dizajn
10. Osmisliti CDE (Zajedničko okruženje podataka, eng. Common data environment) za razmjenu, dijeljenje i spremanje informacija koje dolaze od različitih profesionalaca i opskrbljivača.

Glavni i izvedbeni projekt

Zadaci:

1. Osigurati da glavni i izvedbeni projekt zadovoljavaju zahtjeve održivosti za energetska učinkovitost
2. Osigurati da strategija preuzimanja sadrži sve potrebne informacije i upute za rad kako biste osigurali ispravno održavanje zgrade i sustava
3. Integrirati u jedan zajednički (cjelobuhvatni) model projekte drugih profesionalaca (strojarski sustavi, sustavi električnih instalacija i dr.)
4. Ažurirati BIM plan izvršenja, ako je promijenjen
5. Osigurati da je opskrbeni lanac sposoban pružiti točne informacije za BIM model izvedenog stanja
6. Osigurati da su zadovoljeni svi projektni zahtjevi za NZEB ili obnovu postojeće zgrade
7. Osigurati da je razmatran kontinuitet izolacije
8. Predvidjeti izradu ne-tehničkog vodiča za upravljanje energijom u formatu koji je čitljiv za krajnjeg korisnika

9. Izraditi BIM 3D i 4D modele za simuliranje i razmatranje različitih varijantnih rješenja zgrade u smislu vremena i troškova potrebnih za gradnju, kao i ocjenjivanje povrata na investiciju (RoI – return on investment) u slučaju energetske obnove zgrade
10. Izraditi BIM 6D model za simuliranje i modeliranje različitih tehničkih sustava i sustava rasvjete s ciljem postizanja optimalnog komfora s minimalnim korištenjem energije
11. Provesti proces otkrivanja kolizija kako bi se izbjegla preklapanja i kolizije između građevnih dijelova i pojedinih sustava ili sustava međusobno
12. Provesti kontrolu projekta u odnosu na zahtjeve propisa, kako bi se osiguralo zadovoljenje svih regulatornih zahtjeva
11. Osigurati CDE (Zajedničko okruženje podataka, eng. Common data environment) za razmjenu, dijeljenje i spremanje informacija koje dolaze od različitih profesionalaca i opskrbljivača.
13. Osigurati ispravnu digitalizaciju i upravljanje sa svim grafičkim i ne-grafičkim informacijama

Građenje

Zadaci:

1. Transformirati BIM model zgrade u BIM model izvedenog stanja, odnosno osigurati da BIM model sadrži informacije koje odgovaraju stvarnom stanju na izvedenoj zgradi
2. Osigurati da su sve informacije potrebne za održavanje i korištenje u svrhu održavanja zahtjeva za energetskim učinkom definirane u strategiji primopredaje

Primopredaja i zatvaranje

Zadaci:

1. Provoditi sve aktivnosti predviđene u strategiji primopredaje zgrade
2. Provesti fino podešavanje sustava u zgradi kako bi se osigurala najbolja energetska učinkovitost.
3. Kontrolirati i osigurati da su svi tehnički sustavi ugrađeni na ispravan način i da BIM model sadrži upute za korištenje i ostalu korisnu dokumentaciju svih sustava ugrađenih u zgradu
4. Provesti primopredaju BIM modela vlasniku zgrade i/ili upravitelju zgrade

Korištenje i recikliranje

Zadaci:

1. Provjeravati potrošnju energije u uporabi
2. Osigurati ispravnu registraciju sustava u odgovarajuće baze podataka (katastre ili registre)
3. Osigurati prijavu pokazatelja potrebnih za SE(C)AP (Akcijskog plana za održivu energiju i borbu protiv klimatskih promjena)
4. Osigurati izradu priručnika za održavanje, kako bi se osiguralo optimalno funkcioniranje zgrade u smislu energetske učinkovitosti
5. Osigurati kontinuirano usklađivanje BIM modela s realnom situacijom ukoliko dođe do promjena na zgradi
6. Osigurati da je BIM model izrađen na način da može pružiti potrebne informacije za demontiranje dijelova zgrade, uklanjanje same zgrade i recikliranje dijelova ili cijele zgrade

Ishodi učenja za profesionalce

Ishodi učenja se mogu pronaći u dokumentu: D15.A – D3.2.A Requirements for Learning Outcomes for Target Groups. Koji se može preuzeti na web stranici www.net-ubiep.eu.

Sadržaj

Uvod	1
Zašto Net-UBIEP?	1
Uloga profesionalaca	2
Ishodi učenja za profesionalce	5
0. Uvodni modul - osnovna BIM znanja i vještine	8
0.1 Uvod: što je BIM?	8
0.2 BIM Rječnik	9
0.3 Prednosti i vrijednost korištenja BIM-a u različite svrhe	18
0.4 Otvoreni BIM alati i standardni format	22
0.5 CDE (Okolina za razmjenu podataka).....	30
0.6 BEP (BIM Plan izvršenja).....	31
1. Modul 1 – Difuzija BIM-a	33
1.1 Povrat na investiciju (ROI).....	33
1.1.1 Organizacijska perspektiva o BIM povratu na investiciju (ROI).....	35
1.1.2 Perspektiva interesnih sudionika o BIM povratu na investiciju ROI	36
1.1.3 Dimenzija zrelosti BIM ROI-a	37
1.2 Strategije za BIM difuziju	39
2. Modul 2 – Primjena upravljanja podacima	43
2.1 Načela upravljanja podacima u zajedničkom okruženju podataka (eng. “Common Data Enviroment (CDE)”).....	43
2.2 3D Model of graphic and non-graphic information	48
2.3 Plan održavanja zgrade i ugovaranje energetske usluge	53
2.4 BIM Model izvedenog stanja (eng. “as built”) za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada.....	57
Razina detaljnosti / razvoja (LoD)	60
3. Modul 3 – Primjena upravljanja nabavom	63
3.1 Natječaj za kvalitetu i ugovore, jamstva i upravljanje promjenama	63
3.2 Zelena javna nabava (Održiva javna nabava)	65
3.3 Odabir materijala i proizvoda korištenjem BIM-a	68
3.4 Izobrazba o korištenju BIM-a u energetske učinkovitosti	71
3.5 Identifikacija i kolaboracija među sudionicima	72
4. Modul 4 – Korištenje BIM tehnologije	76

4.1 Održivi građevinski sektor	76
4.2 Automatic model checking.....	78
4.2.1 Code checking.....	78
4.2.2 Clash detection	81
4.3 Information maturity index.....	82
4.4 4D i 5D BIM tehnologije	85
4.4.1 4D vremensko planiranje	85
4.4.2 5D Količine i procjene troškova	86
4.5 Laser scanning technology	88
5. Modul 5 – Analiza BIM modela	95
5.1 BIM for quality management	95
5.2 Simulacijske tehnike za analizu energije i osvjetljenja	96
5.3 Technical supervision of construction works	98
5.4 BIM za primopredaju i održavanje	100
Reference	104

0. Uvodni modul - osnovna BIM znanja i vještine

0.1 Uvod: što je BIM?

Granice informacijskog modeliranja građevine kao definicija pojma, skup tehnologija i grupe procesa brzo se mijenjaju čak i prije nego što ih industrija široko usvoji. Kao pojam, izgleda da se BIM nekako stabilizirao, ali kao skup tehnologija / procesa, njegove se granice brzo šire. Ova ekspanzija granica (i ponekad mutacija) je uznemirujuća na više načina jer BIM-u i dalje nedostaju dogovorene definicije, procesne karte i regulatorni okviri. Međutim, ove zabrinutosti nadomještaju obični potencijali BIM-a (kao integrirani proces) da djeluju kao katalizator promjene koje su spremne smanjiti fragmentaciju industrije, poboljšati učinkovitost i učinkovitost te smanjiti visoke troškove neodgovarajuće interoperabilnosti.

Za dionike industrije (poput projekatanta, inženjera, klijenata, građevinskih tvrtki, upravitelja objekata, vlade ...) BIM je novi pojam, ali predstavlja komercijalnu zrelost i dostupnost istih koncepata istraživanja. Istaknutost BIM-a, kao koncepta koji se ponovno pojavljuje, potaknut rastućom dostupnošću procesorske snage, zrelošću aplikacija, raspravama o interoperabilnosti (IAI, NIST i GSA) i proaktivnim regulatornim okvirima.

BIM, kako čitati pojam:

- Građevina (eng. Building): konstrukcija, zatvoreni prostor, izgrađeno okruženje...
- Informacija: organizirani skup podataka; smislen, djelotvoran
- Modeliranje: oblikovanje, formiranje, prezentiranje, opseg ...

Da biste bolje razumjeli ovu neadekvatnu skupinu značenja, promijenimo redoslijed riječi:



Konceptualni okviri informacijskog modeliranja građevina potječu od sredine 1980-ih, ali sam pojam se nedavno ukorijenio. Kao akronim, čini se da BIM postupno osvaja mnoge pojmove koji uglavnom imaju slične koncepte.

0.2 BIM Rječnik

2E indeks: objektivni indeks koji uključuje vrijeme, trošak i odgovarajuću procjenu dobivenu simulacijskim procesom virtualnog prototipa koji je u stanju odrediti njegov utjecaj na okoliš (ekološku učinkovitost – eng. Eco-Efficiency).

3D: detaljni geometrijski prikaz svakog dijela i ukupnu zgradu ili objekt unutar integriranog informacijskog instrumenta.

3D skeniranje: Prikupljanje podataka iz fizičkog objekta, zgrade ili bilo kojeg mjesta pomoću laserskog skeniranja - obično s oblakom točaka - da bi, potom, generirali BIM model.

4.0 Graditeljstvo: Transformacija i razvoj građevinske industrije uz pomoć novih tehnologija koje modificiraju uspostavljene poslovne modele kroz ljude na temelju interoperabilnosti ljudskih sredstava i materijala, obrade virtualizacije, decentralizacije donošenja odluka, razmjene informacija u stvarnom vremenu i usredotočujući se na službu za korisnike.

4D: Dimenzija koja uključuje upotrebu nekih modela kako bi omogućila sve aktivnosti i proces upravljanja vremenom (planiranje, procjena i kontrola vremena).

5D: Dimenzija koja uključuje upotrebu nekih modela kako bi omogućila sve aktivnosti i proces upravljanja troškovima (procjene troškova, određivanje proračuna i kontrola troškova).

6D: Dimenzija koja uključuje upotrebu nekih modela radi analize energije i održivosti.

7D: Dimenzija koja uključuje upotrebu nekih modela za obavljanje aktivnosti i procesa i operacija upravljanja tijekom čitavog životnog ciklusa zgrade ili objekta.

AEC (arhitektura, inženjerstvo i građevinarstvo): Akronim koji se odnosi na stručnjake i poduzeća vezana uz arhitekturu, građevinarstvo i inženjering.

AECO (arhitektura, inženjerstvo, građevinarstvo i održavanje): Proširenje AEC akronima koje uključuje stručnjake i poduzeća povezana s poslovanjem i održavanjem zgrada i infrastrukture.

Agilno kretanje (eng. Agile movement): To je inkrementalni, iterativni pristup upravljanju projektom baziranim na radnim kadencama gdje se zahtjevi i rješenja razvijaju tijekom vremena prema potrebi za projektom. Rad se ostvaruje putem suradnje samoorganiziranih i multidisciplinarnih timova, uključenih u radni proces koji se dijeli na kratkoročne cikluse koji ovise o odlukama i politikama donesenima na kraju prethodnog ciklusa

AIA (Američki institut arhitekata): Udruženje arhitekata Sjedinjenih Država. Među ostalim doprinosima BIM-u, razvili su BIM protokol koji uspostavlja niz standarda koji su dio ugovorne dokumentacije.

AIM (Model informacija o imovini): model informacija (dokumentacija, grafički model i ne-grafički podaci) koji podržava održavanje, upravljanje i rad imovine tijekom cijelog životnog ciklusa. Koristi se kao spremište za sve informacije o imovini, kao sredstvo za pristup i povezivanje s drugim sustavima i kao sredstvo za primanje i centraliziranje podataka svih sudionika tijekom faza projekta.

Autorska aplikacija: softverska aplikacija za stvaranje 3D modela obogaćenih skupom podataka i različitim dijelovima koji se koriste za izradu originalnog BIM modela. Oni su obično poznati kao platforme za modeliranje.

B **BCF-BIM Collaboration Format (Format suradnje u BIM-u):** to je otvoren format datoteke koji omogućuje slanje komentara, snimaka zaslona i drugih informacija u IFC datoteci BIM modela kako bi se promicala komunikacija i koordinacija različitih dijelova koji sudjeluju u projektu razvijenom putem BIM metoda.

Benchmarking: Postupak čiji je cilj stjecanje korisnih informacija koje pomažu organizaciji da poboljša svoje procese. Cilj mu je postići maksimalnu učinkovitost učenja od najboljih, pomažući organizaciji da dođe to stanja u koji želi doći.

BEP- BIM Execution Plan (BIM plan izvršenja) ili BPEP- BIM Project Execution Plan (BIM plan izvršenja projekta): dokument kojim se u cjelokupnom obliku objašnjava provedba BIM metodologije kroz sve faze projekta, definiranjem provedbenih postignuća, procesima i zadacima BIM-a, razmjenom informacija, potrebnom infrastrukturom, ulogama, odgovornostima i aplikacije za modeliranje, među ostalim aspektima.

BIM- Building Information Modelling (Modeliranje građevinskih informacija): Metodologija rada za sveobuhvatno upravljanje građevinskim projektima tijekom čitavog njegovog životnog ciklusa, temeljena na virtualnim modelima povezanim s bazama podataka.

BIM primjene: metode primjene BIM-a tijekom aktivnog životnog ciklusa kako bi se zadovoljili specifični ciljevi.

BIM Koordinator: Profil koji uz vrijeme isporuke, koordinira zadatke, nadležnosti i odgovornosti koje svaki dio ima u BIM projektu. Također se povezuje s voditeljima timova iz različitih disciplina, koordiniranjem i praćenjem modela projekta.

BIM, prijateljski: procesi i alati koji u cijelosti nisu napravljeni u BIM metodologiji, ali dopuštaju određeno sudjelovanje u procesima ili interoperabilnosti unutar BIM alata.

BIM, mali (BIM Little): BIM procesi i metodologija implementirana u malim i srednjim poduzećima

BIM izdvojen (BIM, Lonely): Korištenje BIM alata u projektu od strane dionika bez interoperabilnosti ili razmjene informacija između njih.

BIM Manager: Profil koji je odgovoran za jamčenje pravog protoka informacija generiranih BIM metodologijom, kao i za učinkovitost procesa i postizanje specifikacije koju je odredio klijent. To je voditelj izrade baze podataka projekta.

BIM Razina zrelosti: Indikator, obično statična ili interaktivna tablica kojom se procjenjuje razina znanja i BIM prakse organizacije ili projektnog tima.

BIM tehničar (Modelar): Profil čija je funkcija modeliranje BIM elemenata kako bi se Projekt ili zgrada vjerno prikazali, kako grafički tako i konstruktivno, prema kriterijima projektiranja i generiranju dokumenata za Projekt.

BIM modeliranje: Izgradnja ili generiranje djelovanja virtualnog trodimenzionalnog modela zgrade ili objekta, dodavanje podataka modelu povrh geometrije radi lakšeg korištenja u različitim fazama životnog ciklusa projekta i zgrade ili objekta.

BIM Model: Virtualni trodimenzionalni model zgrade ili objekta kojem su dodani podaci povrh geometrije radi lakšeg korištenja u različitim fazama životnog ciklusa projekta i zgrade ili objekta.

BIM, Open – Otvoreni BIM: Sveobuhvatni prijedlog za promicanje projektantske suradnje, implementacije i održavanja zgrada, temeljenih na standardima i otvorenim tijekovima rada.

BIM Zahtjevi: Opći pojam koji se odnosi na sve zahtjeve i preduvjete koje BIM modeli moraju zadovoljiti, kako klijenti, regulatorna tijela ili druge strane zahtijevaju.

BIM uloga ili profil: uloga pojedinca unutar organizacije (ili organizacije unutar projektnog tima) koja podrazumijeva stvaranje, promjenu ili upravljanje BIM modelima.

BIM, Super Ciljevi: BIM parametrični ciljevi koji se mogu programirati s mnogo varijacija

BoQ (Bill of Quantity) Dokaznica mjera: skup mjera svih radova koje integriraju projekt.

BREEAM Certifikacija: Metoda vrednovanja i potvrđivanja održivosti zgrade kojom upravlja Building Research Establishment (BRE), organizacija posvećena istraživanjima u građevinskom sektoru u svijetu.

Building Smart Alliance: međunarodna neprofitna organizacija koja ima za cilj unaprijediti učinkovitost u građevinskom sektoru putem interoperabilnosti otvorenih standarda o BIM-u i poslovnim modelima usmjerenim na suradnju za postizanje novih razina smanjenja troškova i rokova.

C CAMM (Computer-Assisted Maintenance Management) Upravljanje održavanjem podržano računalom: Računalni sustav koji upravlja aktivnostima održavanja nekretnine.

CDE (Common Data Environment) Zajedničko okruženje podataka: Digitalni središnji repozitorij gdje se nalaze sve informacije vezane uz projekt.

Ciljevi BIM-a: Ciljevi postavljeni za definiranje angažiranja potencijala vrijednosti BIM-a za projekt ili projektni tim. Ciljevi BIM-a pomažu u definiranju kako i zašto se BIM primjenjuje u projektu ili u organizaciji.

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) Razmjena podataka o izgradnji i korištenju građevine: Međunarodni standard za razmjenu informacija o građevini temeljenoj na BIM metodologiji. Najpopularniji način prikazivanja je progresivni razvoj obračunske tablice tijekom procesa gradnje.

D DB (Design-Build) Projektiranje i građenje: Način upravljanja nabavom projekta izgradnje u kojem klijent uspostavlja jedinstveni ugovor za projektiranje i izgradnju projekta.

DBB (Design-Bid-Build) Projektiranje-nuđenje-građenje: način upravljanja nabavom projekta izgradnje u kojem klijent uspostavlja odvojene nabave za projektiranje i izgradnju projekta.

Disciplina: Svaka od glavnih područja u kojima se objekti BIM modela mogu sastaviti prema njihovoj glavnoj funkciji. Najopćenitije discipline su: arhitektura, konstrukterstvo i instalaterstvo.

Digitalni bliznac (Digital twin): računalno generirani vizualni prikaz građevine

Društveni BIM: Pojam koji se koristi za opisivanje metoda organizacije, projektnih timova ili cijelog tržišta gdje se generiraju multidisciplinarni BIM modeli ili gdje se BIM modeli razmjenjuju na suradnički način između sudionika projekta.

E Ekološka učinkovitost: Distribucija robe s konkurentnim cijenama i uslugama koje udovoljavaju ljudskim potrebama i osiguravaju kvalitetu života dok progresivno smanjuju utjecaj na okoliš i intenzitet potrošenih izvora tijekom cijelog životnog ciklusa, uzimajući to do razine koja odgovara kapacitetu zemlje.

EIR (Employer's Information Requirements) Zahtjevi poslodavca: Dokument čiji sadržaj definira zahtjeve korisnika u svakoj fazi projekta u smislu modeliranja. To će biti osnova za proizvodnju BEP-a.

Ekstrakcija: prikupljanje (izvlačenje) podataka modela.

Ekstrakcija mjera: Prikupljanje mjera modela.

F **Faza rada ili korištenja:** posljednja je faza ciklusa životnog ciklusa. To uključuje sve aktivnosti koje slijede nakon izgradnje i stvaranja zgrade.

FM (Facility Management) Upravljanje objektima: Skup usluga i interdisciplinarnih aktivnosti tijekom faze rada radi upravljanja i pružanja najbolji učinak nekretnine integrirajući ljude, prostore, procese, tehnologije i vlastita svojstva instalacija, kao što su održavanje ili upravljanje prostorima.

G **GbXML:** format koji se koristi za omogućavanje glatkog prijenosa svojstava BIM modela u aplikacije za proračun energije.

GIS (Geografski informacijski sustav): informacijski sustav koji može integrirati, pohranjivati, uređivati, analizirati, dijeliti i prikazati zemljopisno upućene informacije.

Globalni jedinstveni identifikator: jedinstveni broj koji identificira određeni objekt u softverskoj aplikaciji. U BIM modelu, svaki objekt ima svoj GJID.

H **HVAC (Heating, ventilating and air conditioning) Grijanje, ventilacija i klimatizacija:** Po proširenju, akronim koji upućuje na sve koji se odnose na uređaje za kondicioniranje zraka zgrada.

I **IAI (International Alliance for Interoperability)** Međunarodni savez za interoperabilnost: organizacija koja je prethodila organizaciji Building Smart.

ICT: Informacijske i komunikacijske tehnologije

IDM (Information Delivery Manual) Priručnik za isporuku informacija : Standard koji se odnosi na procese određene kada je određena vrsta informacija potrebna tijekom životnog ciklusa nekretnine i onoga koji mora dostaviti takve podatke.

IFC Temeljni industrijski razredi (eng. Industry Foundation Classes): Standardna datoteka napravljena u suradnji s Building Smart kako bi se olakšala razmjena informacija i interoperabilnost između softverskih aplikacija u BIM radnom procesu.

IFD Informacijski okvirni rječnik (eng. Information Framework Dictionary): Baza koja omogućuje komunikaciju između građevinske baze podataka i BIM modela. U razvoju tvrtke Building Smart.

Integrirani model: BIM model koji povezuje različite modele discipline, stvarajući savezni model s jedinstvenom bazom podataka s podacima individualnih modela.

Internet stvari: koncept koji se odnosi na digitalni povezivanje svakodnevnih predmeta s internetom.

Interoperabilnost: Sposobnost nekoliko sustava (i organizacija) da rade zajedno nesmetano bez ikakvog gubitka podataka ili informacija. Interoperabilnost se može odnositi na sustave, procese, formate datoteka itd.

IPD Integrirana provedba projekta (eng. Integrated Project Delivery): To je ugovorni odnos koji ima fokus na uravnoteženje rizika i distribuciju rizika između glavnih sudionika projekta. Temelji se na zajedničkim rizicima i nagradama, ranim uključenjem svih sudionika u projekt i otvorenim komunikacijama između njih. To uključuje korištenje odgovarajuće tehnologije kao što je BIM metodologija.

Isporučevina: bilo koji proizvod, rezultat ili jedinstvena i provjeriva sposobnost za obavljanje određene usluge koja mora biti stvorena za dovršetak procesa, faze ili projekta.

IT: Informacijska tehnologija

IWMS Integrirani sustav upravljanja radnim mjestom (eng. Integrated workplace management system): Integrirani sustav upravljanja radnim mjestom koji funkcionira kroz platformu korporativnog upravljanja koja omogućuje planiranje, dizajn, upravljanje, to explode i uklanjanje imovine smještenih u prostorima organizacije. Omogućuje optimizaciju korištenja resursa u radnom prostoru, uključujući upravljanje imovinom, objektima i instalacijama.

Izvorni format: izvorni radni format datoteke iz određene računalne aplikacije koja se obično ne može koristiti za izravan način razmjene informacija s različitim aplikacijama.

K Kategorije modela: Kategorija koja se odnosi na stvarne objekte građevinskog modela koji sudjeluju u njegovoj geometriji, na primjer: zidovi, obloge, tla, vrata ili prozori.

Kategorija objekta: razvrstavanje i grupiranje objekata unutar BIM modela prema konstruktivnoj tipologiji ili svrsi.

Kvaliteta: Mjerenje usklađenosti za zahtjevima proizvoda prema mjerljivim i provjerljivim standardima.

KPI Ključni pokazatelji izvršenja (eng. Key Performance Indicator): Pokazatelji uspješnosti koji pomažu organizacijama da shvate kako se rad ostvaruje u odnosu na svoje ciljeve i svrhu.

L Lean Construction: Metoda upravljanja gradnjom, strategija upravljanja projektima i teorija proizvodnje fokusirana na minimalizaciju otpada u materijalima, vremenu, trudu i maksimiziranju vrijednosti uz kontinuirano poboljšanje kroz faze projektiranja i izgradnju projekta.

LEED Vodstvo u projektiranju u energetici i zaštiti okoliša (eng. Leadership in Energy & Environmental Design): Sustav certifikacije održivog graditeljstva, kojeg je izradilo Vijeće za zelenu gradnju Sjedinjenih Američkih Država, koja je agencija s poglavljima u različitim zemljama.

LOD Razina detalja (eng. Level of detail): Količina i bogatstvo evolucije informacija konstruktivnog procesa.

LOD Razina razvoja (eng. Level of development): Definira razinu razvoja ili zrelosti informacija koje BIM model ima, a sastavni je dio, konstruktivni sustav ili sklop zgrada. AIA je razvio numeričku klasifikaciju (LOD 100, 200, 300, 400, 500).

LOD 100: Objekt koji se može prikazati simbolom ili generičkim prikazom. Njegova geometrijska definicija nije potrebna iako može ovisiti o ostalim grafičkim i geometrijskim objektima. Određeni elementi mogu ostati na ovoj razini razvoja u naprednim fazama projekta.

LOD 200: Element je definiran grafički, određujući količine, veličinu, oblik ili položaj u odnosu na cjelinu projekta. Može uključivati i ne-grafičke podatke.

LOD 300: Element je grafički definiran, određujući količine, veličinu, oblik i / ili točan položaj u odnosu na cjelinu projekta. Može uključivati i ne-grafičke podatke.

LOD 350: Ekvivalentan je LOD 300, ali označava detekciju smetnji između različitih elemenata.

LOD 400: Ciljni element je geometrijski detaljno definiran, kao i njegov položaj koji pripada specifičnom konstruktivnom sustavu, upotreba i montaža u količinskom smislu, dimenzije, oblika, položaja i potpuna detaljna orijentacija, specifične informacije o proizvodu za projekt, puštanje u pogon i instalaciju. Može uključivati i ne-grafičke podatke.

LOD 500: Ciljni objekt detaljno je definiran geometrijski, kao i njegov položaj koji pripada specifičnom konstruktivnom sustavu, upotreba i montaža u količinskom smislu, dimenzije, oblik, položaj i potpuna detaljna orijentacija, specifične informacije o proizvodu za projekt, puštanje u pogon i instalaciju. Može uključivati i ne-grafičke podatke. To je ista definicija kao u LOD 400 ali za element koji je doista implementiran.

LOI (Razina informacija): je razina alfanumeričkih ne-grafičkih informacija koje BIM objekt ima. LOI mogu biti rasporedi, specifikacije ili parametarske informacije.

LOMD Razina definicije modela (eng. Level of Model Definition): Prema Britanskoj konvenciji, razina skale definiranja modela. LOMD = LOD + LOI.

LOMD (Level of Model Definition): According to the British Convention, the model definition scale level. LOMD = LOD + LOI.

M Mapiranje tokova vrijednosti: Vizualni alat koji omogućuje prepoznavanje svih aktivnosti u planiranju i proizvodnji proizvoda, kako bi se pronašle mogućnosti poboljšanja koje utječu na cijeli lanac, a ne u izoliranim procesima.

Meke sposobnosti (eng. Soft skills): kolektivni naziv za osobne kvalitete, društvene vještine, komunikacijske vještine, vještine konsenzusa, osobne navike i prijateljstvo koje daju boju odnosa s drugima.

MEP mehaničke, električne i vodovodne: prošireno, akronim koji se odnosi na instalacije.

MET Tablica elemenata modela (eng. Model Element Table): Tablica koja se koristi za identifikaciju odgovornog dijela koji administrira i generira BIM modele i razinu razvoja. MET, obično uključuje popis komponenata modela u vertikalnoj podjeli i projektnim prekretnicama (ili fazama životnog ciklusa projekta) u vodoravnoj podjeli.

Model/prototip: Svaki od specifičnih objekata koji mogu biti dio BIM modela.

Model izvedenog stanja (As-Built model): Model koji okuplja sve promjene koje je project doživio u procesu izgradnje na takav način da je moguće dobiti točan BIM model stvarnog stanja.

MVD Definicija prikaza modela (eng. Model View Definition): Standard koji određuje metodologiju razmjene podataka, sadržaja ili IFC datoteka između različitih programa i sudionika tijekom životnog ciklusa gradnje. Building Smart trenutno radi na razvoju.

O Oblak točaka: Rezultat prikupljanja podataka o zgradi ili objektu laserskim skenerom koji se sastoji od skupa točaka u prostoru koji odražavaju njegovu površinu.

Obitelj: Skup objekata koji pripadaju istoj kategoriji koji imaju parametarska pravila za generiranje analognih geometrijskih modela.

Obrnuti inženjering: disciplina koja na temelju informacija o fizičkoj konstrukciji definira zahtjeve za novim projektom.

Ograničenje: na BIM modelu, ograničenje i blokiranje rada nad objektom, obično preko dimenzija ili položaja u odnosu na drugi objekt.

Opseg: Definicija željenog ishoda, proizvoda ili usluge povezane s projektom. U BIM-u, definicija dometa će odrediti stupanj razvoja modela.

Otkrivanje sukoba: Postupak koji uključuje lociranje interferencija proizvedenih unutar objekata modela ili prilikom uvođenja modela različitih disciplina u jedan model.

P Pametni grad (eng. Smart City): Tehnološka vizija / rješenje unutar urbanog okruženja za povezivanje više informacijskih i komunikacijskih sustava za upravljanje izgrađenom imovinom u gradu. Vizija / rješenje Smart City ovisi o prikupljanju podataka putem senzora pokreta i sustava nadzora te je usmjeren na poboljšanje kvalitete života stanovnika kroz integraciju različitih vrsta usluga i imovine.

Parametar: varijabla koja omogućuje kontrolu svojstava ili dimenzija objekta .

Parametarski model: pojam koji se odnosi na 3D modele gdje se objektima / elementima može rukovati pomoću eksplicitnih parametara, pravila ili ograničenja.

PAS 1192 Javno dostupne specifikacije (eng. Publicly Available Specifications): Specifikacija koju objavljuje CIC (Construction Industry Council) čija je glavna funkcija biti okvir koji podržava ciljeve BIM-a u Ujedinjenom Kraljevstvu. Određuje zahtjeve za zadovoljavanje BIM standarda i utvrđuje baze za suradnju u omogućenim BIM projektima, uključujući dostupna pravila o izvješćivanju i postupke razmjene podataka.

Pasivna kuća: Energetski učinkoviti građevinski standardi s visokom ambijentalnom udobnošću i pristupačnošću. Promovira ga Institut Passivhaus iz Njemačke, koja je institucija na međunarodnoj sceni.

PIM Upravljanje informacijama o proizvodu (eng. Product Information Management): Upravljanje podacima u svrhu centralizacije, organiziranja, klasifikacije, sinkronizacije i obogaćivanja informacija vezanih uz proizvode prema poslovnim pravilima, marketinškim strategijama i prodaji. Centralizira informacije vezanih uz proizvode kako bi se više prodajnih kanala opskrbljivalo s točnim i dosljednim i najnovijim informacijama.

Plan implementacije BIM-a (BIM Implementation Plan): strateški plan za implementaciju BIM-a u poduzeće ili organizaciju

Planiranje građenja: aktivnosti i dokumentacija kojom se planira izvršenje različitih dijelova radova u vremenu. U BIM modelu moguće je dodijeliti parametar svakom elementu ili objektu istog, tako da je moguće simulirati stanje radova u određenom vremenu.

PMI Institut za upravljanje projektima (eng. Project Management Institute): Globalna organizacija čiji je glavni cilj uspostaviti standarde upravljanja projektima, organizirati edukativne programe i upravljati globalnim procesom certificiranja stručnjaka.

Primjerni parametar: varijabla koja djeluje preko određenog objekta neovisno o ostatku.

Problem nejasnih podataka (Data Conundrum): problematično područje pri određivanju BIM standarda u različitim kulturama s posebnim okolnostima u svakoj od njih.

Procedura: dokumentirani skup zadataka koji su razvijeni u određenom redoslijedu i obliku, koji će se vjerojatno ponavljati više puta kako bi se dobili slični rezultati.

Projekt: Privremeni planirani napor koji se odvija za stvaranje proizvoda, usluge ili jedinstvenog rezultata. U slučaju građevinske industrije, rezultat će biti zgrada, infrastruktura, itd.

Prostor: otvoreno ili zatvoreno područje ili volumen, omeđen bilo kojim elementom.

Proširena stvarnost: vizija fizičkog okruženja stvarnog svijeta putem tehnološkog uređaja kroz koji se materijalni fizikalni elementi kombiniraju s virtualnim elementima, čime stvara mješovitu stvarnost u stvarnom vremenu.

QA, osiguranje kvalitete (Quality Assurance): Skup mjera i radnji koji se primjenjuju na proces kako bi se potvrdili pouzdanost i ispravnost rezultata.

QC, kontrola kvalitete (eng. Quality control): Operativne tehnike i aktivnosti korištene za udovoljavanje zahtjevima kvalitete.

R Referentna kategorija: Kategorija koja se odnosi na objekte koji nisu realni dio zgrade, ali služe za njegovo definiranje, kao što su visine, razine, osi ili područja.

Rework: dodatni napor potreban za ispravljanje nedostataka na proizvodu.

RFI Zahtjev za informacijom (eng. Request for Information): Postupak kojim netko tko sudjeluje u projektu (na primjer, izvođač radova) šalje komunikaciju drugom sudioniku kako bi potvrdio tumačenje onoga što je dokumentirano ili kako bi se pojasnilo što je navedeno na modelu.

ROI (Povrat ulaganja): financijski omjer koji uspoređuje dobit ili dobit ostvarenu u odnosu na izvršenu investiciju. U odnosu na BIM koristi se za analizu financijskih prednosti implementacije BIM metodologije u organizaciji.

S SaaS Softver kao usluga (eng. Software as a Service): model licenciranja i isporuke softvera gdje softverski alat nije instaliran na računalu svakog korisnika, već je centralno smješten (na oblaku) i pruža se korisnicima putem pretplate.

Sastavljeni model (Federated model): BIM model koji povezuje, ne generira, modele različitih disciplina. Savezni model ne stvara bazu podataka s podacima iz pojedinih modela, za razliku od integriranog modela.

Savjet za zelenu gradnju: Neprofitna udruga koja se okuplja predstavnikea cijelog građevinskog sektora kako bi potaknula transformaciju sektora prema održivosti promicanjem inicijativa koje pružaju metodologije, kao i ažurirane i internacionalno kompatibilne alate sektoru koji omogućavaju objektivno procjenjivanje i potvrđivanje održivosti zgrade.

Scrum: Referentni okvir koji definira skup praksi i uloga, a koji se može prihvatiti kao polazište za definiranje procesa razvoja koji će se izvršiti tijekom projekta. Karakterizira se pomoću strategije inkrementalnog razvoja, umjesto planiranja i potpunog izvođenja proizvoda, kvaliteta rezultata temelji se na znanju ljudi u samoorganiziranim timovima i preklapanju različitih faza razvoja, umjesto da se provode jedna za drugom sekvencijalno ili kaskadno.

Simulacija: Proces oblikovanja objekta virtualnog modela ili stvarnog sustava i cjelokupnog iskustva s njim kako bi se razumjelo i predvidjelo ponašanje sustava ili objekta ili ocijenilo nove strategije - unutar granica određenih pojedinačnim ili skupinom kriterija - za njegovo funkcioniranje.

Specifikacija: dokument koji opisuje na sveobuhvatan, precizan i provjerljiv način zahtjeve, dizajn, ponašanje i druge pojedinosti sustava, komponente, proizvoda, rezultata ili usluge. Procedure često određuju jesu li ti propisi ispunjeni.

Sudionik (eng. Stakeholder): osoba, skupina ljudi ili subjekata koji interveniraju ili imaju interese u bilo kojem dijelu građevinskog procesa.

Sustavi klasifikacije: Razredi i raspodjela kategorija za graditeljstvo uključujući, između ostalog, elemente, prostore, discipline i materijale (Uniclass, Unifomat, Omniclass, su neki od najčešće korištenih međunarodnih klasifikacijskih standarda).

Standard: dokument ustanovljen zajedničkim pristankom i odobren od strane priznate osobe koja pruža zajednička i ponavljajuća pravila, smjernice ili značajke za aktivnosti ili njihove rezultate, s ciljem postizanja optimalne razine u danom kontekstu.

T Take-off: v. ekstrakcija

Taksonomija: višerazinska klasifikacija (hijerarhija, stablo itd.) uvedena za organiziranje i imenovanje pojmova u skladu s jasnom strukturom, na primjer, objekata BIM modela.

Tijek rada: proučavanje operacijskih aspekata tijeka rada: kako su zadaci strukturirani, kako se ostvaruju, koji je njegov korelativni red, kako su sinkronizirani, kako se prate podaci koji podržavaju tijek rada i kako se prati završetak zadataka. Aplikacija tijeka rada automatizira redoslijed akcija, aktivnosti ili zadataka korišteni za izvršavanje procesa, uključujući praćenje stanja svakog dijela te doprinos novih alata za upravljanje njime. To je bitan koncept za stvaranje BIM modela, kao i za povećanje interoperabilnosti između različitih alata koji rade u BIM okruženjima.

U Ukupni trošak vlasništva: procjena svih troškova građenja tijekom životnog ciklusa građevine.

Upravljanje projektima: Primjena znanja, vještina, alata i tehnika za realizaciju aktivnosti potrebnih za ispunjavanje zahtjeva projekta.

Usporedno inženjerstvo: Sustavan je napor za izradu integriranog i konvergentnog projektiranja proizvoda i njegovih odgovarajućih procesa proizvodnje i servisiranja. Dizajnirano je kao bi se preuzela odgovornost za razvoj uzimajući u obzir, od početka, sve elemente životnog ciklusa proizvoda; od konceptualnog dizajna do stavljanja na tržište; uključujući zahtjeve kvalitete, troškove i zahtjeve korisnika.

V VBE Virtualna graditeljska okolina (eng.Virtual Building Environment): sastoji se od stvaranja integriranih oblika koji predstavljaju fizički svijet u digitalnom formatu kako bi se razvio virtualni svijet koji odražava dovoljno stvarni svijet stvarajući bazu Pamentnog grada u konstruiranom i prirodnom okruženju, kako bi olakšao učinkovito projektiranje infrastrukture i programirano održavanje, te stvorilo novu osnovu za gospodarski rast i socijalni boljitak kroz analizu koja se temelji na dokazima. BIM modeli građevina i objekata će biti dio ove virtualne okoline ili će sve više biti uključeni u nju.

Veliki podaci (Big data): Koncept koji se odnosi na pohranu velikih količina baze podataka, kao i na primijenjene postupke za pronalaženje ponavljajućih obrazaca unutar tih podataka.

Veliki BIM (Big BIM): BIM procesi i metodologija implementirani u velikim poduzećima.

VDC Virtualno projektiranje i gradnja (eng.Virtual Design and Construction): Multidisciplinarni integrirani modeli upravljanja za izvršenje građevinskih projekata, uključujući imovinu BIM modela, radne procese i organizaciju tima za projektiranje, izgradnju i rad (korištenje) kako bi se zadovoljili ciljevi projekta.

Vrsta objekta: podskup objekata u BIM modelu koji pripadaju istoj obitelji i dijele parametre.

Vrsta parametra: varijabla koja djeluje na sve objekte istog tipa koji postoje u modelu.

W WBS Razvijena struktura rada (eng. Work Breakdown Structure): Hijerarhijska struktura koja se uobičajeno koristi kao stablo razbijeno u dijelove rada koje se treba ispuniti kako bi se ispunili ciljevi Projekta i stvorili potrebne isporuke usmjerene na organiziranje i definiranje cjelokupnog opsega. Unutar građevinske industrije navodi aktivnosti i zadaće potrebne za projektiranje ili izgradnju novog Projekta.

Z Zadnji planer LPS (Last planer system): Kontrolni sustav koji znatno poboljšava obavljanje aktivnosti i ispravno korištenje resursa građevinskih projekata. Njegovo osnovno načelo temelji se na povećanju izvršenja građevinskih aktivnosti smanjenjem neizvjesnosti povezanih s planiranjem, stvaranjem srednjoročnog i tjednog planiranja u okviru početnih postavki ili glavnog plana projekta, analizom ograničenja koja sprečavaju normalan razvoj aktivnosti.

Ž Životni ciklus građevine: pogled na zgradu tijekom cijelog svog života, uzimajući u obzir projektiranje, izgradnju, rad i korištenje, rušenje i obradu otpada.

Životni ciklus: koncept koji se odnosi na formiranje, razvoj i završetak funkcionalnosti određene stavke, projekta, zgrade ili rada.

0.3 Prednosti i vrijednost korištenja BIM-a u različite svrhe

Prelazak s 2D crteža na 3D modele je u tijeku i uzima sve više zamaha u arhitekturi, inženjerskim djelatnostima kao i samom procesu građenja, a sve zahvaljujući opipljivom povratu investicije zbog pojednostavljenog tijeka rada.

Modelski pristup povećava učinkovitost i kvalitetu unutar pojedine organizacije, a naročito se prednosti ističu tijekom koordinirane isporuke projekta. Informacijsko modeliranje zgrada BIM – Building Information Modelling) nudi prednosti u pogledu smanjenja utrošenog vremena kao i troškova za provođenje projekata u području zgradarstva ili infrastrukturnih projekata.



U daljnjem tekstu predstaviti će se 11 najvažnijih prednosti korištenja BIM-a:

1. **Bilježenje stvarnosti:** količina lako dostupnih podataka i informacija o područjima zahvata u prostoru značajno je povećana korištenjem boljih alata za mapiranje i slikama Zemlje. Zbog toga današnji projekti često uključuju zračne snimke i digitalnu elevaciju kao i 3D laserske snimke (oblak točaka) postojeće infrastrukture, koji s velikom razinom točnosti bilježe stvarno stanje na terenu i uvelike olakšava pripremu projekta. Korištenjem BIM-a, projektanti dobivaju i koriste informacije (ulazne podatke) koje su ugrađene i podijeljene u modelu, na način koji nije moguće ostvariti klasičnim pristupom (nacrtima na papiru).

2. **Sve informacije, manje dorade:** Dijeljenjem modela, postoji manja potreba za ponavljanjem rada i umnažanjem crteža ovisno o potrebama različitih inženjerskih disciplina u graditeljstvu. Model sadrži više podataka nego skup crteža, što omogućuje svakoj inženjerskoj disciplini da komentira, unosi svoje bilješke i svoje znanje u projekt. Prednost BIM alata (softvera) za crtanje je da su brži nego klasični 2D alati za crtanje, pri čemu je svaki ucrtani objekt povezan s bazom podataka. Baza podatak pomaže u kasnijim koracima poput npr. izrade dokaznice mjera i troškovnika koji se automatski osvježavaju s napretkom izrade samog modela. Bez dubljih analiza se može zaključiti da već brzo, računalom upravljano brojenje pojedinih komponenata modela predstavlja značajnu uštedu u vremenu, a time i novcu.
3. **Zadržavanje kontrole:** digitalni modelski pristup radnom procesu uključuje pomoćne alate koji omogućuju korisniku da prati izmjene u razvoju projekta kao i bilježenje vremena utrošenog za rad na modelu. Naravno, postojanje veze između trenutnog modela i njegovih ranijih verzija, omogućuje izbjegavanje smanjenje stresa u poslu.
4. **Poboljšanje suradnje:** dijeljenje podataka i suradnja između kolega je lakša ukoliko se koriste modeli u odnosu na situaciju kad se koristi skup nacrti, s obzirom da BIM alati omogućuju mnoge funkcije za lakše upravljanje digitalnim radnim procesima. Na primjer, dodana funkcionalnost u području upravljanja projektima se zapravo pojavljuje u upotrebi Oblaka (Cloud) na kojem je moguće razmjenjivati kompleksne BIM modele i koordinirati integraciju u suradnji s kolegama iz projektnih timova drugih disciplina. Revizija i bilježenje svih koraka u procesu razvoja modela omogućuje svima da sudjeluju u razvoju modela tijekom njegove evolucije te da su upućeni i spremni za izvođenje radova.
5. **Simulacija i vizualizacija:** još jedna od prednosti BIM-a je povećanje broja alata za simulaciju koji omogućuju projektantu lakšu vizualizaciju pojedinih detalja, poput ulaska Sunca u prostor tijekom različitih godišnjih doba ili proračun (simulacija) potrebne energije za grijanje i hlađenje zgrade. Razvoj alata za simulaciju doveden je do razine na kojoj je proračun automatiziran na način da softver primjenjuje pravila i najbolje prakse što uvelike olakšava i ubrzava radne procese. Osim toga, softver omogućuje relativno jednostavno provođenje kompleksnih analiza koje dovode projektanta do odabira optimalnih svojstava zgrade.
6. **Rješavanje sukoba:** skup BIM alata pomaže automatizirati otkrivanje kolizija (clash detection) unutar modela, poput situacija kada na primjer električni vodovi ili cjevovodi prolaze kroz gredu. Definiranjem svih elemenata u istom modelu, moguće je vrlo rano tijekom projektiranja otkriti kolizije čime se smanjuje broj skupih rješavanja problema kolizije tijekom izvođenja na gradilištu. Također, model omogućuje lakše izvođenje predgotovljenih elemenata u smislu da je moguća izmjera stvarno izvedenih elemenata na gradilištu (laserskim skeniranjem) te korekcija BIM modela, a time i predgotovljenih elemenata.
7. **Slijed (Sekvenca) koraka:** korištenjem kvalitetnog i točnog BIM modela te pod-modela za svaku fazu gradnje, moguće je koordinirati naredne aktivnosti, korištenje materijala i proizvoda te ekipa radnika kako bi se postigao što učinkovitiji proces građenja. Osim samih animacija koje pojašnjavaju korake građenja, model omogućuje koordiniranje narednih aktivnosti i procesa, te isporuku predvidljivog puta do očekivanog ishoda.
8. **Generiranje detalja:** BIM model je svakako odličan način prijenosa velike količine informacija i podataka, ali neovisno o tome, postoji potreba i za tradicionalno dijeljenje nacrti, presjeka, detalja kao i drugih dijelova projekta unutar projektnog tima. Korištenjem automatiziranih funkcija BIM alata izrada svih navedenih grafičkih priloga, ali i npr. iskaza količina može uštedjeti vrijedno vrijeme i resurse.
9. **Savršena prezentacija:** nakon završetka projektiranja, BIM model se pokazao kao vrlo dobar alat za komunikaciju obuhvata projekta, pojedinih koraka projekta i ishoda projekta. BIM model može se koristiti i za izradu vizualizacija, rendera i virtualnih šetnji kroz zgrade koje se mogu koristiti za razne namjene, od ishođenja potrebnih dozvola do prodaje prostora.

- Iako BIM omogućuje pojednostavljenje procesa tijekom gradnje, ipak se čini da je želja za što bržom standardizacijom svakog procesa i načina isporuke preuzela inicijativu u odnosu na napore koji se ulažu u pojednostavljenje suradnje na BIM projektu i smanjenje kompleksnosti projekta. Namjene BIM modela (Model Uses) pružaju strukturirani „jezik“ za prevođenje ciljeva projekta u ishode projekta, čime se može razjasniti i olakšati nabava usluga kao i poboljšati radni učinak.



Osnovni motiv koji se navodi kao pokretač aktivnosti za definiranje i javno objavljivanje sveobuhvatnog popisa namjene BIM modela (Model Uses List) je doprinos smanjenju kompleksnosti projekta na način da se:

- TRENING MATERIJALI za Profesionalce
- NET
UBIEP
- Co-funded by the Horizon 2020 programme
of the European Union
- 

pred-kvalifikacijske upitnike (Pre-Qualification Questionnaires – PQQ), Zahtijevane informacije poslodavca (Employer's Information Requirements - EIR) i slične dokumente.

- Definiranje ishoda učenja: namjene modela (Model Uses) dopuštaju uspoređivanje specijaliziranih kompetencija stečenih od strane pojedinaca, organizacija ili timova
- Procjena sposobnosti/zrelosti: namjene modela (Model Uses) koriste se kao mjerila za procjenu sposobnosti dionika projekta
- Definiranje zadataka i odgovornosti: namjene modela (Model Uses) omogućuju da se prepoznaju sposobnosti projektnog tima i radnih grupa te da se u skladu s njima projektnom timu dodijele odgovarajući zadaci i odgovornosti.
- Prevladaju semantičke razlike između različitih disciplina i struka koje sudjeluju u projektu: namjene modela (Model Uses) predstavljaju zapravo rezultate koji proizlaze iz nekoliko informacijskih sustava – BIM-a, GIS-a (Geografski informacijski sustav), Upravljanje životnim ciklusom proizvoda - PLM (Product Lifecycle Management) i planiranje resursa poduzeća - ERP (Enterprise Resources Planning) – te mogu doprinijeti prevladavanju semantičkih razlika između sobno struka (na primjer Geodetske, Građevinske itd.).

Prema organizaciji BuildingSMART, razmjena informacija između različitih BIM alata moguća je primjenom odgovarajućih protokola i formata, poput interoperabilnog formata za razmjenu podataka, IFC-a (Temeljni industrijski razredi; eng. Industry Foundation Classes). Proizvođači BIM alata, trebaju u softver implementirati IFC koji zadovoljava zahtjeve AEC industrije (eng. Architecture, Engineering and Construction – arhitektonsko-građevinsko-instalaterske discipline). Zahtjevi AEC industrije su definirani kroz specifikaciju MVD (Model View Definition) koja definira svojstva i specificira zahtjeve za funkcionalnu razmjenu podataka. Dodatno, NBIMS (National Building Information Model Standard) definira točno koje su to potrebne informacije za funkcionalnu razmjenu podataka između različitih BIM alata odnosno različitih scenarija razmjene podataka te kako te potrebne informacije povezati s IFC-om. Može se ustvrditi da je vrlo mali broj MVD-a implementiran u BIM alate (softvere), ali neovisno o broju trenutno dostupnih MVD-a, MVD-a koji će se razviti u budućnosti ili će biti implementirani od strane tvrtki koje razvijaju pojedine BIM alate, može se utvrditi da najprije treba (odvojeno od MVD-a) definirati sveobuhvatni popis namjena modela (model uses) zbog toga što su:

- MVD (Model View Definitions) namijenjeni za standardizaciju razmjene podataka između dva (ili više) računala temeljem čestih načina korištenja modela
- namjena modela (model uses) namijenjeni za pojednostavljenje interakcije između dva čovjeka ili interakcije čovjeka i računala (HCI – human to computer interactions). Bitno je naglasiti da osnovni cilj i prednosti definiranih namjena modela (Model uses) nije poboljšanje BIM alata (softvera) već da se olakša komunikacija između dionika projekta i povezivanje zahtjeva klijenta ili poslodavca sa ishodima projekta i kompetencijama projektnog tima.

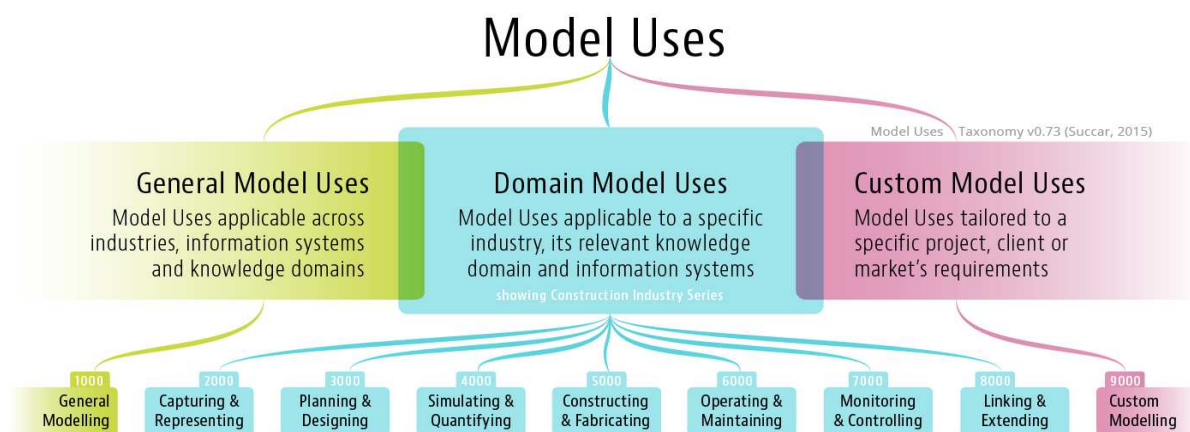
Moguće je definirati desetke ili stotine namjena modela (model uses) koje predstavljaju modeliranu informaciju ili pak informaciju koju je moguće modelirati. Međutim, važno je definirati minimalno obradivi broj namjena modela (niti manje niti više) koje dopuštaju ostvarivanje dva naizgled kontradiktorna cilja: točnost prikaza i fleksibilnosti pri korištenju.

S obzirom na **točnost prikaza**, ukoliko se definira premali broj namjena modela (model uses) tada je moguće da definicija bude preširoka, manje precizna i da postoji mogućnost podjele na pod-namjene modela. S druge strane, ukoliko je broj namjena modela (model uses) prevelik, tada je moguće da njihova definicija bude preuska te da uključuje aktivnosti i/ili odgovornosti koje se međusobno preklapaju što može dovesti do nesporazuma. Potrebno je dakle definirati optimalni broj namjena modela (model uses) koji je odgovarajući za učinkovitu komunikaciju i primjenu.

S obzirom na **fleksibilnost pri korištenju**, odnosno na mogućnost primjene namjena modela (model uses) u različitim kontekstima, namjene modela (model uses) ne smiju uključivati nepotrebne opise koji se razlikuju od korisnika do korisnika. Zbog toga su namjene modela (model uses) definirane neovisno od korisnika modela, industrije, tržišta, mijena, prioriteta te inherentnih aktivnosti.

- ✓ Namjene modela (model uses) se definiraju neovisno od faza životnog ciklusa projekta te samim time mogu biti primijenjene na bilo koju ili sve faze projekta, ovisno o sposobnosti korištenja BIM-a od strane dionika.
- ✓ Namjene modela (model uses) se definiraju neovisno od načina njihove primjene, što omogućuje dosljedno korištenje u procesu nabave (npr. javne nabave), razvoju sposobnosti, organizacijske implementacije, procjene projekta i osobnog učenja.
- ✓ Namjene modela (Model Uses) su definirane bez ugrađenih prioriteta što omogućuje da prioritetne namjene modela definiraju dionici na svakom projektu, i
- ✓ Namjene modela (Model Uses) nisu prethodno dodijeljene ulogama unutar pojedinih struka, što omogućuje dodjeljivanje odgovornosti za pojedine namjene modela (model uses) temeljem iskustva pojedinog sudionika projekta kao i njegovih mjerljivih sposobnosti.

Kombiniranjem navedena dva cilja (točnosti i fleksibilnosti) te definiranjem ravnoteže među njima razvijen je popis namjena modela (model uses) prikazan na donjoj slici.



0.4 Otvoreni BIM alati i standardni format

Jedna od osnovnih pretpostavki BIM-a je jednostavna i sigurna razmjena podataka između različitih sustava uključenih u različite razine u projektu (načelo interoperabilnosti). "Strategija Otvorenog BIM-a" (*Open BIM strategy*) podržava transparentan i otvoren tijek rada koji omogućuje projektnim sudionicima da sudjeluju bez obzira na softverske alate koji koriste i da stvaraju zajednički jezik za raznovrsne procese, omogućujući industriji i državi da raspisuju projekte koji uključuju transparentan tržišni angažman i osiguravaju kvalitetu podataka.

Otvoreni BIM (*Open BIM*) pruža trajne podatke o projektu za upotrebu tijekom cijelog životnog ciklusa građevine, izbjegavajući višestruki unos istih podataka i moguće prateće pogreške. Mali i veliki dobavljači softvera (platforme) mogu

sudjelovati i natjecati se na neovisnim sistemskim, "vrsnim" rješenjima koje su slobodne za upotrebu svim zainteresiranim dionicima bez naplate korištenja softvera, sa otvorenim BIM standardima i BIM radnim procesima.

Zapravo, specijalizirani softveri razvijeni za upravljanje i obradu podataka unutar određenih sektora - poput inženjerstva i graditeljstva - nisu imali sposobnost međusobnog povezivanja; nasuprot tome, pristup Otvorenog BIM-a nužno zahtijeva maksimalnu dostupnost projektnih i procesnih informacija svim uključenim stranama.

Rješenje kroz koje je moguće jamčiti pristup podacima svim operatorima naziva se IFC. Kratica "Temeljni industrijski razredi", IFC je otvoreni međunarodni standard koji je razvio buildingSMART i koriste ga svi najpopularniji BIM alati. IFC je objektno orijentiran, nezavisan i otvoren, format koji omogućuje razmjenu informacija između dionika koji koriste različite BIM alate (softverske platforme). Dakle, s jedne strane, IFC format omogućuje projektantu da nastavi raditi s poznatim alatima; s druge strane, omogućuje korištenje i ponovno iskorištavanje svih podataka sadržanih u projektu povezujući ih s drugim softverskim platformama koje koriste drugi dionici posvećeni drugim aspektima (struktura, upravljanje, izgradnja, itd.). IFC se kontinuirano nadograđuje i u njega se integriraju stavke koje su potrebne AEC industriji. U posljednjih nekoliko godina se na primjer naročito razvija IFC za infrastrukturne projekte te međunarodni stručnjaci razvijaju i definiraju novi IFC za željezničku infrastrukturu, autoceste, mostove i tunele. Naročito je važno istaknuti podršku svih dionika koji daju informacije o svojim potrebama te time pomažu razvoj IFC-a.

Aktivnosti na standardizaciji nastale su zbog potrebe rješavanja problema industrijsko-tehničke prirode, a prednosti standardizacije uključuju:

- ✓ pogodnosti za poslovanje: osiguravanje što učinkovitijeg poslovanja, povećavanje produktivnosti i pomaganje tvrtkama da pristupe novim tržištima;
- ✓ troškovne uštede za dobavljače i kupce: optimiziranje poslovanja, pojednostavljenje i smanjenje trajanja projekta i smanjenje otpada;
- ✓ povećanje zadovoljstva kupaca: poboljšanje kvalitete, povećanje zadovoljstva kupaca tako da se kupcima osiguraju proizvodi / usluge odgovarajućeg stupnja kvalitete, sigurnosti i poštivanja okoliša;
- ✓ zaštita potrošača i interesi zajednice: razmjena najboljih praksi koja dovodi do razvoja boljih proizvoda i usluga;
- ✓ pristup novim tržištima: sprječavanje trgovinskih barijera i otvaranje globalnih tržišta;
- ✓ povećani tržišni udio: pomoć u povećanju produktivnosti i konkurentske prednosti (pomoć u stvaranju novih poslova i održavanju postojećih);
- ✓ povećana transparentnost tržišta: dovodi do zajedničkog razumijevanja i rješenja;
- ✓ pogodnosti za okoliš: pomoć kod smanjenja negativnih učinaka na okoliš.

Postoje tri glavne razine organizacija za standardizaciju: nacionalna, regionalna i međunarodna. Na europskoj razini, cjelokupni regulatorni okvir vezan uz energetska učinkovitost u zgradarstvu je uključen u Direktivu o energetska svojstvu zgrada (EPBD)

EN 15217: 2012 – Energijska svojstva zgrada – Metode za izražavanje energijskog svojstva zgrada i za certifikaciju zgrada s obzirom na energiju:

- Definira sveobuhvatne indikatore kojima se može izraziti energijsko svojstvo cijele zgrade, uključujući grijanje, ventilaciju, klimatizaciju i potrošnu toplu vodu te rasvjetu. Navedeno uključuje različite moguće indikatore.
- Definira načine za izražavanje potrebne energije za projektiranje novih zgrada i obnovu postojećih zgrada
- Određuje postupke za definiranje referentnih vrijednosti

- Može se primijeniti na grupu zgrada, ukoliko se nalaze na istoj parceli te ukoliko koriste isti tehnički sustav te ukoliko niti jedna zgrada u grupi nema korisnu površinu veću od 1000 m².

HRN EN ISO 52000-1:2017 – Energijska svojstva zgrada – sveobuhvatna procjena energijskih svojstava zgrada (EPB) –

1. dio: Opći okvir i postupci:

- Uvodi postupke proračuna i indikativnu listu pokazatelja za procjenu energetske učinkovitosti: potrebnu konačnu energiju (kvalitetu izvedene vanjske ovojnice zgrada), ukupnu potrošnju primarne energije, ukupnu potrošnju primarne energije iz obnovljivih izvora i ukupnu potrošnju primarne energije iz obnovljivih izvora kad se uzme u obzir utjecaj izvezeno energije.

EN 15316-1:2017 - Energijska svojstva zgrada -- Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava -- 1. dio: Izraz za opću i energijsku učinkovitost, Modul M4-1: Grijanje prostora i sustavi za proizvodnju potrošne tople vode, sustavi izgaranje (kotlovi, biomasa):

- Definira metode za proračun gubitaka topline iz sustava grijanja i proizvodnje potrošne tople vode, povrata (rekuperaciju) toplinskih gubitaka za grijanje prostora iz sustava grijanja i proizvodnje potrošne tople vode, pomoćne energije od sustava grijanja i proizvodnju potrošne tople vode
- Definira proračun energijskog svojstva vodenih podsustava za grijanje, uključivo sustave izgaranje (kotlove) na konvencionalna fosilna goriva te sustave koji koriste obnovljive izvore energije.
- Primjenjiv je na generatore topline koji se koriste za grijanje ili kombinirane sustave za proizvodnju potrošne tople vode, ventilaciju i hlađenje te grijanje prostora.

HRN EN 15316-2:2017 - Energijska svojstva zgrada - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava -- 2. dio: Sustavi predaje topline prostoru (grijanje i hlađenje):

- Obuhvaća proračun energijskih svojstava sustava grijanja i vodenih pod-sustava hlađenja za hlađenje prostora

HRN EN 15316-3:2017 - Energijska svojstva zgrada - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava -- 3. dio: Sustavi raspodjele u prostoru (PTV, grijanje i hlađenje):

- Obuhvaća proračun energijskih svojstava vodenih sustava raspodjele u prostoru i to za sustave grijanja, hlađenja i potrošne tople vode.
- Odnosi se na toplinski tok iz vode kao prijenosnog medija na prostor i pomoću energiju potrebnu za pokretanje pumpi.

HRN EN 15316-4:2017 - Energijska svojstva zgrada - Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava -- Dio 4-3: Sustavi proizvodnje topline, sunčani toplinski sustavi i fotonaponski sustavi

Unutar ove norme, definirano je 6 metoda pri čemu svaka od njih ima svoju primjenu:

- Metoda 1 – primjenjiva je na sunčave kolektore za proizvodnju potrošne tople vode i koji su karakterizirani serijom normi HRN EN 12976 (tvornički proizvedeni) ili HRN EN 12977-2 (izrađeni po narudžbi). Osnovni rezultat ove metode proračuna je sunčeva energija i potrebna energija za dogrijavanje.
- Metoda 2 – primjenjiva je na sustave za proizvodnju potrošne tople vode i/ili grijanje prostora pri čemu su komponente specificirane u HRN EN ISO 9806 i HRN EN 12977-1 ili HRN EN 12977-4 s mjesečnim proračunskim korakom. Osnovni rezultat ove metode je sunčeva energija i potrebna energija za dogrijavanje.
- Metoda 3 - primjenjiva je na sustave za proizvodnju potrošne tople vode i/ili grijanje prostora pri čemu su komponente specificirane u HRN EN ISO 9806 sa satnim proračunskim korakom. Osnovni rezultat ove metode je toplina kolektorske petlje koja se dovodi u spremnik topline.
- Metoda 4 – primjenjiva je na fotonaponski sustav s komponentama koje su karakterizirane normama i s godišnjim proračunskim korakom. Osnovni rezultat ove metode je proizvedena količina električne energije.
- Metoda 5 - primjenjiva je na fotonaponski sustav s komponentama koje su karakterizirane normama i s mjesečnim proračunskim korakom. Osnovni rezultat ove metode je proizvedena količina električne energije.
- Metoda 6 - primjenjiva je na fotonaponski sustav s komponentama koje su karakterizirane normama i s dnevnim proračunskim korakom. Osnovni rezultat ove metode je proizvedena količina električne energije.

EN 15241: 2008 – Ventilacija zdrada – Metoda proračuna za gubitke energije zbog ventilacije i infiltracije u zgradama:

- Opisuje metodu proračuna za procjenu utjecaja ventilacijskih sustava (uključivo i prozračivanje) na proračun potrošnje energije u zgradama (potrebna energija za grijanje i hlađenje)
- Definira način proračuna karakteristika zraka (temperatura i vlažnost) koji ulazi u zgradu i pripadnu energiju potrebnu za kondicioniranje tog zraka kao i potrebnu pomoćnu električnu energiju.

HRN EN 15193-1:2017 - Energetska svojstva zgrade -- Energetski zahtjevi za rasvjetu -- 1.dio: Specifikacije

- Definira metodologiju proračuna za procjenu potrebne energije za unutrašnju rasvjetu i daje brojčane indikatore za zahtjeve energije za rasvjetu koja se koristi za potrebe certifikacije.
- Može se koristiti za postojeće zgrade ili za projektiranje novih ili obnove postojećih zgrada.

HRN EN ISO 13790:2011 Energijsko svojstvo zgrada - Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade

- Daje metode proračuna za procjenu potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora za nove ili postojeće stambene i nestambene zgrade
- Razvijena je za zgrade koje su, ili se pretpostavlja da su, grijane i/ili hlađenje za postizanje toplinske ugodnosti ljudi u zgradama, ali se može koristiti i za druge vrste zgrada ili druge namjene (npr. Industrijske, poljoprivredne zgrade, bazene), samo treba prilagoditi ulazne parametre i uzeti u obzir specifične uvjete okoliša.
- Uključuje proračun prijenosa topline transmisijom i ventilacijom iz kondicioniranih zona zgrade (koje su grijane ili hlađene na konstantnu temperaturu) i doprinos unutarnjih i solarnih dobitaka topline, a rezultat je godišnja potrebna energija za grijanje i hlađenje potrebna da se održava postavna temperatura u prostoru zgrade.

HRN EN ISO 13789:2017 - Toplinske značajke zgrada – Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom – Metoda proračuna.

- Definira metodu i daje konvencije za proračun stacionarnog prijenosa topline transmisijom i ventilacijom (koeficijenta prijenosa topline) za cijelu zgradu i dijelove zgrade
- Primjenjiva je i na toplinske gubitke (unutarnja temperatura je viša od vanjske temperature) i na toplinske dobitke (unutarnja temperatura je niža od vanjske temperature)

HRN EN 13465:2004 - Ventilacija u zgradama - Postupci proračuna za određivanje provjetravanja u stambenim zgradama

- Definira metode za proračun protok zraka na razini cijele zgrade (obiteljske kuće) ili dijela zgrade (stana u zgradi) ukoliko su oni volumena manjeg od 1000 m³.
- Može se koristiti za proračune gubitaka topline, proračune toplinskog opterećenja i proračune kvalitete unutarnjeg zraka.

HRN EN 15242: 2008 - Ventilacija u zgradama -- Metode proračuna za određivanje protoka zraka u zgradama uključujući infiltraciju

- Opisuje metodu za proračun brzine protoka zraka u zgradama koja će se koristiti za proračun potrošnje energije, toplinskog opterećenja za grijanje i hlađenje, ljetnu ugodnost i kvalitetu unutarnjeg zraka.
- Metoda iz ove norme se treba primjenjivati za zgrade s mehaničkom ventilacijom, pasivne razvođe, hibridne sustave koji mogu ostvariti ili mehaničku ventilaciju zraka ili prirodnu ventilaciju, prozore koji se ručno otvaraju zbog prozračivanja ili problematiku ljetnog komfora.
- Ne može se izravno upotrijebiti za zgrade koje su više od 100 m i sobe u kojima postoji razlika u temperaturi po vertikali veća od 15 K.

HRN EN 15251:2008 - Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku

- Definira parametre unutarnjeg okoliša koji imaju utjecaj na potrošnju energije u zgradama i način na koji je moguće utvrditi potrebne parametre kod proračuna tehničkih sustava i proračuna potrošnje energije u zgradama.
- Definira metode za procjenu kvalitete unutarnjeg okoliša korištenjem rezultata proračuna ili mjerenja
- Primjenjiva je uglavnom za ne-industrijske zgrade gdje su kriteriji za unutarnji okoliš definirani aktivnosti čovjeka i gdje proizvodnja ili procesi nemaju veliki utjecaj na unutarnji okoliš.

HRN EN ISO 15927-5:2006/1M:2012 - Značajke zgrada s obzirom na toplinu i vlagu - Proračun i prikaz klimatskih podataka - 5. dio: Podaci za proračun toplinskog opterećenja za grijanje prostora

- Daje definiciju, metodu proračuna i metodu za vizualizaciju klimatskih podataka za korištenje pri određivanju potrebnog toplinskog opterećenja i zagrijanje zgrada, uključujući i zimske vanjske projektne temperature zraka i relevantne brzine i smjerove vjetra.

HRN EN ISO 52022-1:2017 - Energijska svojstva zgrada -- Toplinska i sunčana svojstva te svojstva dnevnog svjetla građevnih dijelova i elemenata -- 1. dio: Pojednostavljena metoda proračuna sunčanih značajka i značajka dnevnog svjetla naprava za zaštitu od sunca u kombinaciji s ostakljenjem

- Definira pojednostavljenu metodu za procjenu ukupne transmisije sunčeve energije, transmisije izravne energije i transmisije svjetlosti naprava za zaštitu od sunca, temeljenu na toplinskim, solarnim i svjetlosnim karakteristikama ostakljenja te solarnim i svjetlosnim karakteristikama naprave za zaštitu od sunca.
- Primjenjiva je na sve vrste naprava za zaštitu od sunca koje su paralelne za ostakljenjem.

Poznato je da je građevinski sektor ključan sektor za postizanje održivog razvoja. Zbog toga su na međunarodnoj i europskoj razini razvijeni sustavi za opis, kvantifikaciju, procjenu i certificiranje održivih zgrada. CEN / TC350 "Održivost građevinskih radova" ima zadatak uspostaviti europski skup pravila za održivost građevinskih radova:

HRN EN 15643-1: 2010 - Održivost građevina - Ocjenjivanje zgrada - 1. dio: Opći okvir:

- daje opća načela, zahtjeve i smjernice za procjenu održivosti zgrada;
- procjena treba kvantificirati doprinos procijenjenih građevinskih radova na održivu gradnju i održivi razvoj;
- odnosi se na sve vrste zgrada (nove i postojeće zgrade).

HRN EN 15643-2: 2011 - Održivost građevina - Ocjenjivanje zgrada - 2. dio: Okvir za ocjenjivanje svojstava s obzirom na okoliš:

- daje specifična načela i zahtjeve za ocjenu utjecaja zgrade na okoliš;
- procjena je na razini cjelokupnog životnog ciklusa zgrade ;
- informacije o utjecaju na okoliš iskazane su kvantificiranim pokazateljima (na primjer: zakiseljavanje zemljišta i vodnih resursa, korištenje slatkovodnih resursa, neopasni otpad do odlaganja);
- odnosi se na sve vrste zgrada (nove i postojeće zgrade).

HRN EN 15643-3: 2012 - Održivost građevina - Ocjenjivanje zgrada - 3. dio: Okvir za ocjenjivanje društvenih svojstava:

- daje specifična načela i zahtjeve za procjenu učinka zgrada na društvo;
- usredotočiti se na procjenu aspekata i učinaka zgrade iskazane mjerljivim pokazateljima;
- pokazatelji su integrirani u sljedeće kategorije: dostupnost, prilagodljivost, zdravlje i udobnost, utjecaji na susjedstvo, održavanje, sigurnost / sigurnost, nabava materijala i usluga te uključivanje dionika;
- odnosi se na sve vrste zgrada (nove i postojeće zgrade).

EN 15643-4: 2012 - Održivost građevina - Ocjenjivanje zgrada - 4. dio: Okvir za ocjenu ekonomskog učinka:

- daje specifična načela i zahtjeve za ocjenu ekonomskog učinka zgrada;
- rješava troškove životnog ciklusa i druge ekonomske aspekte, sve izražene kvantitativnim pokazateljima;
- uključuje gospodarske aspekte građevine povezane s izgrađenim okolišem na području gradilišta;
- odnosi se na sve vrste zgrada (nove i postojeće zgrade).

HRN EN 15643-5:2017 Održivost građevina -- Ocjenjivanje održivosti zgrada i inženjerskih građevina -- 5. dio: Okvir za posebna načela i zahtjeve za inženjerske građevine

HRN EN 15978:2011 - Održivost građevina - Ocjenjivanje svojstva zgrada s obzirom na okoliš - Proračunska metoda (EN 15978:2011)

- Navedena norma služi za ocjenu utjecaja zgrade na okoliš i daje standardizirano sredstvo za izvješćivanje i komunikaciju o rezultatima ocjene
- Ocjena utjecaja zgrade na okoliš pokriva sve faze životnog ciklusa zgrade i temelji se na podacima prikupljenima iz izjave o utjecaju proizvoda na okoliš (eng. EPD – Environmental Product Declaration) kao i drugim potrebnim i podacima mjerodavnima za ocjenu utjecaja zgrade na okoliš.
- Ocjena utjecaja zgrade na okoliš uključuje sve građevne proizvode ugrađene u promatranu zgradu, kao i procese i sustave koji se odvijaju u zgradi tijekom njezinog životnog ciklusa
- Ocjena utjecaja zgrade na okoliš odnosi se na sve vrste zgrada te se može primijeniti i za nove i za postojeće zgrade.

HRN EN 16309:2014 – Održivost građevina - Ocjenjivanje društvenih svojstava zgrada - Metode proračuna (EN 16309:2014+A1:2014):

- Norma daje specifične metode proračuna i zahtjeve za ocjenu socijalnih aspekata zgrade, odnosno ocjenjivanje društvenih svojstava zgrade;
- Socijalna dimenzija održivosti norme se koncentrira na ocjenjivanje aspekata i utjecaja zgrade na ljude tijekom njezinog korištenja, pri čemu se društvena svojstva zgrade deklariraju u slijedećim kategorijama: pristupačnost, prilagodljivost, zdravlje i ugodnost, utjecaj na okolinu (susjedstvo), održavanje i sigurnost
- Ocjena društvenih svojstava zgrade odnosi se na sve vrste zgrada te se može primijeniti i za nove i za postojeće zgrade.

HRN EN 15804:2012 - Održivost građevina - Izjava zaštite okoliša - Osnovna pravila za kategorizaciju građevnih proizvoda (EN 15804:2012):

- Norma daje pravila za kategorizaciju građevnih proizvoda (eng. PCR – Product Category Rules) koja služe za izradu izjave o utjecaju proizvoda na okoliš (eng. EPD – Environmental Product Declaration)
- Norma se može primijeniti na sve građevne proizvode kao i sustave ugrađene u zgrade
- EPD se izražava u obliku informacijskih modula koji omogućuju jednostavnu organizaciju i iskazivanje skupova podataka koji se odnose na pojedine faze u životnom ciklusu proizvoda
- Postoje ti vrste EPD-a ovisno o tome koje su sve faze životnog ciklusa proizvoda obuhvaćene: “od kolijevke do vrata” (“cradle to gate”), “od kolijevke do vrata s opcijama” (“cradle to gate with options”) i “od kolijevke do groba” (“cradle to grave”).

HRN EN 15942:2012 – Održivost građevina -- Izjava zaštite okoliša -- Oblik komunikacije među poduzećima (EN 15942:2011):

- norma specificira i opisuje oblik komunikacije informacijama definiranim u HRN EN 15804 (Izjava o utjecaju proizvoda na okoliš - EPD) kako bi se osiguralo opće razumijevanje informacija kroz jednoznačnu komunikaciju
- norma se fokusira na komunikaciju informacija između dviju tvrtki (B2B – business to business)
- norma je primjenjiva na sve građevne proizvode i sustave koji se koriste u zgradarstvu i gradnji zgrada

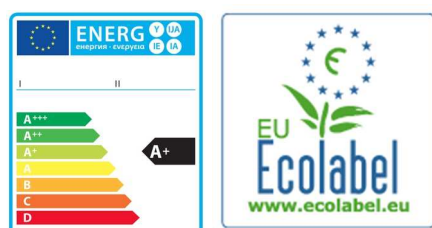
CEN/TR 15941: 2010 – Održivost građevinskih radova – Izjava o utjecaju na okoliš – Metodologija za odabir i korištenje generičkih podataka:

- ovaj tehnički izvještaj CEN-a služi kao potpora za razvoj izjava o utjecaju proizvoda na okoliš (EPD)

- izvještaj definira upute za odabir i korištenje različitih tipova generičkih podataka koji su dostupni za stručnjake i verifikatore uključene u izradu izjave o utjecaju proizvoda na okoliš (EPD)
- cilj ovog izvještaja je zapravo da se poboljša konzistentnost i usporedivost EPD-a

EN 16627:2016 – Održivost građevinskih radova – Procjena ekonomske uspješnosti zgrada – metode proračuna

Znakovi zaštite okoliša (Environmental labels) namijenjeni su označavanju proizvoda i usluga s manje nepovoljnim utjecajem na okoliš tijekom životnog ciklusa, u odnosu na slične ili iste proizvode i usluge iz iste skupine proizvoda.



Oznake se općenito sastoje od vrlo jednostavne rečenice ili grafičke oznake ili pak kao kombinacija rečenice i grafičke oznake. Postoje obavezni znakovi zaštite okoliša kao što su oznake energetske učinkovitosti (EU energy label) ili pak energetski certifikati zgrada. Osim obaveznih, postoje i i znakovi zaštite okoliša kao što je EU eko-oznaka (EU ecolabel) ili pak izjava o utjecaju proizvoda na okoliš (EPD). Razlika je u tome što je korištenje obaveznih znakova zaštite okoliša definirano regulativom, a smisao njihovog obaveznog korištenja je pružiti korisnicima informaciju o utjecaju proizvoda i usluge na okoliš te promovirati proizvode i usluge s manje nepovoljnim utjecajem na određene aspekte okoliša.

Oznaka energetske učinkovitosti (EU energy label) je primjer obavezne eko-oznake koja služi za rangiranje uređaja s obzirom na njegovu potrošnju energije. Oznake energetske učinkovitosti su obavezne za sve uređaje koji se prodaju na području EU, te one moraju biti istaknute i vidljive na prodajnom mjestu na svakom uređaju (lampi, žarulji, klima-uređaju, televizoru, perilici, sušilici, hladnjaku, usisavaču, grijalicama, i drugim uređajima).

Energetski certifikati za zgrade su obavezni u svim zemljama članicama EU, te se oni obavezno trebaju istaknuti kod prodaje ili najma postojećih ili novih zgrada ili pojedinih jedinica u zgradi (stanova) kao i kod zgrada javne namjene bez obzira što se ne prodaju ili iznajmljuju. Smisao energetskih certifikata za zgrade je da se korisnicima i/ili kupcima pruži informacija o potrošnji energije u zgradama te potencijal uštede energije.



Preuzimanje primjera oznake
energetske učinkovitosti usisivača

Preuzimanje primjera oznake
energetske učinkovitosti klima uređaja

Preuzimanje primjera energetskog certifikata zgrade u Hrvatskoj



Općenito, postoje tri vrste dobrovoljnih znakova zaštite okoliša (eko-oznaka):

- Programi označavanja za utjecaj na okoliš: dodjeljuju proizvodima ili uslugama oznaku temeljenu na zadovoljavanju određenog skupa kriterija koji su definirani od strane rukovoditelja programa. Kako bi tvrdnje deklarirane od strane nekog od programa označavanja bile kredibilne među potrošačima, one trebaju biti

izrađene prema zahtjevima određenima u međunarodnoj i hrvatskoj normi HRN EN ISO 14024 (Oznake i izjave za područje okoliša – Označivanje povezano s okolišem tipa I – Načela i postupci).

- Samodeklarirane tvrdnje o utjecaju na okoliš: proizvođači koji žele informirati kupce o utjecaju njihovog proizvoda na okoliš deklariraju najčešće pojedine aspekte okoliša. Kako bi tvrdnje proizvođača bile kredibilne među potrošačima, one trebaju biti izrađene prema zahtjevima određenima u međunarodnoj i hrvatskoj normi HRN EN ISO 14021 (Znakovi i izjave o zaštiti okoliša – Samodeklarirane tvrdnje o utjecaju na okoliš (Označivanje znakovima zaštite okoliša tipa II)).
- Izjave o utjecaju proizvoda na okoliš (EPD): pružaju korisnicima skup podataka o utjecaju proizvoda ili usluga na okoliš kroz cijeli njihov životni ciklus. Kako bi tvrdnje deklarirane u EPD-u bile kredibilne među potrošačima, one trebaju biti izrađene prema zahtjevima određenima u međunarodnoj i hrvatskoj normi HRN EN ISO 14025 (Oznake i izjave za područje okoliša – Izjave o okolišu tip III – Načela i postupci).

Potrebno je također naglasiti da se prema navedenim hrvatskim, europskim te ISO normama, tvrdnje koje su neodređene te se ne zna prema kojoj metodologiji su rezultati koji se koriste dobiveni, ne smiju se koristiti u javnosti, zbog toga što takve tvrdnje mogu biti zavaravajuće.

EU eko-oznaka (EU ecolabel) je primjer dobrovoljne oznake zaštite okoliša koja služi za prepoznavanje proizvoda i usluga koje imaju smanjen utjecaj na okoliš u cijelom svojem životnom ciklusu, od eksploatacije sirovina do završenog proizvoda, njegovog korištenja, recikliranja (ili ponovne upotrebe) do odlaganja. EU-eko-oznaka nagrađuje proizvode i usluge koje zadovoljavaju skup kriterija o utjecaju proizvoda na okoliš koji su definirani ovisno o skupini proizvoda u koji predmetni proizvod pripada.

0.5 CDE (Okolina za razmjenu podataka)

CDE - Okolina za razmjenu podataka (*Common Data Environment*) - može se definirati kao aplikacija, općenito dostupna u oblaku, koja se može koristiti od strane bilo kojeg uređaja (Računalo, Tablet ili Smartphone) s kojeg je moguće upravljati nedvosmislenim i strukturiranim informacijama za upravljanje projekata. CDE omogućuje distribuciju informacija i stvaranje vrijednosti cijelom lancu operativaca uključenih u proces olakšavanja međusobne suradnje.

Glavna područja obuhvaćena CDE su: Upravljanje dokumentima, upravljanje zadacima i upravljanje imovinom; sve ove aktivnosti, ako su ispravno integrirane u BIM proces, mogu ponuditi veću učinkovitost i kontrolu u svakom procesu.

Da bi se dobili najbolji rezultati, također je neophodno da se strateški izbori oko ispravnog upravljanja radom anticipiraju i dijele što ranije. Štoviše, svi izbori i posljedične planirane aktivnosti moraju se podijeliti u stvarnom vremenu kako bi se omogućila visoka razina suradnje svih operativaca; Također, u ovom slučaju korištenje CDE osigurava veću učinkovitost u razmjeni informacija i veću razinu suradnje između svih operativaca uključenih u proces donošenja odluka. Usvajanje CDE u konačnici omogućuje prevladavanje zemljopisnih prepreka i, na primjer, stvaranje proširenih radnih timova (grupa) koji se nalaze u različitim zemljama i/ili na različitim kontinentima; mogućnost za daljinsku suradnju, koju nudi CDE-a korištenjem zajedničke tehnološke platforme omogućuje stvaranje novih poslovnih prilika snižavanjem troškova upravljanja.



Šest ključnih točaka za izgradnju uspješne okoline za razmjenu podataka (CDE) su:

1. **Odaberite pravi tim:** odaberite članove projektnog tima s potrebnim vještinama za obavljanje zahtijevanih aktivnosti, motiviranih da rade timski kako bi postigli ciljeve projekta. Motivirani i pripremljeni tim je ključ uspjeha.
2. **Definirati uloge i odgovornosti:** članovi tima koji sudjeluju u projektu i pristupaju okolini za razmjenu podataka moraju postupati u skladu s aktivnostima koje im se dodjeljuju i vlastitim kompetencijama za različite uloge i razine odgovornosti; pobrinite se da je svima od njih dodijeljen odgovarajući profil za pristup okolini za razmjenu podataka. Pravilno postavljanje okoline za razmjenu podataka omogućuje svim članovima tima da optimiziraju svoje potrebe. Nemojte štedjeti vrijeme potrebno za ispravno postavljanje okoline za razmjenu podataka.
3. **Definirati tijekove rada:** jasno odredite tko može raditi određene stvari, na primjer, tko može pristupiti određenoj vrsti informacija ili dokumenata, odrediti pravila koja moraju biti određena za dokumente i aktivnosti.
4. **Zajednička dostupnost jezika i podataka:** Definirajte zajednički jezik, kao što su formati datoteka koji se upotrebljavaju, imajte na umu da praktički svi međunarodni i nacionalni standardi zahtijevaju upotrebu nezaštićenih i otvorenih formata. Informacije koje će biti dostupne uvijek i s bilo kojeg mjesta moraju biti dostupne i putem mobilnog uređaja; odabrati rješenje koje jamči tu temeljnu povlasticu.
5. **Sigurnost podataka prije svega:** Okolina za razmjenu podataka (CDE) da bi mogla jamčiti razinu pristupa do podataka H24 treba funkcionirati u oblaku, što znači da se zaštita podataka mora zajamčiti sa razinama sigurnosti blizu 100% (nitko ne može jamčiti 100%). Da bi se osigurala odgovarajuća razina sigurnosti, podaci moraju biti šifrirani i isto tako komunikacija mora biti šifrirana. Definirajte raznoliki pristup s najmanje tri sigurnosne razine pristupa.

BIM kvalificirajući faktor: korištenje alata kao što je okolina za razmjenu podataka (CDE), u kombinaciji s korištenjem BIM-a, omogućuje snažnu uštedu troškova, pouzdano vrijeme građenja i učinkovitije upravljanje zgradama tijekom cijelog životnog ciklusa zgrada. U okolini za razmjenu podataka, također mora biti zajamčen pristup informacijama i prikazu globalnih BIM modela.

0.6 BEP (BIM Plan izvršenja)

Javno dostupne specifikacije (PAS –eng. Publicly Available Specifications) su ubrzani standardi, specifikacije, preporuke iz prakse ili smjernice koje su razvile sponzorske organizacije kako bi zadovoljile trenutnu potrebu tržišta za prilagodbu smjernicama koje je postavio BSI (British Standards Institution). U roku od 2 godine te specifikacije se recenziraju kako bi se procijenilo trebaju li se revidirati, povući ili postati formalni britanski standardi ili međunarodni standardi.

PAS 1192-2: 2013 je Specifikacija za upravljanje informacijama za kapitalnu fazu / fazu isporuke građevinskih projekata koji koriste BIM. Sponzoriran je od strane Construction Industry Council (CIC) i objavio ga je British Standards Institution (BSI). Stupio je na snagu 28. veljače 2013. godine. Određuje zahtjeve za postizanje razine 2 modeliranja građevinskih informacija (BIM-a). Razina 2 uključuje razvoj informacija o zgradi u suradničkom 3D virtualnom okruženju s pridruženim podacima (informacijama) koje su kreirane u modelima različitih profesionalaca (arhitektonskom, statičkom, energetskom, strojarskom,...)

PAS 1192-2: 2013 predlaže kreiranje BIM plana izvršenja (BIM Execution Plan – BEP, a ponekad skraćeno kao BxP) za upravljanje isporukom projekta:

1. Pred-ugovorni BIM plan izvršenja (BEP) priprema se od strane potencijalnog izvođača, navodeći predloženi pristup, sposobnost, kapacitete i kompetencije da udovolji BIM zahtjevima naručitelja (Employer's Information Requirements, EIR). PAS 1192-2:2013, predlaže da BIM plan izvršenja prije sklapanja ugovora bude izravan odgovor na BIM zahtjeve naručitelja (EIR). EIR je ključni dokument koji navodi informacije koje zahtijeva(ju)

naručitelj(i), a usklađen je s ključnim odlukama i/ili fazama projekta. Može se smatrati dokumentom iste razine kao koncept projekta (Project Brief). Dok koncept projekta definira prirodu izgrađene građevine koju poslodavac želi dobiti, BIM zahtjevi naručitelja (EIR) definiraju informacije o izgrađenoj građevini koje poslodavac želi dobiti kako bi se osiguralo da se projektno tehnička dokumentacija razvija sukladno njihovim potrebama i da su oni osposobljeni efektivno i efikasno upotrebljavati isporučenu građevinu.

- BIM-a plan izvršenja prije ugovora može uključivati:
 - Plan provedbe projekta (PIP) koji navodi sposobnosti, kompetentnost i iskustvo potencijalnih dobavljača koji se natječu za projekt, uz kvalitetnu dokumentaciju;
 - Ciljeve za suradnju i informacijsko modeliranje;
 - Međurokovi (ključni događaji) projekta u skladu s projektnim programom;
 - Strategija isporučivanja.
2. Post-ugovorni BIM plan izvršenja (BEP): nakon što je ugovor dodijeljen, odabrani dobavljač zatim podnosi daljnji BIM plan izvršenja koji potvrđuje sposobnosti opskrbnog lanca i pružaju 'Glavni plan isporuke informacija' (MIDP). MIDP je primarni plan koji određuje kada se priprema projektni podatak, kome, pomoću kojih protokola i postupaka, temelji se na nizu pojedinačnih 'Planova aktivnosti isporuke informacija' (TIDP) o zadacima koji određuju odgovornost za određene zadatke informiranja.
- Post-ugovorni BIM-a plan izvršenja nakon dodjele ugovora određuje način na koji će se osigurati informacije potrebne u BIM zahtjevima naručitelja:

- Upravljanje:
 - uloge, odgovornosti i ovlasti;
 - projektni događaji / prekretnice u skladu s projektnim programom;
 - strategija isporuke;
 - strategija istraživanja;
 - upotrebe postojeće (naslijeđenih) podataka;
 - odobrenje informacija;
 - proces autorizacije.
- Planiranje i dokumentacija:
 - revidirani Plan implementacije projekta (PIP – eng. Project Implementation Plan) koji potvrđuje sposobnost opskrbnog lanca;
 - dogovoreni procesi suradnje i modeliranja;
 - ugovorena matrica odgovornosti;
 - Planova aktivnosti isporuke informacija (TIDP – eng. Task Information Delivery Plan) koji određuje odgovornost za isporuku svake informacije dobavljača;
 - Glavni plan isporuke informacija (MIDP – eng. Master Information Delivery Plan) koji određuje kada će se pripremiti prijedlozi projekata, kome i pomoću protokola i postupaka.
- Standardna metoda i postupak:
 - strategija volumena;
 - podrijetlo i orijentacija;
 - konvencija imenovanja datoteka;
 - konvencija imenovanja slojeva;
 - tolerancije za izgradnju;
 - predlošci (obrasci) listova za crtanje;
 - bilješke, dimenzije, kratice i simboli;
 - atributnih podataka.

- IT rješenja:
 - verzije softvera;
 - formate razmjene;
 - procesa i sustava za upravljanje podacima



Preuzmite besplatni obrazac post-ugovorni BIM plan izvršenja napravljen od strane "Povjerenstva za informiranje o projektima izgradnje" - CPIC (Construction Project Information Committee).

1. Modul 1 – Difuzija BIM-a

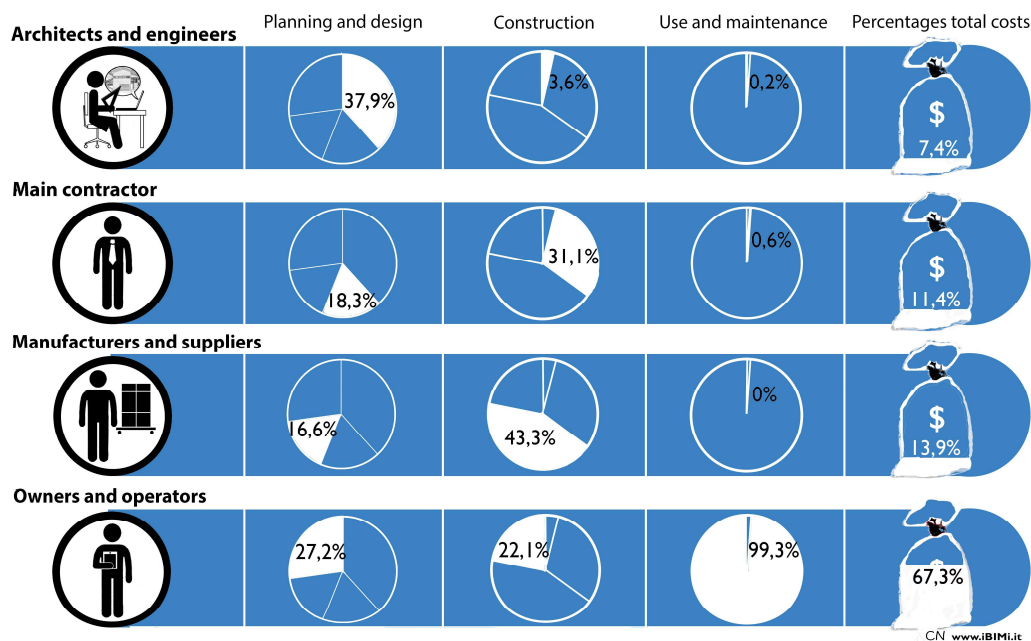
1.1 Povrat na investiciju (ROI)

Ekonomska vrijednost BIM tehnologije često se ocjenjuje mjerenjem omjera povrata na investiciju (ROI-a). Tvrtke koje žele usvojiti BIM tehnologiju uvijek su tražile pouzdane čimbenike za razumijevanje načina kako će prijenos tehnologije i softvera utjecati na njihovu tvrtku. Nakon više od desetljeća iskustva s BIM-om, projektantska i izvođačka industrija sada osjećaju vrijednost i financijski utjecaj BIM-a. Izračun ROI postao je nužan korak procjene prije mnogih kapitalnih ili radno intenzivnih poslovnih ulaganja, kao što je BIM usvajanje. Međutim, dok neke tvrtke izračunavaju omjer povrata na investiciju kako bi procijenili ekonomske koristi povezane s promjenama procesa, drugi smatraju da je taj izračun previše težak ili nezgrapzan (glomazan).

Problem je što analiza ROI-a često ne može uzeti u obzir nematerijalne faktore koji su važni za projekt ili tvrtku, poput izbjegnutih troškova ili povećane sigurnosti. Osim toga, sustavi i traženje kadrova potrebnih za mjerenje i praćenje ROI-ja mogu oduzimati puno vremena i biti skupi. Trenutno ne postoji industrijski standardna metoda za izračun BIM ROI-a i mnoge tvrtke nisu usvojile dosljedne prakse mjerenja, iako postoji interes za to i postoji vjerovanje u potencijalnu vrijednost korištenja ROI-a za odlučivanje o ulaganjima u BIM.

U studiji provedenoj od strane NIST-a (National Institute of Standards and Technology) u SAD-u, koja je uključivala cjelokupni lanac dionika, evaluirana je cijena nepostojanja interoperabilnosti te se došlo do vrlo zanimljivih zaključaka. Pokazalo se da je osnovni trošak zapravo na vlasnicima, a manje na projektantima, što je jedan od glavnih razloga zašto treba obrazovati djelatnike javne uprave i vlasnike zgrada.

Donja infografika prikazuje kako se zapravo preuzimaju troškovi nepostojanja interoperabilnosti među cjelokupnim lancem dionika u različitim dijelovima životnog ciklusa zgrade.



U kontekstu ovog priručnika, analizirat će se samo Rol za profesionalce uključene u projektiranje i izvođenje zgrada.

Definiranje ekonomskog utjecaja BIM-a na projektiranje građevina i izvođačku industriju izazov je koji je privukao značajni istraživački i akademski interes. Taj interes pokriva široki opseg istraživanja BIM ROI koji obuhvaća čitav životni ciklus projekta, razmatra razne vrste građevina i razmatra različite razine BIM primjene, a istovremeno gleda i na niz metoda izračuna. Postoje tri vrste BIM ulaganja:

1. **Troškovi pokretanja kako bi se osiguralo uspješna implementacija tehnologije:** iako ulaganja u tehnologiju, posebno u fazi pokretanja, više od 50% ispitanika smatraju značajnim troškom, smatra se neizbježnim troškom u industriji ako želimo da ideja ostane konkurentna i prati razvoj tehnologija. "BIM rad zahtijeva veću računalnu snagu i veću moć umrežavanja od tradicionalnog CAD rada, a ta snaga dolazi s troškom." Ispitanici su naveli izravne troškove radne snage kao najveću komponentu bilo kojeg projekta, bilo da je to BIM ili tradicionalni CAD projekt. "Kad smo izvorno sagledavali BIM, znali smo da će to biti ogromna investicija za osposobljavanje osoblja, kako ga koristiti i kako ga učinkovito koristiti. Svjesni smo da postoji određeno vrijeme učenja i stjecanja kompetencija u kojem će svi biti sporiji nego što su u CAD-u "

Troškovi stručnog usavršavanja, uključujući početnu obuku u korištenju BIM proizvoda i daljnje upućivanje u nove metode rada, također se moraju uzeti u obzir prilikom izračuna investicija.

2. **Troškovi prilagodbe BIM-a za određeni projekt:** kako korištenje BIM-a za projekte ubrzano raste, 32% anketiranih ispitanika izvijestilo je da je potrebno dodatno ulaganje u rad kako bi se BIM prilagodio procesima tvrtke, kao što je dodavanje BIM menadžera ili više informatičke podrške. Jedan izvođač elektro-instalacija izjavio je: "Ako postoji jedna stvar koje kao industrija moramo biti svjesni i pokušati promijeniti, onda je to održavanje razine stručnosti proporcionalno napretku koji se događa u tehnologiji".
3. **Dugoročni izdaci za strateške poslovne promjene,** kao što su ulaganje u razvoj ili prilagodbu standarda, dio su proračuna, ali takve troškove može biti teško za kvantificirati. Promjene u unutarnjim procesima - na primjer,

integriranje podataka i informacija u modelu ranije u procesu razvoja projekata ili uključivanje modeliranja tijekom pret-konstruktivne faze - također se moraju uzeti u obzir prilikom formiranja kompletnog izračuna investicija.

Tijekom usvajanja i rane implementacije, tvrtke također smatraju izazovnim mjeriti troškove poput prekida rada i neučinkovitosti.

Gotovo svi BIM korisnici koji su intervjuirani o ROI-u složili su se da BIM predstavlja poboljšanje u načinu na koji su zgrade zamišljene (projektirane) i obećava mnoštvo prednosti suradnicima i investitorima projekata tijekom cijelog životnog ciklusa projekta. "Nije baš bila financijska odluka ... sve se kreće u ovom smjeru. Ako ćemo nastaviti i ostati konkurentni, morat ćemo otići tamo." „Za investitore, sve se svodi na to da se zgrada izgradi prije. Što se prije bolnica otvori, to prije počinje prihod. Nitko ne gradi zgradu samo zbog zabave."

Naravno, izračun BIM ROI-ja nadilazi ove tri vrste investicija. Nijansirani prikaz povrata na investiciju za BIM uzima u obzir tri dimenzije:

- DIMENZIJA ORGANIZACIJE su prednosti mjerene na razini projekta ili razini poduzeća?
- DIMENZIJA DIONIKA Koja je specifična uloga tvrtka zauzima u ekosustavu projekta?
- DIMENZIJA ZRELOSTI koliko dubinsko poznavanje i iskustvo BIM-a ima tim i tvrtka?

Razmatrajući prihvaćanje BIM-a i procjenu ROI kroz ove tri dimenzije, tvrtke mogu bolje razumjeti kako se proračun i tehnološka inovacija mogu kombinirati strateški da bi se postignuo napredak prema budućim razinama zrelosti BIM-a. "BIM nam je omogućio da ostanemo gdje želimo biti na tržištu, a kada i druge tvrtke prihvate BIM, želimo se pobrinuti da ostanemo igrači. Mislim da smo ojačali našu poziciju u pogledu tržišnog udjela i jednostavno povećali spremnost da odrađujemo projekte za koje smo kompetentni".

Na višoj razini zrelosti BIM modela biti će moguće ne samo razmjenjivati i dijeliti informacije između različitih dionika i softverskih alata, nego i arhivirati informacije u obliku BIM modela za kasnije korištenje tijekom cjelokupnog životnog ciklusa zgrade. To znači da informacije moraju biti arhivirane na način da mogu "preživjeti" promjene verzija pojedinih softverskih alata ili čak nadživjeti pojedine alate. Navedeno je zapravo temelj za razvoj „Open BIM-a“ i BuildingSMART napora na zajedničkom razvoju standarda i to ne samo zajedno s proizvođačima softvera već sa svim glavnim dionicima koji koriste BIM.

1.1.1 Organizacijska perspektiva o BIM povratu na investiciju (ROI)

Kada se tvrtke odluče preseliti u BIM, pobuđivači za usvajanje BIM-a rezultiraju važnim ciljevima koji utječu na način na koji planiramo i ostvarujemo prinose. U nekim slučajevima, ispitanici koji su intervjuirani o BIM ROI-u naveli su da je usvajanje uvjetovano zahtjevom klijenta na projektu. U ovom slučaju, tvrtka će vjerojatno tražiti povrat novca koji bi trebao doći kao rezultat uspjeha i profitabilnosti tog dovršenog BIM-podržanog projekta.

Prvi korak za bilo koju organizaciju koja želi implementirati BIM je da analizira unutarnje procese kao i procese koje ima prema vanjskim suradnicima, klijentima i opskrbljivačima. Dobrom analizom tvrtka može shvatiti koristi i prednosti razmjene informacija bez poteškoća, bez nesporazuma, kašnjenja, grešaka, sporova, itd. Opisano se naziva nulta razina zrelosti BIM-a. Od ove razine, potreba digitalizacije grafičkih i ne-grafičkih informacija postaje očigledna, tako da se u početku profesionalci koriste CAD 2D rješenjima, a bitno je samo da su prave i točne informacije povezane s ovim CAD 2D modelom korištenjem baze podataka te korištenjem zajedničkih (čak i međunarodnih) standarda koji omogućuju razmjenu podataka unutar tvrtke ili s vanjskim suradnicima u bilo kojem trenutku.

BIM razina 1 se sastoji od upravljanja CAD-om s uvođenjem standardiziranih prostornih koordinata, standardiziranih struktura i formata. BIM razina 2 uključuje 2D informacije i 3D informacije poput vizualizacija ili modela za razvoj konceptualnih (idejnih) rješenja. Na ovoj razini se različiti izvori informacija koje pokrivaju različita područja grupiraju u polu-strukturirane elektronske dokumente. "File based" suradnja (temeljena na razmjeni datoteka) se postiže korištenjem CDE (Common Data Environment), odnosno digitalnog repozitorija u kojem se sve informacije o projektu objedinjavaju (ne samo grafičke informacije već i specifikacije, rasporedi, troškovnici, itd.). Dakle, svaka tvrtka može početi s korištenjem BIM-a jednostavnom digitalizacijom informacija i njihovim dijeljenjem među uključenim dionicima elektronskim putem. U ovom je trenutku moguće procijeniti povrat na investiciju (RoI) u smislu korištenja naprednijih hardvera i softverskih rješenja i za izobrazbu djelatnika.

Klijenti određenih proizvođača BIM alata (softverskih platformi) izvijestili su da je BIM pružio opipljive, kvantificirane pogodnosti na razini projekta - kao što je manje RFI-ova (Zahtjeva za informacijama) - zajedno s nematerijalnim koristima koje je teže kvantificirati. Oni predstavljaju priliku za učinkovito provođenje i analizu dodatnih opcija projekata (nacrti) i povećanje vrijednosti projekta kroz parametarska poboljšanja projektiranja:

- ✓ **smanjenje otpada i rizika** (primjerice, značajne uštede koje proizlaze iz projektiranja, izgradnje i montaže konstrukcijskih čeličnih elemenata projektiranih pomoću BIM-a);
- ✓ **poboljšana kvaliteta projekata (nacrti);**
- ✓ **smanjenje pogrešaka** , mogućnost većeg obuzdavanja troškova rada i brži završetak projekata uz manje pogrešaka. Kako će profesija sazrijevati, usvajanje BIM-a će nas osposobiti za rad na integriranim projektnim isporukama projekta jer će tvrtke apsorbirati krivulju softverskog učenja kao i krivulju mentalnog učenja rada na različitim modelima rizika. Dugoročna korist je da nas osposobljava da ekonomično odrađujemo onu vrstu zadataka od kojih se to očekuje;
- ✓ **povećanje razumijevanja i komunikacije u timovima investitora, projekatana i izvođača** zbog jednostavnog prikazivanja animacija generiranih izravno iz softvera;
- ✓ **ubrzana regulatorna odobrenja i dobivanje dozvola** te smanjenje rizika za vlasnika;
- ✓ **poboljšana isporuka projekta kroz učinkovito korištenje resursa, poboljšanu sigurnost i precizne vremenske rokove** , a time i smanjenje parnica i potraživanja.

Budući da tvrtke proširuju primjenu BIM-a na više projekata ili proširuju korištenje BIM-a kao poslovne strategije, pojam ROI-a mora se proširiti kako bi uključio pogodnosti na razini tvrtke, kao što su mogućnosti za rad s novim klijentima. Ostale mogućnosti uključuju kompetencije zaposlenika i njihovo zadržavanje. Mogućnosti za proširenje poslovnog modela ili nove usluge, kao što je osiguranje kvalitete ili razvoj modela, također su prednosti na razini tvrtke.

Modeli bogati podacima omogućuju tvrtkama da nude kontinuirane usluge klijentima budući da su podaci besprijekorno integrirani u pogone i posao održavanja objekata.

Nije baš jednostavno pripisati dodatne prihode na razini tvrtke isključivo na implementaciju BIM-a. Ukoliko tvrtke nastavljaju pratiti poslovnu uspješnost putem tradicionalnih mjernih podataka kao što su profitabilnost, čimbenici rizika, količina potraživanja / parnica, dobiveni ili izgubljeni projekti ili ponavljanje poslovanja s ključnim klijentima, stvarni učinak BIM-a na te mjere može biti teško razdvojiti od drugih čimbenika.

1.1.2 Perspektiva interesnih sudionika o BIM povratu na investiciju ROI

Intervjuirani ispitanici otkrili su da vrednuju BIM različito, ovisno o njihovoj ulozi u projektu – na percepciju utječe koristi li se BIM kao alat za projektiranje, izgradnju ili radne operacije. Na primjer, investitori imaju tendenciju da prepoznaju

višestranu komunikaciju i poboljšane procese i ishode projekta kao najveće prednosti. Izvođači su podcrtali produktivnost i smanjenje troškove projekta kao najbolje BIM prednosti. Investitori se čine mnogo više zainteresiranima za izračun ROI-ja, a sukladno njima, dizajneri su također zainteresirani za ROI kao sredstvo za dobivanje dubljih uvida u nove mogućnosti (prilike). Mnoge projektantske tvrtke su rano usvojile BIM temeljeći se na percepciji da će njihova poduzeća imati bolju poziciju za rad s javnim subjektima koja će biti zadužena BIM procese, u razdoblju kada se BIM usvoji.

	Eksperti (inženjeri)	Tehničari	Investitori
BIM usvajanje	Široko rasprostranjeno	U nastajanju i sve se više cijeni	Mnogi navode BIM, ali malo ga aktivno koristi ili potpuno razumije
Ključne dobrobiti	Poboljšana komunikacija sa suradnicima u projektu Manje prerađivanja, manje zahtjeva za promjenama	Minimalizira / eliminira priličan broj promjena Poboljšava organizaciju građenja Dobro za količine i procjene materijala	Može smanjiti vrijeme završetka cjelokupnog projekta Omogućava efektivniji menadžment, procese i nadogradnje
Povezani troškovi	Zahtjeva više vremena da se model u potpunosti ispuni (informacijama) Projektanti mogu potrošiti više vremena istražujući alternative projekata	Zahtjeva promjene vezane na poslovne procese i prateće tehnološke investicije kako bi se u potpunosti implementirao	Neizvjesni u ovom trenutku, sigurni su troškovi investicija u softver
Interes u povrat na investiciju (ROI)	Ne pomaže previše ukoliko se nedvosmisleno odluče za korištenje BIM-a odnosno nisu zainteresirani u shvaćanje skrivenih troškova i mogućih prilika za prihode	Nije relevantno jer odluka o BIM-u uobičajeno nije na njima	Zainteresirani i u potrebi za edukacijom o tome kako dobiti najveće dobrobiti od BIM projektiranih građevina
Stajalište o BIM-u	Ostati će "u igri". Obavljanje posla čini kompleksnijim, ali predstavlja "ispravnu stvar za napraviti"	Dobrodošlo poboljšanje koja bi se trebalo aplicirati na sve projekte	Značajan potencijal i sve više je standardni zahtjev koji nameću sudionici projekta

1.1.3 Dimenzija zrelosti BIM ROI-a

Prilikom napredovanja od 2D do početne implementacije BIM-a, tvrtke računaju ROI kako bi utvrdile vrijedi li ulaganje u tehnologiju. Međutim, nakon što su tvrtke prošle početnu fazu usvajanja BIM-a, izračun ROI-a prebacuje se na više utanačeno sredstvo za procjenu specifičnih inicijativa povezanih s strategijom tvrtke. Nedavna istraživanja bilježe korelaciju između različitih razina iskustva BIM-a i ROI-ja. Visoki ROI prijavljuje većina BIM korisnika visoke zrelosti, ali samo 20% BIM korisnika s niskom razinom zrelosti. "Velika volatilnost troškova s BIM-om ovisi o načinu na koji ga koristimo odnosno kako postavljamo sjajan alat u ruke iskusnih projektanata. Jednom osposobljeni, ovi vrlo iskusni projektanti mogu učiniti više u istom vremenu."

Mnogi korisnici sa značajnim iskustvom u BIM-u izvješćuju o internim praksama za mjerenje iskustva, procjenu sposobnosti tvrtke i poticanje zaposlenika na razvijanju potrebnih vještina. U regijama gdje su vlade dale politike za poticanje usvajanja BIM-a, kao što je to u Ujedinjenom Kraljevstvu, iskustvo ili razine zrelosti često su službeno definirane kako bi pružile jasnoću i potaknuli praktičare na povećanje razine sofisticiranosti.

Kako bi procijenili napredak i ROI, tvrtke mogu primijeniti niz mjera povezanih s potencijalnim planiranim koristima. Uštede troškova ili smanjenje potrebe ulaganja napora mogu se mjeriti. Na primjer, kada u projektu želimo postići "učinkovitu upotrebu resursa" zbog poboljšane "veličine i fokusa tima" tijekom faze izgradnje, tvrtka bi mogla pristati na povećanje specijalizacije BIM tima. To će omogućiti tvrtki praćenje vremena uloženog u određene zadatke po fazama i usporedbu mjerenih podataka s podacima sa sličnih (usporedivih) projekata kako bi se dala povratna informacija o

učinkovitosti strategije. S druge strane, tim bi mogao ciljati iskoristiti BIM za "manje, ranije i lakše rješive zahtjeve za promjenama (RFI-ove)" unutar kategorije Kontrola opsega. Promjena procesa za definiranje odgovornosti i razinu razvoja modela mogla bi se kombinirati sa strategijom praćenja RFI i sati uloženi u odgovaranje na njih. Kvalitativni čimbenici kao što su "razumijevanje opsega projektnog okvira" ili "razina zadovoljstva investitora" mogu se pratiti ocjenom koja se procjenjuje kroz unaprijed određenu metodu, kao što je upitnik koji se daje osoblju i menadžerima u ključnim trenucima zabilježenima u vremenskom planu projekta.

Ovo ispitivanje BIM ROI sugerira da tvrtke koje su stavile BIM u pogon smatraju da, unatoč izazovima u izradi točnog izračuna, mjerenje povrata na ulaganje BIM-a važna je praksa koja može imati veću važnost od samog utvrđivanja hoćemo li ili ne usvojiti tehnološku inovaciju. Od kupaca koji su sudjelovali u istraživanju, 75% je odgovorilo da njihova poduzeća kvantitativno procjenjuju utjecaj BIM-a. Međutim, samo 21% doslovno je mjerilo ROI. Ostatak je mjerio druge čimbenike, kao što je sposobnost završetka projekata s manjim timovima ili kraćim rokovima.

I dalje ostaje velik interes za primjenom (proračuna) povrata na investiciju (ROI-a) kako bi procijenili napredak u određenim BIM povezanim zadacima nakon što su tvrtke postigle prvu razinu zrelosti. Zanimljivo je da 7% spomenutih tvrtki nadilazi potrebu za izračunom ROI za BIM nakon što su prešli na višu razinu zrelosti BIM-a, odražavajući mišljenje da tehnologija postaje neprimjetna nakon što postane sveprisutna. Praksa preciznog određivanja koristi, praćenje ulaganja tijekom vremena i mjerenje povrata pomaže tvrtkama da pametno odaberu iz portfelja tehnoloških / procesnih inicijativa i planiraju strateške poslovne promjene. Osim toga, tvrtke se slažu da ROI može biti strateški alat za interne dionike u zagovaranju promjena procesa ili da može pokazati potencijalnu vrijednost nove metode internim timovima, menadžerima ili skupinama zaposlenika.

Tko ima koristi? Tvrtke s opsežnim iskustvom u BIM-u primjećuju da nijansirana i sofisticirana primjena ROI-a postaje čimbenik uspješnog rada s investitorima građevina budući da ta utjecajna skupina postaje sve svjesnija BIM-a, shvaća prednosti BIM-omogućene isporuke projekta i razumije potencijal za promjenu procesa u građenju i održavanju. Pružatelji usluga shvaćaju da strateška primjena ROI-a može poslužiti za dokazivanje kompetencije klijentima, povećanje vrijednosti putem odlučivanja temeljenih na podacima i pružanje konkurentne diferencijacije. Čelnici tvrtki mogu stvoriti vlastiti putokaz (kartu) za promjenu procesa razvijanjem strateške prakse BIM ROI-a - predanost mjerenju, usporedbi, zadržavanju informacija u dostupnim formatima za usporedbu i stalnim provođenjem procjena ključnih pokazatelja izvršenja (KPI). Za razliku od toga da samo bude mehanizam za odluke krenuti ili ne krenuti, strateški primijenjen ROI-a režim može podržati postavljanje prioriteta i internu socijalizaciju inicijativa za promjenu procesa i poboljšanu uspješnost poslovanja.

Upotrebom ROI-a za procjenu BIM inicijativa usmjerenih na poboljšanje performansi pojedinaca i timova, tvrtke mogu postaviti prioritete ulaganja za organizacijsku učinkovitost kako bi podržale održivo unaprjeđenje poslovanja ili implementirati modele za procjenu zrelosti BIM-a i povećanje razina kompetencija. Uspostavljanjem orijentacije tvrtke unutar tri dimenzije BIM-a, ROI predlaže niz obećavajućih mjera za početnu implementaciju i potencijalnu mapu (kartu) budućeg razvoja. Važni strateški čimbenici za tvrtke uključuju:

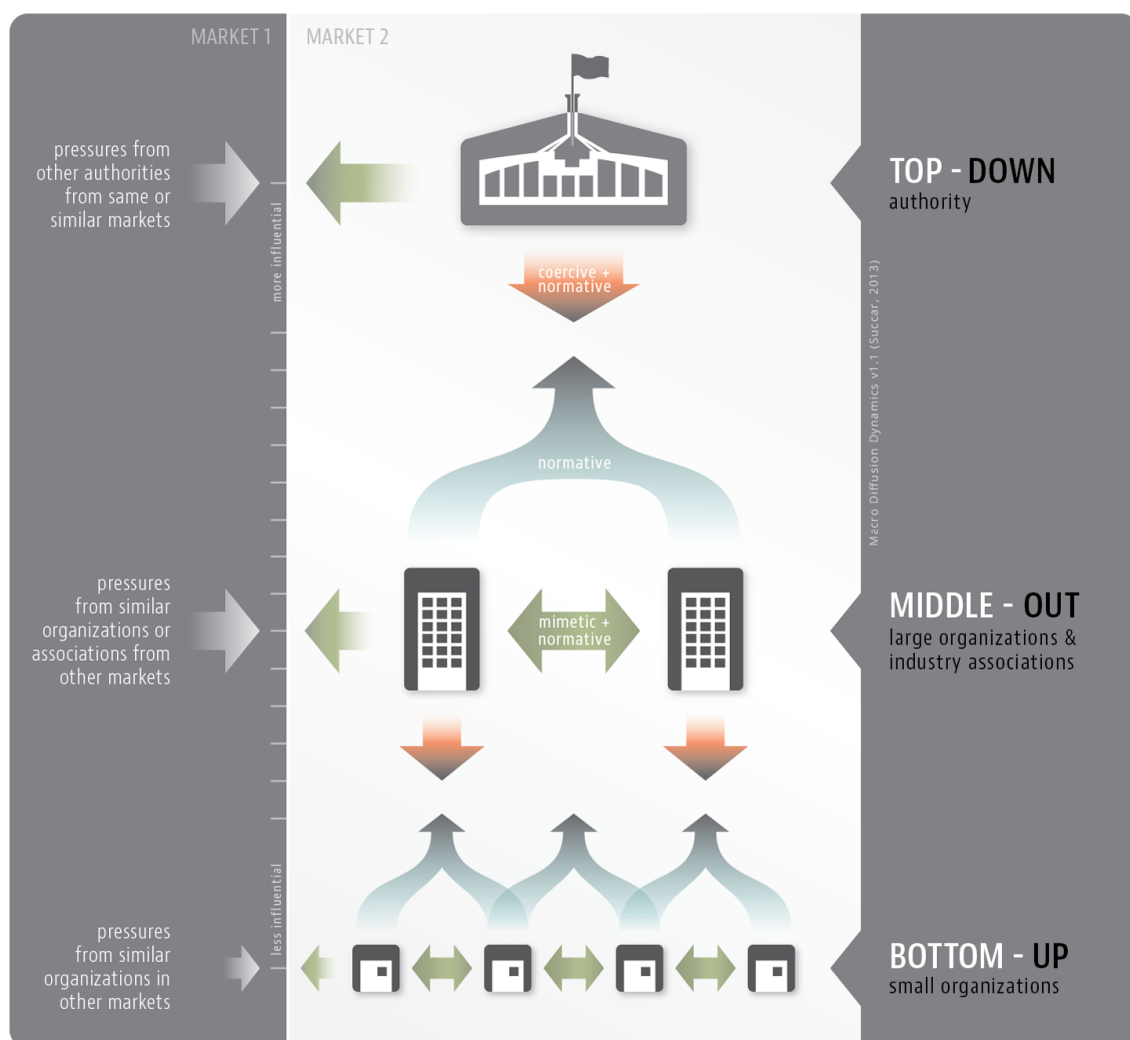
1. kompetentnost zaposlenika
2. suradnička kultura,
3. sposobnost timova.

Za poslovne lidere koji žele saznati još više, akademska istraživanja daju preporuke i okvire za osmišljavanje strategija za optimalizaciju koja se protežu od početnog usvajanja BIM-a do sofisticiranih razina zrelosti.

1.2 Strategije za BIM difuziju

Kada se raspravlja o BIM difuziji unutar organizacije (mikro) ili na cijelom tržištu (makro), obično se pojavljuju dva izraza: s vrha prema dnu („top-down“) i s dna prema vrhu („bottom up“):

- Difuzija s vrha prema dnu (**„Top-down“**) potiče se od viših instanci da se usvoji specifično rješenje koje one smatraju povoljnim. Dobar primjer makro „top-down“ BIM dinamike je UK BIM razina 2. Na mikro razini, top-down difuzija se događa kada viši menadžment unutar organizacije (bez obzira na veličinu i mjesto unutar opskrbnog lanca) zahtijeva specifična rješenja za usvajanje. Kroz ove, ponekad prisilne pritiske, rješenja se počinju rasprostiti niz opskrbni lanac i, ako se kombiniraju s obrazovanjem i poticajima, usvajaju se.
- Difuzija s dna prema vrhu (**„Bottom Up“**) se odnosi na usvajanje tehnologija, procesa ili politika bez prisilne namjere. Na makro razini to se događa kada male organizacije ili one u blizini donjeg dijela ovlasti / lanca opskrbe usvajaju inovativno rješenje ili koncept; rješenje polako postaje uobičajena praksa; i postupno se raspršuje kroz lanac opskrbe / ovlasti (kao što je slučaj u Australiji). Slično tome, na mikro razini, difuzija s dna prema vrhu javlja se kada zaposlenici u blizini donjeg kraja lanca ovlasti uvode inovativno rješenje i - s vremenom - ovo rješenje prizna i usvoji srednji i viši menadžment.



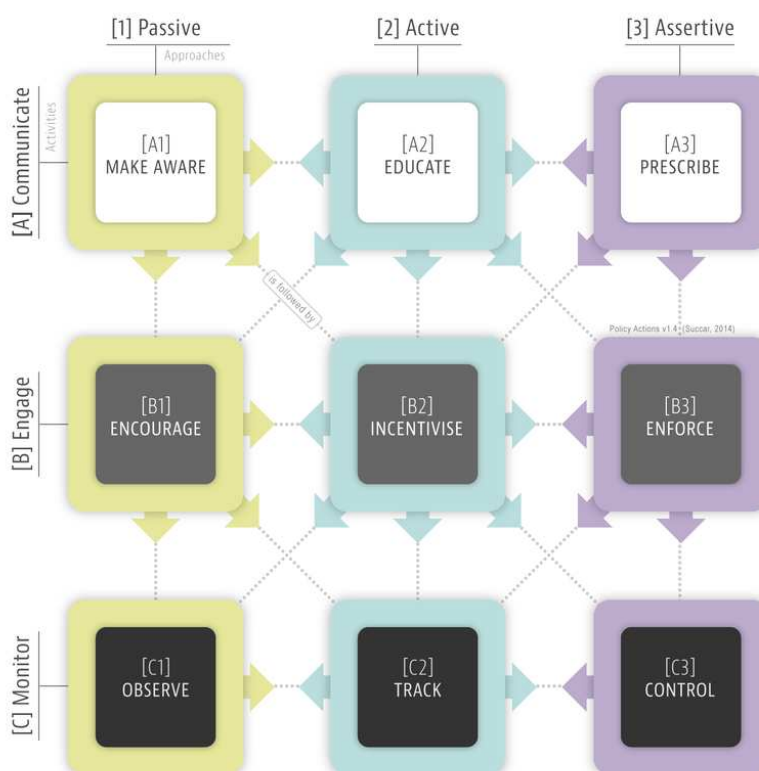
Iako su ove dvije dinamike lako zamjetljive, jedna treća dinamičnost leži u čistom vidu: MIDDLE-OUT difuzijski uzorak:

- Difuzija iz sredine prema van („**Middle-out**“) odnosi se na sve one organizacije i pojedince koji zauzimaju srednji prostor koji odvaja "dno" od "vrha". Na mikroorganizacijskoj razini, voditelji timova, voditelji odjela i voditelji linija guraju ono što su osobno usvojili prema vrhu i dnu lanca ovlasti. Na razini makroekonomskog tržišta dinamika iz sredine prema van primjenjuje se kada organizacije srednje veličine (u odnosu na tržište - npr. velike tvrtke u SAD-u) utječu na usvajanje kod manjih organizacija u opskrbnom lancu. Oni također utječu ili aktivno potiču veće organizacije, udruge i tijela vlasti uzvodno kroz lanac nabave / ovlasti da usvoje i eventualno standardiziraju svoje rješenje.

Kod različitih organizacija i tržišta jedan tip dinamičnosti više se iskazuje nego drugi, a to se događa zbog različitih tržišnih i društvenih aspekata. Međutim, dinamike difuzije „top-down“, „bottom-up“ i „middle-out“ su komplementarne, pa čak i međusobno uključive. Pogrešno je shvatiti da jedna dinamika može biti bolja od ostalih. Iako postoje dokazi da dinamika

od vrha prema dnu rezultira bržim stopama usvajanja u cijeloj organizaciji ili tržištu, nema dovoljno dokaza da postoji održivo usvajanje BIM tijekom rada i isporuka.

Jedan od difuzijskih modela je Model političkih aktivnosti („policy action model“) koji identificira tri aktivnosti provedbe (komunicirati, angažirati, nadzirati) mapirane na tri pristupa implementacije (pasivno, aktivno i asertivno) kako bi generirala devet akcija:



Tri aktivnosti se konstantno primjećuju na tržištima na kojima postoji namjera širenja BIM alata i tijekom rada s vrha prema dnu. Ono što se razlikuje je intenzitet kojim se ove aktivnosti provode i razni tipovi subjekata (npr. Vlada, industrijska udruženja i zajednica praktičara) koje poduzimaju napore za razvoj politike. To znači da se svakoj od tri aktivnosti (komuniciranje, angažiranje i praćenje) može pristupiti sa tri razine intenziteta (pasivno, aktivno i asertivno) računajući na razlike u kulturama i dinamici moći na različitim tržištima. Praktičari u jednoj zemlji (npr. neke Azijske države) pozivaju svoju vladu da prihvati afirmacijski pristup, dok praktičari u drugoj zemlji (npr. SAD ili Australija) možda preferiraju aktivan ili čak pasivni pristup.

	Pasivno [1]	Aktivno [2]	Asertivno [3]
Komunicirati [A]	Obavješćavanje: politički subjekti informiraju dionike o važnosti, prednostima i izazovima sustava / procesa putem formalnih i neformalnih komunikacija	Obrazovanje: politički subjekti stvaraju informativne vodiče za edukaciju zainteresiranih dionika o specifičnim isporučiteljima, zahtjevima i tijeku rada sustava / procesa	Propisivanje: politički subjekti detaljiziraju točan sustav / proces koji će usvojiti dionici
Angažirati [B]	Ohrabrivanje: politički subjekti provode radionice i umrežavanje	Poticanje: politički subjekti pružaju nagrade, financijske poticaje i	Provođenje: igrač politike uključuje (favorizira) ili

	kako bi potaknuli dionike da usvoje sustav / proces	povlašteni tretman dionicima koji usvajaju sustav / proces	isključuje (kažnjava) dionike na temelju njihova usvajanja sustava / procesa
Pratiti [C]	Promatranje: politički subjekti promatraju kako (ili ako) dionici usvoje sustav / proces	Praćenje: politički subjekti provode anketu, prate i proučavaju kako / ako su dionici usvojili sustav / proces	Kontrola: politički subjekti postavljaju financijske poticaje, kontrolne točke za ispunjavanje obveza i obvezne standarde za propisani sustav / proces

Kao što je prikazano u tablici, ova tri pristupa pokazuju pojačanu uključenost političara u olakšavanje usvajanja BIM-a: od pasivnog promatrača do više asertivnog kontrolora. Ove akcije vezane uz politiku raspravlja se ovdje na niskim pojedinostima. Nepotrebno je reći da se svaka od devet radnji može dalje podijeliti na manje političke zadatke. Na primjer, poticajni postupak [B2] može se podijeliti na više poticajnih zadataka: npr. [B2.1] čine porezni režim povoljan za usvajanje BIM-a, [B2.2] razvija BIM politiku nabave, a [B2.3] uvodi inovacijski fond usmjeren na BIM.

Model političkih aktivnosti („policy action model“) reflektira različite radnje koje kreatori politike poduzimaju (ili mogu poduzeti) na svakom tržištu kako bi olakšali usvajanje BIM-a. Važno je razumjeti da su svi načini jednako vrijedni. Međutim, ključno je da kreatori politike odaberu kombinaciju političkih aktivnosti koje najbolje zadovoljavaju jedinstvene zahtjeve njihovog tržišta.

Tablica obrazaca političkih aktivnosti („Policy Action Patterns „) omogućuje brzu usporedbu difuzijskih aktivnosti koje provode kreatori politike na različitim tržištima. Svaki obrazac predstavlja akcije koje su poduzete (ili ih se može poduzeti) od strane političkih subjekata. Na primjer, gornji lijevi obrazac predstavlja posve pasivni pristup (obznani + ohrabri + promatraj), dok obrazac desno-dolje predstavlja mješavinu asertivnih i aktivnih pristupa (propiši + potiči + prati).

2. Modul 2 – Primjena upravljanja podacima

2.1 Načela upravljanja podacima u zajedničkom okruženju podataka (eng. “Common Data Enviroment (CDE)”)

Zajedničko okruženje podataka (CDE) je središnji repozitorij u kojem su sačuvane sve informacije o građevinskom projektu. Potrebno je naglasiti da sadržaj CDE-a nije ograničen s informacijama koje su kreirane u BIM okolišu te zbog toga CDE sadrži i dokumentaciju, grafičke modele i ne-grafičke podatke. Prednost jedne zajedničke baze podataka poput CDE-a je činjenica da se na taj način osnažuje suradnja između različitih sudionika projekta, smanjuje broj grešaka te se izbjegava multipliciranje podataka. (situacija u Engleskoj je slijedeća: osnovni zadatak razine zrelosti 1 je uspostava CDE-a, koji se kroz normu BS-1192 definira kao alat za suradnju koji služi kao baza podataka, repozitorij koji omogućuje dijeljenje istih informacija među članovima projektnog tima.)

Konačni cilj je zapravo stvaranje, dijeljenje i izdavanje informacija koje podupiru isporuku projekta. Može se zapravo reći da je ideja BIM pristupa da suradnja potiče poboljšanje rezultata projekta i učinkovitost projektnog tima.

Graditeljstvo okuplja (treba) vještine širokog spektra struka te je zbog toga CDE prikladan za stvaranje jedinstvenih informacija svih članova projektnog tima (različitih struka).

Dakle, kada se implementira BIM, CDE ima važnu ulogu prilikom razmjene informacija između različitih suradnika i unutar lanca opskrbe. Kako bi se učinkovito upravljalo informacijama, potrebno je pratiti slijedeće korake:

Potrebno je na razini projekta razviti i dogovoriti “**standardne metode i procedure**” koje će se tijekom projekta poštivati od strane svih dionika uključenih u projekt u fazi projektiranja.

Ključne aktivnosti su:

- Definirane i usuglašene uloge i odgovornosti
- Dogovorene i prihvaćene konvencije za imenovanje pojedinih elemenata u BIM modelu
- Kreirane i poštovane te održavane oznake koje se koriste u projektu te projektne i prostorne koordinate
- Potrebno je stvoriti i prihvatiti CDE pristup kako bi se omogućilo dijeljenje informacija između svih sudionika projektnog tima
- Potrebno je dogovoriti i održavati prikladnu hijerarhiju informacija, takvu da podupire koncept CDE-a
- Potrebno je definirati jedinstvenu i zajedničku oznaku projekta u fazi inicijacije projekta, neovisnu i specifičnu te prepoznatljivu za svakog pojedinog sudionika projekta
- Definirati jedinstvenu identifikacijsku oznaku za svaku organizaciju koja je pridružena projektu.

Potrebno je definirati **politiku kvalitete** koja će osigurati da se BIM modeli na odgovarajući način razvijaju i održavaju tijekom cijelog projekta.

Potrebno je uspostaviti **proces razmjene podataka**

- Dogovoriti što ranije u projektu koje je informacije potrebno razmjenjivati, u kojem trenutku i u kojem formatu;
- Dogovoriti verzije formata koji će se koristiti za razmjenu podataka;
- Utvrditi procedure za provjeru, nadgledanje i izvještavanje o točnosti prijenosa podataka te provesti početne probne postupke prijenosa podataka;

- Usuglasiti metodu bilježenja problema koji se pojavljuju te bilježenja zaprimanja digitalnih podataka, te odrediti što (koji parametri) zapravo definira prihvatljiv prijenos podataka.

Upravljanje projektiranjem:

- Definiranje sveobuhvatne kontrolne liste za pojedine odgovornosti upravljanja
- Kreiranje zahtjeva poslodavca - EIR-a (eng. Employers Information Requirement) koji će se prenijeti zaposlenicima na inicijalnom sastanku
- Definirati klasifikacijski sustav koji će se koristiti

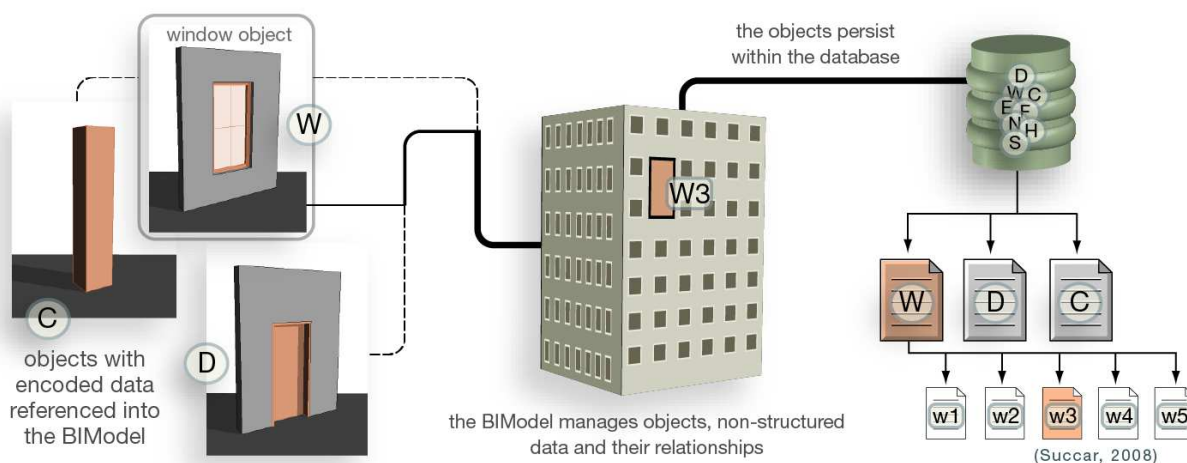
Ukoliko postoji jedinstveni izvor informacija, nema dvojbe koje su posljednje ažurirane verzije podloga ili informacija koje se koriste u projektu. CDE se treba koristiti kao jedini izvor informacija na projektu te se time ostvariti slijedeće prednosti:

- Dijeljene informacije će rezultirati usklađenim projektom, odnosno smanjenjem vremena i troškova nastalih zbog korekcija projekta
- Svi članovi projektnog tima mogu koristiti CDE za generiranje dokumenata (presjeka, pogleda) koje trebaju, a da su pritom sigurni da koriste posljednju i važeću verziju podataka, što smanjuje opterećenje na glavnog projektanta
- Prostorna koordinacija je svojstvena ideji korištenja centralnih (jedinstvenih) modela
- Proizvodnja informacija treba biti ispravna u prvom pokušaju, pod pretpostavkom da svi članovi projekta dijele informacije

S druge strane, ne mogu se svi projektni modeli svrstati u kategoriju BIM modela. Iako ne postoje jasne definicije niti krovni sporazumi o tome što se može svrstati u BIM model, istraživači, razvojni programeri i slični su pronašli određene zajedničke temelje.

Ti zajednički temelji su komplet tehnoloških i postupovnih obilježja BIM (eng. „*Building Information modelling*“) modela, tj. prema njima BIM modeli:

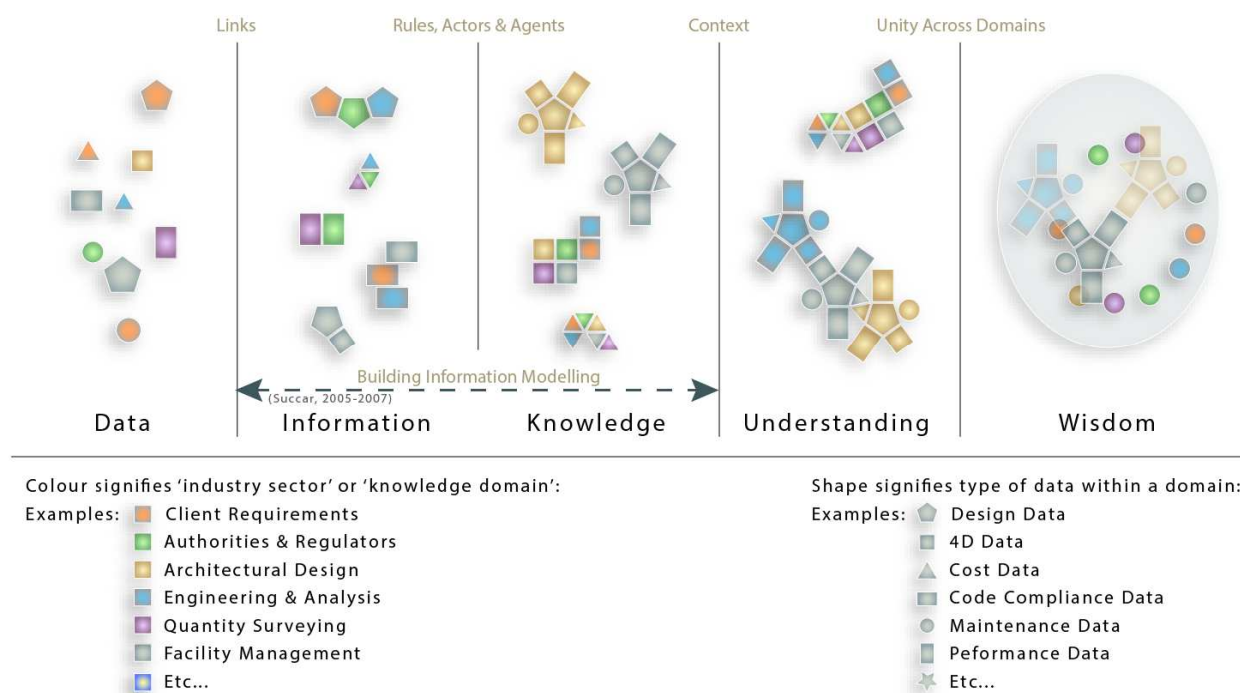
- trebaju biti trodimenzionalni.
- trebaju biti sačinjeni od objekata (volumno modeliranje (eng. „solid elements“) – objektno orijentirano modeliranje)
- trebaju imati šifrirane i ugrađene podatke specifične za pojedine objekte (proširena baza podataka)
- trebaju imati isprepletene odnose i hijerarhiju između objekata (pravila i/ili ograničenja: slično odnosu između otvora i zidova gdje je otvor hijerarhijski „viši“ od zida)
- trebaju dati detaljan opis zgrade.



BIM modelari (eng. „*BIM Modelers*“) ne opisuju niti šifriraju cjelokupan opseg znanja industrije, čak ni unutar pojedinih sektora (arhitekture, građevinarstva, ...). Kako bi se problem drugačije formulirao potrebno je definirati što se točno misli pod pojmom „informacija“ unutar BIM modela. To nas dovodi do pet razina značenja koje je potrebno razumjeti:

- Podaci se odnose na osnovna zapažanja koja je moguće vidjeti i sakupiti.
- Informacije predstavljaju povezane podatke bilo sa drugim podacima ili sa kontekstom (informacije se mogu vidjeti i izreći – sakupiti pa izreći).
- Cilj pojedine informacije je stečeno znanje. Znanje je izraz pravilnosti (znanje je on što se može vidjeti, izreći i zatim učiniti).
- Razumijevanje je prijenos i objašnjenje fenomena unutar konteksta. Razumijevanje je ono što se može vidjeti, izreći, učiniti, te prenijeti učenjem.
- Mudrost je čin temeljen na shvaćanju fenomena u nekoj nepravilnoj domeni. Mudrost je ono što se može vidjeti, izreći, učiniti, te prenijeti učenjem preko određenih pravila i konteksta.

Modeliranje informacija u zgradama (BIM) se isključivo bavi podacima i informacijama sadržanima u modelima iako određeni ljudi žele BIM modele promicati kao bazirane isključivo na znanju. Koristeći gore navedene definicije i uz pretpostavku izjednačavanja ciljeva i korištenih pravila, BIM modeli mogu uključiti i modele bazirane na znanju, te njegovom upravljanju (eng. „*System Thinking*“).



BIM Modelari mogu dijeliti manje ili više informacija preko beznadnih industrijskih domena. Optimalan BIM Modelar bi trebao imati mogućnost prikazati, izračunati i podijeliti sve podatke potrebne za jasnu komunikaciju između struka koje rade na BIM modelu, bez gubitka informacija. Ta vrlina, tj. manjak te vrline, je rezultat korištene tehnologije, korištenih procesa, te znanja pojedinih struka koje rade na istom BIM modelu.

Ako se pretpostavi da pojedina struka koristi različitog BIM Modelara (arhitektura, inženjerstvo i graditeljstvo ...), tada razmjena podataka između njih može poprimiti različite oblike:

1. **Razmjena podataka:** Pojedini BIM Modelar zadržava cjelovitost svojeg modela, ali dijeli dio svojih podataka kako bi ih učitali drugi BIM Modelari (npr., XML, CSV, DGN, itd.). Taj način prijenosa podataka, iako vrlo uobičajen, pati od najvećih nenamjernih gubitaka podataka sadržanih u modelima. Ti gubici označavaju količinu podataka koju je moguće podijeliti u odnosu na ukupnu količinu podataka koja je sadržana u BIM modelu. Međutim, nije potrebno dijeliti sve podatke između sudionika u svim vremenima. Djelomičan prijenos podataka (eng. „*Partial Data Exchange*“), u odnosu na nenamjerne gubitke podataka, može biti učinkovit način izmjene podataka – namjerno „gubljenje“ podataka.
2. **Interoperabilnost podataka:** interoperabilnost se očituje na više načina, a ona koja se ovdje prikazuje je čisto radi primjera. Uz pretpostavku da se razmjena podataka vrši preko razmjene datoteka umjesto korištenja mrežne pohrane – putem servera, tada je jedan od načina razmjene podataka sljedeći: BIM Modelar#1 (#1 – broj jedan) izrađuje i izvozi IModel v1.0 (interoperativan model – verzija 1) koji se šalje BIM Modelaru#2 koji model dorađuje (IModel v2.0), te ga zatim izvozi i prosljeđuje BIM Modelaru#3 koji model ponovno dorađuje (IModel v3.0), te izvozi i prosljeđuje BIM Modelaru#4. Radnja se zatim nastavlja sve do konačne verzije IModela. Količina podataka koja se u tom procesu izgubi, tj. akumulira, ovisi o sposobnosti samog Modelara da uvoze/izveze dobivene/proslijeđene datoteke, te o odabiru sheme interoperabilnosti podataka (npr. *IFC*) Temeljni industrijski razredi eng - *Industry Foundation Classes*“). Jedan od glavnih nedostataka ovakvog načina

prijenosa podataka je linearnost uvoza/izvoza, te dobivanja/prosljeđivanja datoteka, te nemogućnošću istovremenog načina uređivanja iste verzije datoteke.

3. **Sjedinjenje podataka** (eng. „*Data Federation*“): Povezivanje datoteka dobar je primjer takvog sjedinjenja podataka. Podaci jednog BIM Modela su povezani sa podacima drugog BIM Modela. Datoteke nisu nit uvezene nit izvezeno, već BIM Modelari (tj., računalni programi) direktno mogu učitati i analizirati podatke pridružene povezanim datotekama. Količina izgubljenih podataka ovisi o količini podataka koje je moguće učitati i analizirati. Referentni modeli (RModeli, eng. „*Referential Models*“) su drugi primjer sjedinjenja podataka. RModeli su pojedinačni ili skupni modeli u kojima su spremljene veze na vanjske repozitorije – slični su hipervezama na internet stranicama. Tipičan primjer takvih modela je virtualna zgrada sa referentnim objektom koji predstavlja prozor – detaljnije informacije nisu spremljene u samom BIM Modelu već im se pristupa preko vanjskog repozitorija [3] (npr., cijena prozora u stvarnom vremenu, dostupnost prozora, upute za ugradnju, upute za održavanje ...).
4. **Integracija podataka** (eng. „*Data Integration*“): Pojam integracija se može protumačiti na više načina. Jedan od njih je i taj da je to „sposobnost razmjene podataka između računalnih modela“. U kontekstu BIM-a integracija se očituje u mogućnosti dijeljenja informacija (podataka) između različitih industrijskih sektora koristeći isti model, tj. način pohranjivanja podataka [4]. Ti podaci u BIM modelu mogu biti arhitektonski, građevinski i menadžerski. Važnost integriranog BIM Modela je ta što učvršćuje interdisciplinarnost u razmjeni informacija što omogućuje sudionicima međusobnu interakciju u zajedničkom virtualnom okruženju.
5. **Hibridna razmjena podataka** (eng. „*Data Sharing Hybrid*“): Ovaj način razmjene podataka je zapravo kombinacija više načina razmjene podataka iz gore navedenih stavki. Većina BIM Modelara koordinira multidisciplinarnu informaciju generiranu u AEC sektoru (eng. „*Architectural, Engineering and Construction*“) kroz hibridni način razmjene podataka.

Popis dokumenata koji se obično dijele u zajedničkom okruženju podataka (CDE)

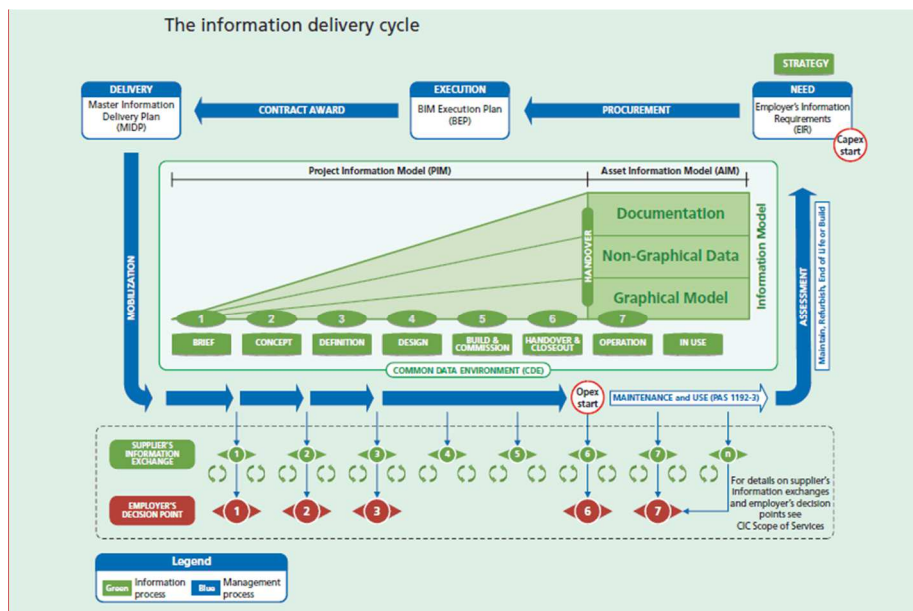
Izveštavanje klijenta i tehnički zahtjevi	Potvrda o svojstvima
Dogovori i ugovaranje	Informacije o sigurnosti proizvoda i procedurama u hitnim slučajevima
Obveznice i osiguranja (uključujući i procjenu vrijednosti osiguranja zgrade)	Rezervni dijelovi proizvoda, potrebni alati i resursi
Izvešća o projektu	Postupci održavanja i čišćenja proizvoda i uputstva za upotrebu
Tehnička izvešća (planiranje, projektiranje, utjecaj na okoliš itd.)	Upute za postavljanje proizvoda
Analize, procjene i izračuni	Informacije o seriji (šarži) proizvoda i njegovo praćenje
Potvrde o održivosti	Tehnički podaci
Ankete (topografsko istraživanje, procjena stanja zgrade itd.)	Izjava o utjecajima proizvoda na okoliš (EPD)
Vrijeme održavanja sastanaka (eng. „ <i>meeting minutes</i> “)	Izjava o svojstvima proizvoda (eng. „ <i>Product Declaration of Performance</i> “) (DoP) i oznaka europske sukladnosti – CE oznaka
Bilješke o tijeku projektu	Europska tehnička ocjena (ETA)
Zahtjevi za informacijama (eng. „ <i>request for information</i> “) (RFI)	Potvrda o sukladnosti s normama (NSAI, BRE itd.)
Metodologija rada (eng. „ <i>method statements</i> “)	Specifikacije proizvoda

Podudaranje	Lista nedostataka (eng. „ <i>Snag lists</i> “) i postupci kontrole kvalitete
Multimedija (fotografije, ilustracije, prezentacije, videozapisi itd.)	Planovi provođenja inspekcije i evidencija o inspekciji
Korišteni propisi (norme), podnošenje potvrda (o planiranju, kontroli, sigurnosti u požaru, olakšanom pristupu osobama s invaliditetom itd.)	Rasporedi izdanih certifikata, promjena u projektu, odstupanja od normi itd.
Neobavezne potvrde/certifikati (LEED, BREEAM itd.)	Usklađenost specifikacija i certifikata
Modeli zgrade (3D, 2D, ujedinjeni modeli, analitički modeli itd.)	Projektni zahtjevi (postupci, certifikati, uzorci itd.)
Projektni nacrti, specifikacije, rasporedi, tablice itd.	Oblikovanje matrice odgovornosti
Troškovnici i iskazi materijala	Procjena rizika na zdravlje i sigurnost ljudi i sigurnosni planovi
Potvrde o plaćanju	Nacrti izvedenog stanja, specifikacije, rasporedi, tablice itd.
Ugovorni konačni troškovi (eng. „ <i>contracts final accounts</i> “)	Građevinski crteži, crteži montažnih (predgotovljenih) elemenata, specifikacije, rasporedi, tablice itd.
Planovi i programi projekta	Tehnički podnesci i odobrenja
Evidencija o inspekciji	Potvrda o puštanju u rad (tehničkom pregledu)
Početno stanje opreme (eng. „ <i>equipment default 'settings'</i> “)	Jamstveni list dobavljača za proizvod i njegove dijelove
Jamstveni list dobavljača	Pojedinosti o kontaktima dobavljača

2.2 3D model grafičkih i ne-grafičkih informacija

BIM je sredstvo za stvaranje, upravljanje i razmjenu (digitalnih) informacija u cijelom životnom ciklusu zgrade. Jedan od ciljeva BIM-a je promicanje suradnje među zainteresiranim dionicima i postizanje smanjenja pogrešaka u procesu gradnje i povezanih troškova koji mogu nastati zbog neostvarenja postavljenih ciljeva.

Protok digitaliziranih informacija o zgradama u slučaju korištenja informacijskog modeliranja zgrada (BIM), strojnog učenja, pametne infrastrukture itd., dovodi do veće integracije profesija i procese koji su se nekad razmatrali odvojeno. BIM mijenja suradnju (interakciju) između mnoštva povezanih javnih i privatnih organizacija te se sve više uviđa da ima utjecaje i na tradicionalne procese i politike, koji će se vjerojatno u budućnosti morati prilagoditi.



Informacije ugrađene u BIM model mogu biti:

- Dokumentacija – Crteži i pdf datoteke od strane proizvođača kao što su sigurnosno-tehnički listovi, itd. koji se obično predaju klijentima i njihovim timovima za upravljanje zgradama putem Priručnika za korištenje i održavanje
- Ne-grafički podaci - Za BIM razinu 2 koja je u skladu s britanskim standardom BS1192-4 koji koristi format razmjene podataka COBie.
- Geometrija, grafički modeli - 3D modeli zgrade i sustavi te komponente unutar njega.

Alati za izradu BIM-a imaju brojne funkcionalnosti koje se nastavljaju povećavati:

- Izrada 3D modela;
- Generiranje 2D crteža iz 3D modela;
- Vizualizacija i animacija;
- Razmjenjivati modele interno i sa suradnicima u projektiranju;
- Detekcija sukoba (clash detection);
- Određivanje količina;
- Simulacijske opcije (uključujući simulaciju evakuacije, rješenja pametnih mreža, proračun potrošnje energije);
- Povezanost s planiranjem radova (4D);
- Povezivanje s troškovima (5D);
- Kontrola procesa.

Uz odgovarajuću implementaciju BIM-a, svaka strana će imati uvid u iste podatke o projektu iz BIM modela u svakom trenutku, ali to je teoretski moguće i u tradicionalnom procesu. U slučaju BIM modela, osim BIM modela s informacijama postoje i dogovori o kvaliteti, organizaciji, komunikaciji i pružanju informacija u procesu izgradnje.

Razvoj BIM-a ima sljedeće smjerove:

- Upravljanje očekivanjima prema klijentima, kupcima i lokalnom stanovništvu;
- Bolji uvid u međusobne struke;
- Komunikacija i suradnja s partnerima i dobavljačima;
- Manji broj pogrešaka ili mjesta isporuke, manje troškova proizašlih iz kvarova, povećanje kvalitete;
- Kraće vrijeme potrebno za projektiranje i izvođenje;
- Učinkovitiji procesi;
- Preduvjeti vezani s obvezom upozorenja za natječaje su transparentniji;
- Kvantitativna financijska korist za klijenta;
- Postojeće organizacije moraju biti prilagođene;
- Relativno mnogo resursa za upravljanje informacijskim modelom;
- Radno intenzivan u pripremnim fazama.

BIM može posebno doprinijeti smanjenju troškova uzrokovanih kvarovima. Trenutne procjene troškova neuspjeha s trenutnim metodama izgradnje kreću se od 10% do 35% vrijednosti projekta. U krizi, kao što su one između 2009. i 2013., marže u građevinskim tvrtkama su znatno smanjene, što je uvelike povećalo važnost smanjenja troškova nastalih uslijed kvarova. Kako bi se smanjili troškovi neuspjeha projekta, traže se mjere povećanja učinkovitosti kao što su LEAN sustav, vertikalna integracija i BIM. Rad s BIM-om također pruža mogućnosti za gradnju inovativnim proizvodima i gradnju prilagođenu lakšem održavanju zgrade. Preduvjet za ostvarenje svih prednosti rada s BIM-om je da se rad s BIM-om vidi kao mogućnost za poboljšanje suradnje.

Unutar građevinskih projekata može doći do mnogo nepredviđenih troškova i neuspjeha koji su zapravo proizašli iz lošeg definiranja studije izvodljivosti i nedostatka pažnje prema detaljima. Tipični razlozi za neuspjeh uključuju:

- Neučinkovito upravljanje građevinskim projektom;
- Neuspjeh praćenja napretka u odnosu na definirane ciljeve;
- Neispunjavanje zadane razine kvalitete i vremenskih rokova;
- Nepotrebne popravke i zamjene proizašle iz lošeg planiranja ili upravljanja

Trošak neuspjeha je nepotrebno skup i može neizravno povećati troškove za izvođače. Izvođači često mogu predvidjeti da će doći do nepotrebnih troškova i zbog toga njihove procijenjene troškove uključuju u ugovornu cijenu. Tvrtke koje mogu smanjiti i kontrolirati ove potencijalne troškove (troškove neuspjeha), zbog toga što koriste BIM, imaju veliku prednost u odnosu na svoju konkurenciju.

Digitalna verzija informacija o zgradi više se ne prikupljaju, analiziraju i stavljaju na raspolaganje putem jednog glavnog računala, već na vrlo distribuiran način. Prikupljanje podataka automatski se odvija unutar *interneta stvari* putem ugrađenih senzora i malih potrošačkih uređaja kao što je smartphone. Pohrana te velike količine podataka (big data) distribuira se u oblaku u više virtualnih baza podataka. Analitički algoritmi rade 24 sata dnevno na neograničenom broju središnjih procesnih jedinica. Ipak, pojavljuju se novi izazovi jer se količina digitalnih podataka udvostručuje u veličini svake dvije godine, s 4,4 ZB (= 10^{21} bajtova) informacija pohranjenih globalno u 2013. godini.

Projekt realiziran korištenjem BIM pristupa generira model zgrade koji se sastoji od stotina ili tisuća BIM objekata koji se mogu pratiti tijekom cjelokupnog životnog ciklusa zgrade u koju su ugrađeni. Digitalizirani objekti čine BIM knjižnice proizvodnih tvrtki iz kojih projektanti mogu preuzimati crteže i informacije te ih umetati u svaki projekt.

Pravilno stvaranje BIM knjižnice zahtijeva duboko poznavanje brenda proizvođača, karakteristika proizvoda (forme, izvedbe, primjene, itd.) te načina na koji se proizvod ponaša / povezuje s drugim objektom / proizvodom koji čini izgrađeni element. Upravo ti odnosi definiraju razinu geometrijske i ne-geometrijske složenosti objekta i načine njegovog prikaza, kao i vrste trodimenzionalnih alata i predložaka koji će se koristiti kod izrade BIM modela.

Osim znanja o sektoru i stručnjacima (i drugim dionicima) koji će koristiti BIM knjižnice, profesionalci koji stvaraju BIM objekte također moraju imati vještine u korištenju alata BIM Authoring i klasičnim BIM softveru za modeliranje. Dodatno, ljudi koji stvaraju BIM knjižnice, morat će razlučiti što je korisno predstavljati i na taj način izbjeći preobilje geometrija (što bi nepotrebno opteretilo modele) te informacija koje bi mogle ugroziti know-how proizvodnih tvrtki, nesvjesno šireći važne tehničke i proizvodne informacije.

S obzirom na važnost BIM knjižnice (za projektante, izvođače i proizvođače), korisno je razumjeti kako se BIM objekti koji se nalaze u knjižnicama zapravo stvaraju.

Razina složenosti proizvodnje BIM objekta definirana je i geometrijom BIM objekta (na primjer, ako se objekt sastoji od nekoliko komponenata koje se međusobno spajaju ili ako je BIM objekt autonomni entitet) kao i količinom metapodataka koje BIM objekt sadrži (tekstualni podaci i matematičke formule).

BIM objekt / proizvod može sadržavati različite vrste proizvoda unutar jednog BIM objekta pri čemu je od tih vrsta proizvoda povezan s različitim alfanumeričkim podacima. Ti se atributi mogu odnositi na geometrijski model ili pripadaju materijalnom ne-geometrijskom elementu, od kojih je predmetni proizvod sastavljen, i koji je dodijeljen 'arhitektonskom modelu'. Atributi koji su zabilježeni, odabrani i umetnuti u BIM model moraju poštivati razinu razvoja (detaljnosti) koja je potrebna za postizanje ciljeva koji se zahtijevaju u raznim fazama procesa projektiranja, izgradnje ili održavanja.

Nakon stvaranja BIM knjižnice, digitalizirani BIM objekti objavljuju se i distribuiraju na webu kako bi se osigurala maksimalna diseminacija i korištenje u BIM projektima od strane projekatanta i izvođača. BIM objekti mogu se objavljivati i na internetskim stranicama tvrtki i u specijaliziranim bazama podataka koje se bave objavljivanjem i širenjem BIM knjižnica.

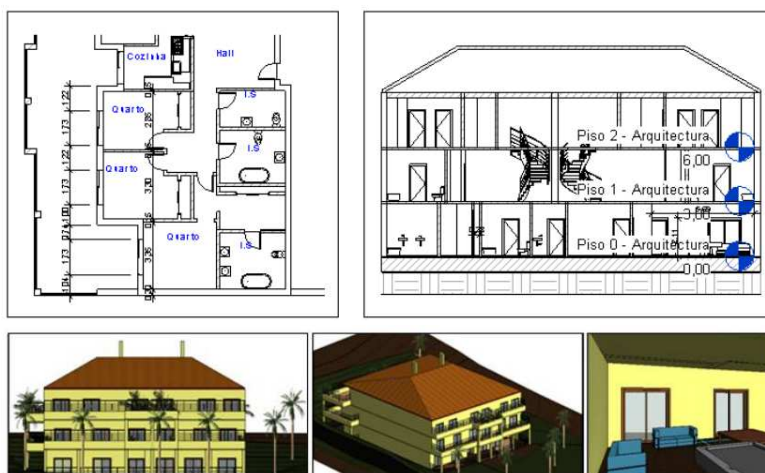
Tehničari koji se brinu o stvaranju BIM knjižnica, unutar tvrtki ili vanjski suradnici, moraju biti iskusni ljudi koji će se pobrinuti za cijeli proces, od analize potreba poduzeća do izvršne proizvodnje datoteka, prema kvalitativnim i kvantitativnim standardima, a sve kako bi se zadovoljili regulatorni zahtjevi i potrebe krajnjeg korisnika (projektanta i proizvođača) te promovirala uporaba i kupnja proizvoda. Primjerice, BIM dizajn tim trebao bi biti sastavljen od specijaliziranih stručnjaka koji izrađuju BIM knjižnice nudeći srodna rješenja kako bi osigurali valjanu uporabu BIM objekata u svim fazama opskrbnog lanca (od ekstrapolacije informacija o proizvodu do razvoja geometrijskih podataka i odabira metapodataka koji se unose za BIM objekt, a sve u skladu s propisima) do realizacije BIM objekata. Projektant može besplatno preuzeti bilo koju BIM datoteku sa web stranica ili pomoću dodataka (plugin-a) instaliranih u BIM softveru: na taj način se stvara mreža kontakata između proizvođača i projekatanta. Štoviše, na nekim web stranicama moguće je pronaći BIM datoteke s prepoznatljivom oznakom "Certified" koja osigurava valjanost modela u odnosu na minimalne zahtjeve (geometrijske i ne-geometrijske), koji se smatraju potrebnim za uporabu BIM objekta u BIM projektu.

Arhitektonski BIM model mogao bi se izraditi pomoću softvera za modeliranje. U BIM modelu su svi elementi prikazani kao zidovi, podovi, stropovi, krov, vrata, prozori i rukohvati mogu se stvoriti prilagođavanjem postojećih 3D parametarskih BIM objekata koji se nalaze u BIM knjižnici softvera koji se koristi i njihovim umetanjem u BIM model. Dekorativne komponente i oprema, kao što su sofe, stolice, WC školjke, stolovi i dr. koriste se najčešće izravno, samo uzimajući u obzir mjerilo prilikom njihovog umetanja u BIM model. Donja tablica prikazuje primjer urednih koraka u izradi arhitektonskog BIM modela:

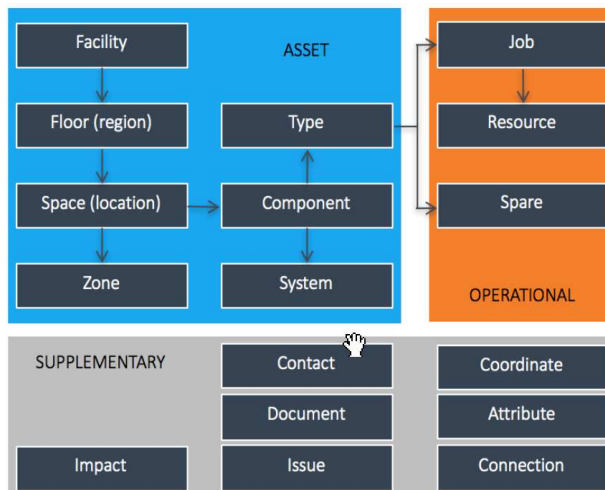
Redoslijed	Aktivnost
1. Korak	Definiranje visine parapet
2. Korak	Uvoz .dwg datoteka

3. Korak	Definiranje platforme gradnju modela
4. Korak	Modifikacija konturnih linija
5. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje zidova
6. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje prozora i vrata
7. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje podova i spuštenih stropova
8. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje krova
9. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje stubišta
10. Korak	Kreiranje, uređivanje i umetanje rukohvata
11. Korak	Umetanje komponenti, sustava, namještaja

Neki crteži, presjeci i projekcije mogu se dobiti iz definiranog BIM modela. Donja slika prikazuje tlocrt i presjek te ilustrira glavno pročelje, opću perspektivu BIM modela i jedan pogled unutrašnjosti BIM modela:



UK PAS 1192-2 Annex A daje primjer razdvajanja grafičkih i ne-grafičkih informacija. Spomenuti standard definira uvjete, definicije i kratice za BIM dokumentaciju.



2.3 Plan održavanja zgrade i ugovaranje energetske usluge

Ugovaranje energetske usluge (eng. „*Energy performance contracting – EPC*“) je ugovorni sporazum između vlasnika zgrade i stanara (uključujući i javnu upravu) i tvrtke koja pruža energetske usluge (ESCO tvrtke) kako bi se poboljšala energetska učinkovitost zgrade. Troškove ulaganje obično pokriva ESCO tvrtka ili treća strana, kao što je banka, tako da javnoj upravi nije potreban nikakav financijski izdatak. ESCO tvrtka uzima naknadu, obično povezanu s zajamčenom uštedom energije. Nakon određenog vremena od ugovaranja, ušteda zbog poboljšane energetske učinkovitosti zgrade vraća se javnoj upravi. Ugovaranje energetske učinkovitosti često se vrši za skupinu zgrada, kako bi ugovori bili privlačniji potencijalnim ulagačima. Održavanje zgrade je odgovornost vlasnika zgrade koji zapošljava instalatera kako bi izvršio pregled zgrade. Razina održavanja zgrade ovisi o broju uočenih nedostataka prilikom njenog pregleda.

U EPC-u održavanje za vrijeme trajanja ugovora ovisi o ESCO-u koji predlaže obnovu. Pokazalo se da čak i NZEB zgrada može rezultirati većim troškovima nego što je predviđeno iz dva glavna razloga: prvi je da se tijekom izgradnje dogode neke promjene koje pogoršavaju energetske učinkovitost, drugi razlog je da korisnici zgrade ne znaju kako koristiti tehnologije te zbog toga imaju veće troškove upravljanja. U oba slučaja korištenje BIM-a će ublažiti, ako ne i riješiti te probleme. Ako se BIM pravilno implementira, zajedno s fizički izgrađenom zgradom realizirat će se i njezina virtualna kopija (virtualni blizanac) koja će biti obogaćena svim informacijama potrebnim za održavanje zgrade. Osim toga, daljinsko upravljanje funkcionalnostima zgrade, kao što je sustav automatizacije zgrada, omogućit će upravitelju zgrade da intervenira svaki put kada se otkrije neka pogreška uporaba.

Za više informacija o EPC-u, posjetite web stranicu projekta „guarantee project“: <https://guarantee-project.eu>.

Dodatno, možete preuzeti i Eurostat-ov priručnik „[ENERGY PERFORMANCE CONTRACTS IN GOVERNMENT ACCOUNTS](#)“

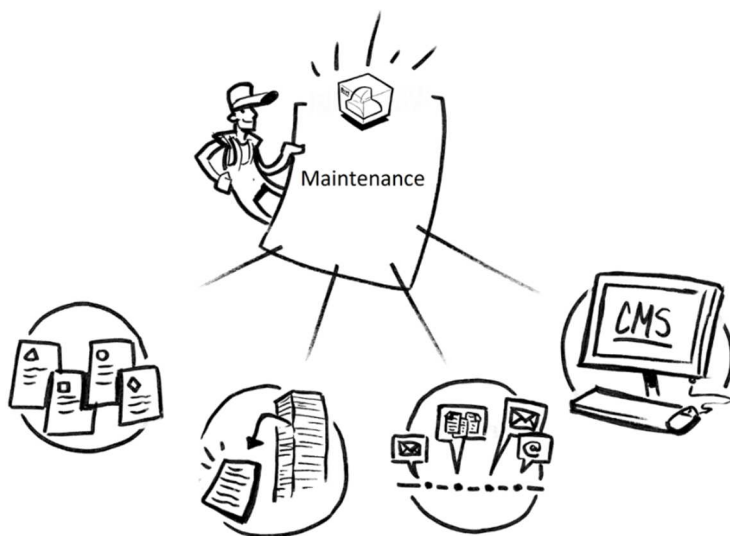
Vrlo je važno definirati zahtjeve za upravljanje i održavanje imovine od početka, u EIR-u, kako bi projektanti u BIM model mogli uvesti BIM objekte s razinom detaljnosti potrebnom za plan upravljanja i održavanja koji zahtijevaju ESCO i/ili vlasnici (upravitelji zgradom).

Dobri digitalni alati su neizbježni za učinkovito upravljanje, održavanje i/ili upravljanje imovinom. Zahtjevi ovise o veličini zgrade, složenosti imovine i zahtjevima dokazivosti i sljedivosti pojedinih aktivnosti. Općenito, potrebno je rješenje (alat)

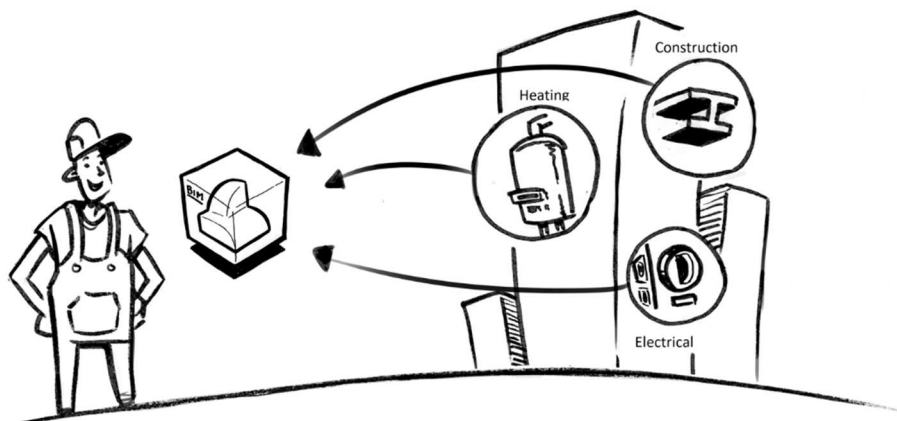
orijentirano na bazu podataka gdje su podaci pridodani imovini (građevnim dijelovima i sustavima) koja je važna za funkcioniranje zgrade. Pri tome je za jednostavnu zgradu, excel datoteka vjerojatno dovoljna. Ako je, primjerice, riječ o nešto složenijoj zgradi, ili ako se upravlja s više projekata, ako postoje planirane aktivnosti koje treba periodički provjeriti, kao i ako aktivnosti trebaju biti sljedive; trebaju se koristiti posebno razvijeni FMIS-paketi ili posebni softverski paketi za održavanje i upravljanje zgradama. Ovi paketi su obično modularni. Slijedi popis uobičajenih modula i / ili funkcionalnosti.

- Modul za planiranje periodičnog održavanja;
- Upravljanje imovinom;
- Upravljanje ugovorima;
- Upravljanje radnim nalogima;
- Registracija troškova;
- Fakturiranje;
- Satna odgovornost;
- Upravljanje ljudskim potencijalima;
- Upravljanje zalihama;
- Višegodišnje planiranje održavanja (MJOP);
- Mjerenja stanja.

Informacije o upravljanju održavanjem



Određene informacije za upravljanje i održavanje, posebno informacije o pojedinačnim dijelovima zgrade i/ili sustavima, još uvijek se mogu dobiti iz BIM modela. U fazi eksploatacije zgrade često se zahtijevaju i mnoge druge funkcionalnosti koje se zasigurno ne mogu ispuniti 3D modelom. To također nije moguće sa softverom koji se koristi tijekom izgradnje ukoliko se radi o novogradnji. 3D softver koji se koristi tijekom novog BIM procesa ima previše specifičan cilj usmjeren na izgradnju te često ne sadrži informacije potrebne kod održavanja.



Potrebne informacije s obzirom na upravljanje zgradom

Zaključak je da je u fazi održavanja i upravljanja još uvijek potreban softver koji je posebno razvijen za tu namjenu. Zato je još važnije da pojedini sudionici projekta izaberu standarde koji će omogućiti dobru razmjenu između programskih paketa i rješenja za baze podataka. Najčešći i očiti klasifikacijski standardi su NL-sfB i Cobie standardi. Unutar BuildingSMART International postoji specifična aktivnost koja je usmjerena na razvoj standarda koji je potreban tržištu za ovu namjenu.

BIM modeli su se pokazali izvrsnim alatima kada je riječ o održavanju zgrade pošto su u mogućnosti pohraniti informacije koje u sebi sadržavaju stvarne crteže i zatečeno stanje prilikom pregleda, tj. inspekcije, zgrade. Za svrhu inspekcije zgrade radi ocjenjivanja održavanja razvijene su aplikacije koje sadržavaju baze podataka u koje se unose anomalije uočene u zgradi, izravno u BIM model, te se automatski povezuju s vjerojatnim uzrocima, te se unose metode popravka i fotodokumentacija anomalije. Na taj način se može postići povećanje učinkovitosti i smanjenje vjerojatnosti pogreške. Podaci o inspekciji, spremljeni kao PDF datoteka, pohranjeni su u BIM model, što ga čini pogodnim za „savjetovanje“ prilikom buduće inspekcije.

Za potvrdu metode napravljen je studija interoperabilnosti između BIM modela i računalnog programa za vizualizaciju podataka kako bi se provjerilo očuvanje podataka prilikom učitavanja datoteka, pogotovo kod IFC tipa datoteke.

Izvešće o izvršenom inspekcijskom pregledu koje se generira pomoću računalnog programa s informacijama prikupljenim prilikom pregleda zgrade ima za cilj pomoći budućem pregledu, tj. inspekciji, zgrade. Baza podataka napravljena na ovaj način sastoji se od svih informacija prikupljenih radi održavanja zgrade. Te informacije sadržavaju anomalije, uzroke tih anomalija, rješenja poduzeta za otklanjanje anomalije i metodologiju popravka koji se odnose na pojedine elemente: vanjske zidove, unutarnje zidove, krovove itd.

Stoga, tijekom nadzora, instalater koji provodi inspekciju, prilikom uočavanja anomalije, može iz baze podataka izvući podatke o stanju elementa za vrijeme prošlih inspekcija. Nakon toga, završni izvještaj se sprema kao PDF datoteka i unosi u obliku informacije u BIM model. Model je potrebno redovito ažurirati, kako bi sadržavao sve provedene popravke i planove održavanja zgrade. Sučelje računalnog programa prikazano je na donjoj slici.

Izvešće o inspekciji mora sadržavati određene početne podatke kao što su: podaci o instalateru, datum inspekcije i karakteristike zgrade (adresa, grad u kojem se zgrada nalazi, broj etaža, godina izgradnje itd.). Većina tih informacija se odabire iz padajućeg izbornika (eng. „*ComboBox*“) što dodatno ubrzava unos podataka. Padajući izbornik je kombinacija tekstualnog okvira i liste pa se popunjavanjem tekstualnog okvira nadopunjava lista i predviđa se tekst koji se unosi.

Računalni program (aplikacija) također omogućuje dodavanje fotodokumentacije anomalije snimljene na terenu i pretvaranje datoteke u PDF format. Te informacije su jako bitne za izvešće jer omogućuju korisniku prepoznavanje anomalije, položaj, te njenu ozbiljnost. Spremanje izvešća u PDF formatu pretvara obrazac univerzalnim za dijeljenje pošto ga svatko može učitati.

Praktični savjeti

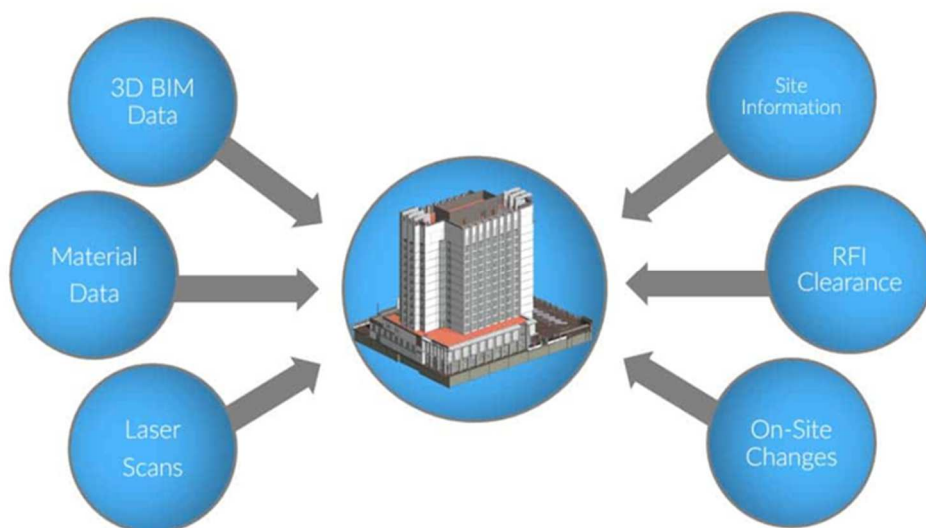
Prilikom određivanja imovine (građevnih dijelova, sustava itd) koja će se držati u sustavu upravljanja imovinom, mogu se koristiti sljedeći savjeti i kriteriji odabira:

- Na popisu upravljanja imovinom uključite samo one elemente, uređaje i opremu koja se zapravo mogu pokvariti ili na neki način mogu degradirati;
- Kao kriterij uzmite sve komponente s napajanjem ili signalnim kabelom. U svakom slučaju, uključite ih u bazu podataka imovine;
- Za velike projekte navedite tipove zamjene za uobičajene proizvode. Na primjer, neka proizvođač sudjeluje u održavanju ažurirane tablice zamjene opreme (stara → nova);
- Osigurati korištenje klasifikacijske strukture: opće prihvatljivo i prihvatljivo. Provjerite je li ova kvalifikacijska struktura prikladna za predviđeni paket održavanja i upravljanja;
- Savjesno izabrati razinu detalja održavanja pojedine imovine za koju se očekuje da će se provoditi u praksi na terenu;
- Pažljivo razmotrite omjer troškova i koristi kada je riječ o pitanju treba li / ne treba održavati određene informacije u svrhu održavanja i upravljanja;
- Odaberite paket za održavanje i upravljanje koji radi i lako je dostupan. Razmislite o ljudima koji moraju raditi s njime;
- Osigurati stručno vodstvo u uspostavljanju strukture podataka u sustavu upravljanja imovinom. Te postavke moraju biti organizirane na temelju stvarnih zahtjeva za informacijama, a pitanja koja se često pojavljuju moraju biti lako dostupna;
- Planiranje dugoročnog održavanja zahtijeva posebnu pozornost. U ranoj fazi (prije moguće procjene) razmotrite koje su to informacije potrebne za dugoročno održavanje, koja se klasifikacija koristi (nizozemski kôd NL-sfB) i koju razinu detalja to zahtijeva (je li potreban detaljan 3D model?).

2.4 BIM Model izvedenog stanja (eng. “as built”) za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrada

Model izvedenog stanja (as built model) se može definirati kao prikaz završnog stanja zgrade, a koji uključuje sve izmjene koje su se dogodile tijekom procesa građenja i koji će se koristiti za obavljanje svih intervencija tijekom korištenja određene nekretnine. Spomenute intervencije najčešće na neki način utječu na energetska učinkovitost promatranih zgrada pa je npr. potrebno u BIM model uključiti izvedene fotonaponske panele na krovu zgrade ili poboljšanje toplinske izolacije krovista ili pak s druge strane zamjenu sijalica ili rasvjetnih tijela, sustava grijanja itd.

Zbog toga izvorni BIM model nije reprezentativan u pogledu korištenja i održavanja ako se ne uskladi sa stvarnom, izvedenom zgradom. Izvedbeni model treba udovoljiti određenim zahtjevima, ali najprije mora udovoljiti (1) geometrijskim uvjetima – model mora biti reprezentativan primjer stvarnih dimenzija zgrade, te (2) mora sadržavati osnovne, bitne, informacije o samoj zgradi i njenim komponentama koje se nadopunjuju u 6D BIM okruženju. Danas se uobičajeno zapravo govori da projektanti trebaju izgraditi dva identična modela, jedan je stvarna zgrada, dok je drugi virtualni model koji sadrži razinu detaljnosti definiranu na početku projekta.



Postoji niz metoda kojima se BIM Model može približiti prikupljenim, sirovim, podacima o zgradi i njenim komponentama, a vještina izrade BIM Modela iz skupa prikupljenih podataka je neophodna kako bi se dobio što bolji izvedbeni BIM Model.

- **„BIM spreman model“** (eng. „*BIM ready*“) **iz skupa 3D laserskog snimanja skupa točaka:** Uobičajena praksa tvrtki koje se bave arhitektonskim snimanjem izvedbenog stanja zgrade je lasersko snimanje. Ova metoda kao rezultat daje skup više milijuna/milijardi točaka čije koordinate reprezentiraju stvarnu geometriju snimljene zgrade. Isti pristup laserskog snimanja skupa točaka se koristi već dugi niz godina za dobivanje što točnijih 2D CAD crteža koji se zatim koriste za simuliranje 3D izvedenog stanja zgrade. *Essential BIM* koristi lasersko snimanje od samog početka korištenja te metode, te su se razvile najbolje prakse za dobivanje jako točnih „BIM spremnih modela“.

Laserskim snimanjem se snimi cijeli 3D okoliš koji je u vidokrugu kamere. Preklapanjem više snimljenih skupova točaka (ili korištenjem novije tehnologije mobilnog snimanja) moguće je dobiti cjelokupnu 3D snimku prostora. Na taj način moguće je dobiti jako veliku razinu detaljnosti bez ponovnog posjećivanja zgrade. Investitor može zatražiti osnovnu razinu detaljnosti za većinu zgrade, te detaljnije snimanje određenih detalja koji to zahtijevaju. Tradicionalnim metodama snimanja izvedbenog stanja zgrade nije moguće dobiti reprezentativan 3D model nit potrebnu razinu detaljnosti.

- **„BIM spreman model“ iz 2D CAD crteža:** Većina zgrada izvedena prijašnjih godina sadrži 2D crteže (tlocrte) zgrade. U tim crtežima su sadržane osnovne informacije o samoj zgradi pa bi realizacija 3D BIM Modela iz tih crteža ne bi trebala biti skupa. Pošto se podaci ne moraju zasebno prikupljati, to ovu metodu čini i najbržom. U slučaju da postoji razlika između izvedenog i trenutnog stanja, tada je potrebno napraviti novi snimak prostora pa se prednosti ove metode gube. Model dobiven na ovaj način je ograničen razinom detaljnosti 2D crteža.
- **„BIM spreman model“ za tradicionalne načine prikupljanja (sirovih) podataka:** pošto je cijena laserskog snimanja jako skupa, većina tvrtki koje se bave

arhitektonskim snimanjem izvedbenog stanja zgrade koristi tradicionalne metode kako bi prikupila potrebne podatke. To uključuje i korištenje CAD crteža na terenu korištenjem prijenosnih računala koji su spojeni na sustav koji laserski mjeri i prikuplja podatke. Ti podaci se zatim koriste za izradu 3D „BIM spremnog modela“. *Essential BIM* je razvio niz modela koristeći podatke prikupljene na slične načine kako bi tvrtke sa ograničenim budžetom konkurirale većim tvrtkama koje ne koriste tradicionalne metode.

4. **„BIM spreman model“ za arhitektonske i građevinske nacрте:** većina zgrada je sagrađena koristeći nacрте pojedinih katova, te se pomoću informacija sadržanih u tim nacrtima može napraviti BIM model konačnog izvedbenog stanja (uz pretpostavku da je izvedeno stanje u skladu sa nacrtima katova). Taj se model zatim može pretvoriti u „BIM spreman model“. Taj način može biti savršeno rješenje za upravljanje projektima (eng. „*Facility Management (FM)*“) pošto se BIM model može upotrijebiti za prostorno planiranje, utrošak materijala, planiranje dolaska elemenata na gradilište...

Za postojeće zgrade, naročito zgrade spomeničke baštine, poznavanje točnog stanja i sastava ovojnice zgrade te posjedovanje točnih podloga je ključno kako bi se izbjegli problem prilikom energetske obnove zgrada. Na slici se nalaze tipični alati koji se koriste kod otkrivanja problema i definiranja točnog sastava materijala građevnih dijelova zgrada te stanja postojećih termotehničkih sustava. Na slici su prikazani (s lijeva na desno) infracrvena kamera, endoskop, sklerometar, magnetometer, radar, geofon i georadar.



Ako zgrada još nije sagrađena, tada se „BIM spreman model“ može napraviti iz nacрта kako bi se napravila vizualizacija ili animacija modela u cilju lakše prodaje imovine. BIM Model se može koristiti u ranim fazama upravljanja zgradom, uređenja unutarnjeg interijera, prostornog planiranja, uređenja okoliša... kako bi se postigla bolja cjelokupna kvaliteta zgrade za buduće stanare i radi bolje vizualizacije gotove zgrade. Izvođaču taj model koristi kako bi bolje shvatio što investitor treba, a sam model može sadržavati i gotove detalje statičkog proračuna što izvođaču dodatno olakšava posao.

Osim toga, energetske certifikate za zgrade obavezno trebaju sadržavati predložene mjere obnove koje bi poboljšale energetske učinkovitosti u zgradama. Zadovoljavanje ovog naizgled jednostavnog zahtjeva traži opsežne simulacije čiji su rezultati takvi da pokazuju smanjenje potrošnje energije za grijanje, hlađenje, proizvodnju potrošne tople vode, rasvjetu te da istovremeno daju detaljnu ekonomsku analizu mjera obnove kako bi vlasnici (upravitelji zgradama) donijeli argumentiranu odluku i kako bi ih se potaknulo da krenu u energetske obnove zgrada.

S obzirom da BIM alati nude jednostavan način ugradnje mjera energetske obnove u sam BIM model zgrade, te se omogućuje vrlo brza simulacija potrošnje energije te izrada nekoliko varijanti predloženih rješenja, jasno je da je BIM pristup jedan od boljih načina rješavanja problema utemeljenog predlaganja mjera obnove u energetskim certifikatima zgrada. BIM model koji sadrži informacije o toplinskim svojstvima vanjske ovojnice zgrada, kao i 5D informacije temeljene na cijenama pojedinih elemenata (koji se mogu integrirati u jedinstveni model) može se koristiti za procjenu ušteda određene mjere obnove kao i period povrata investicije. Za razliku od BIM-a, ukoliko se koriste tradicionalne

metode za određivanje optimalnih mjera obnove i njihovog perioda povrata investicije, radi se o zamornom procesu pokušaja i pogrešaka koji se od strane projektanata često svede na korištenje uvijek istih preporuka bez dublje analize.






Ukoliko je BIM model izvedenog stanja zgrade kvalitetno napravljen, zapravo je korištenjem BIM alata moguće provesti neograničeni broj vrlo detaljnih analiza u kratkom roku.

Razina detaljnosti / razvoja (LoD)

Projektiranje se provodi od grubog prema finim detaljima. Budući da sve informacije ne moraju biti dostupni na početku projektiranja, tada se obično kreće od grubih detalja s manje informacija. S razvojem projekta, dodavat će mu se sve više informacija te će ga one činiti sve detaljnijim. Građevinski i instalaterski sektor razvija projekte kroz različite faze projekta pri čemu svaka faza ima vlastitu razinu detaljnosti.

Razina detaljnosti (LoD) predstavlja potrebnu količinu informacija u BIM modelu koje se razmjenjuju s drugim sudionicima projekta (projektantima). Razina detaljnosti pokazuje razinu detalja, dok razina razvoja naglašava napredak BIM modela. Često korištena klasifikacija prekretnica BIM modela ima pet razina detaljnosti: LoD 100, LoD 200, LoD 300, LoD 400, LoD 500 gdje brojeke prikazuju razinu detaljnosti. Razlog za korištenje stotina u oznakama je omogućiti korisnicima da definiraju srednje razine detalja pa se u tom slučaju mogu koristiti nazivi kao što je LoD 250.

NATSPEC Nacionalni BIM vodič (razvijen u Australiji) je skup dokumenata koji se mogu koristiti za implementaciju BIM-a na projektu i daje grafičko objašnjenje o LoD definiciji. U mnogim drugim zemljama razvijena je slična klasifikacija.

LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built
				
The Model Element may be graphically represented in the Model with a symbol or other generic representation , but does not satisfy the requirements for LOD 200. Information related to the Model Element (i.e. cost per square metre, etc.) can be derived from other Model Elements.	The Model Element is graphically represented in the Model as a generic system, object, or assembly with approximate quantities, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is graphically represented in the Model as a specific system, object, or assembly accurate in terms of quantity, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is graphically represented in the Model as a specific system, object, or assembly that is accurate in terms of quantity, size, shape, location, and orientation with detailed, fabrication, assembly, and installation information . Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is a field verified representation accurate in terms of size, shape, location, quantity, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.

LOD tablica: Različite razine detaljnosti u građevinskim projektima u različitim zemljama i organizacija

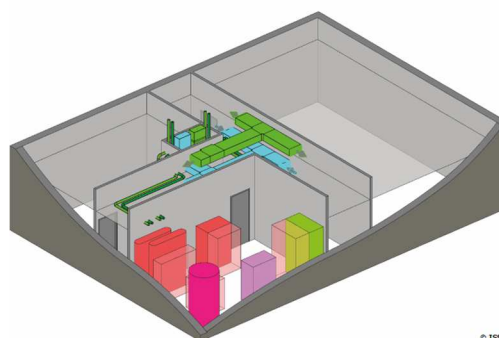
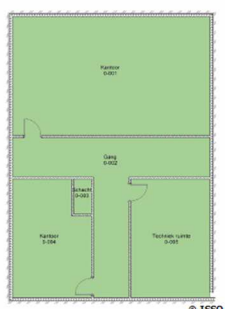
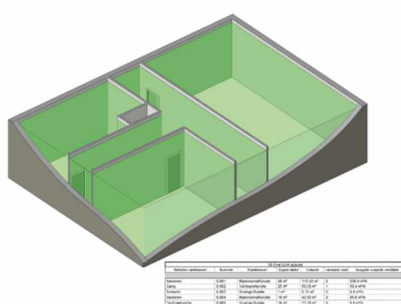
Nizozemska (tradicionalni)	RIBA	Danska	SAD (AIA)	CityGML	NEN 2699	NEN 2574
Zahtjevi	Faza 1	Razina 0	-	LoD 0 / 1	Razina 1, 2, 3	Faza 1, 2 i 3 (inicijacija, studije izvodljivosti i definiranje projekta)

Skica / projekt statike	Faza 2	Razina 1	LoD 100	LoD 2	Razina 3,4	Faza 4 (projekt statike)
Idejni projekt	Faza 3	Razina 2	LoD 200	LoD 3	Razina 4, 5	Faza 5 (idejni projekt)
Glavni projekt	Faza 4	Razina 3	LoD 250 / 300	LoD 4	Razina 4,5	Faza 6 (glavni projekt)
Ugovaranje	Faza 4	Razina 4	LoD 350 / 400	LoD 4 (evt. met ADE)	Razina 5, 6	Faza 7 (ugovaranje)
Priprema radova	Faza 5	Razina 5	LoD 400 / 450	-	-	Faza 9 (priprema radova)
Izvođenje	Faza 5	Razina 6	LoD 400 / 450	-	Razina 5, 6	Faza 10 (Izvođenje)
						Faza 11 (primopredaja projekta)
Izvedeno stanje	Faza 6	-	LoD 500	-	-	-
Korištenje	Faza 7	-	-	-	-	-
Razgradnja / rušenje	-	-	-	-	-	-

O korištenju prekretnica (milestones) u određenim fazama izgradnje unaprijed se raspravlja u građevinskom timu i bilježi u planu suradnje na projektu. Nadalje, svaka struka ne mora raditi na istoj razini detaljnosti u određenom trenutku. To ovisi o dogovoru između partnera odnosno o zahtjevima pojedinih stručnjaka. Svakako mora biti jasno svakom članu BIM tima koji u nekom trenutku isporučuje model ili dijelove modela drugim stručnjacima u projektu.

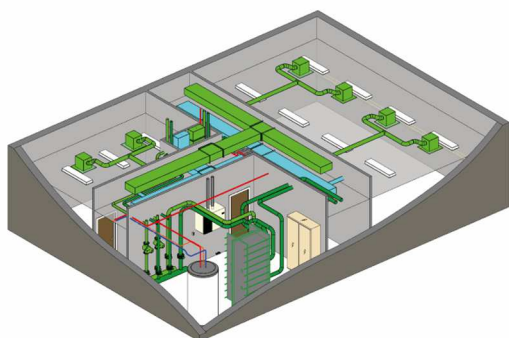
Moguće je također koristiti same prekretnice (milestones) za definiranje faza u BIM projektu. Sadašnje tržište zgrada i instalacija (još) ne koristi definiranje faza pomoću definiranja razina razvoja detalja BIM modela. Primjer različitih razina detalja tehničkog sustava nalazi se na slici

Primjer razine detalja / razvoja

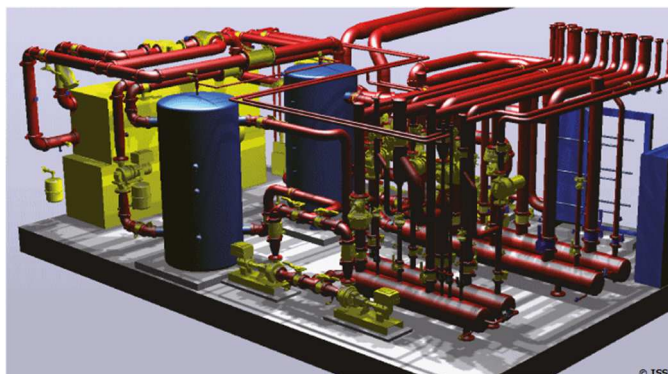


A.1 Primjer LoD 100 [15]

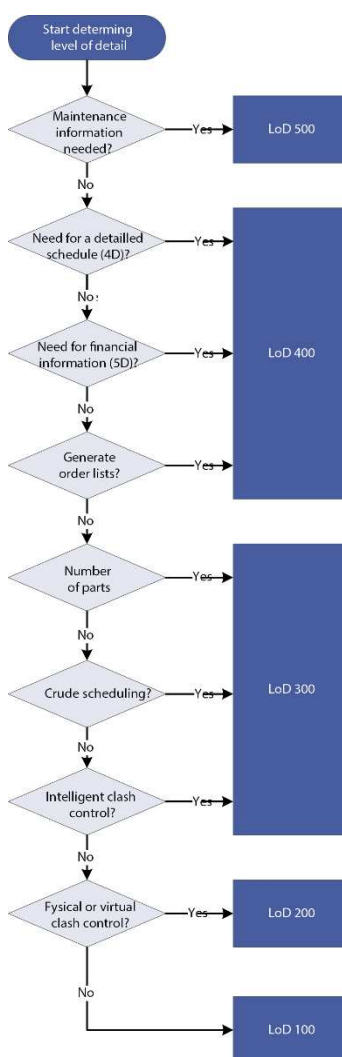
A.2 Primjer LoD 200 [15]



A.3 Primjer LoD 300 [15]



A.4 Primjer LoD 400 [16]

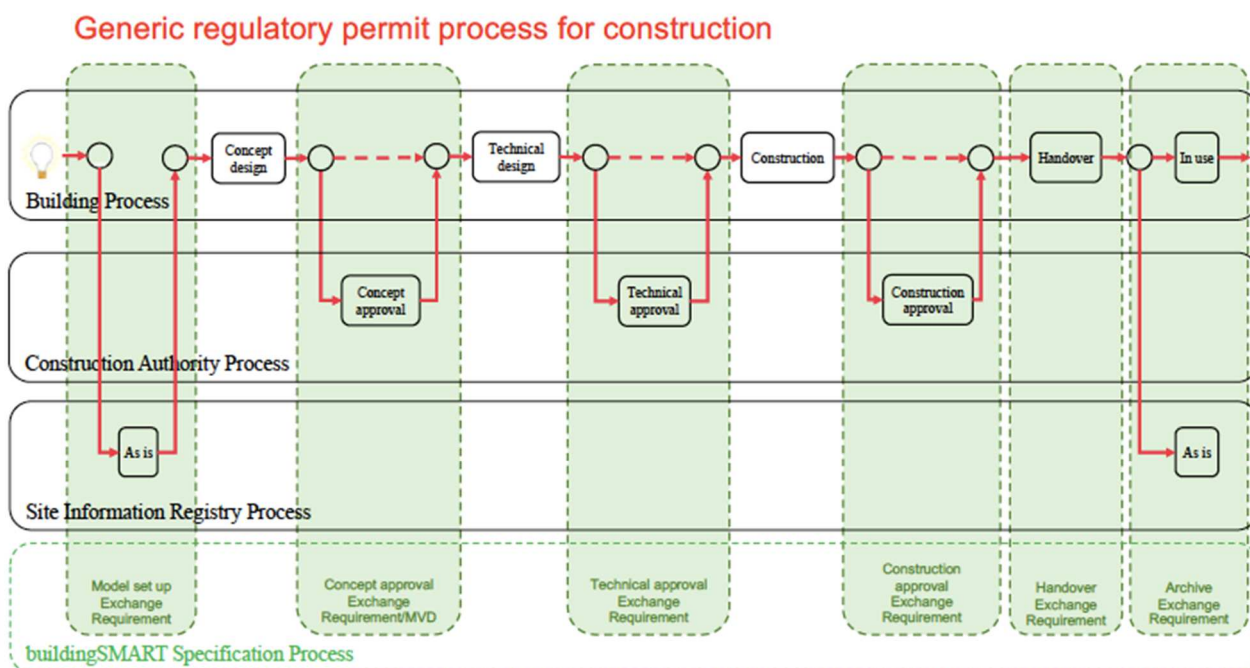


Klijent ili drugi BIM partneri možda trebaju određene izlazne podatke ili izlaz. Izlaz pritom može biti model za upravljanje i održavanje zgrade ili popis narudžbi za materijal koji se naručuje od dobavljača. Izlaz može biti i planiranje proračuna, potrošnja energije u zgradi itd. U svaku od navedenih svrha za koje se koristi, BIM model mora imati definiranu minimalnu razinu detalja potrebnu da bi se određeni zahtijevani (potrebni) izlaz mogao generirati. Potrebni izlaz je na lijevoj slici povezan s potrebnom razinom detalja koja omogućuje generiranje tog izlaza. Sa lijeve slike konzultant ili instalater može za određivanje željenog rezultata (izlaza) odrediti odgovarajuće razine detalja.

3. Modul 3 – Primjena upravljanja nabavom

3.1 Natječaj za kvalitetu i ugovore, jamstva i upravljanje promjenama

Zahtjev za korištenje BIM-a na natječaju osigurat će visoku kvalitetu i jamčiti zahtijevane rezultate u energetske učinkovitosti kako za nove tako i za postojeće zgrade. U usporedbi s tradicionalnim procesom izgradnje, BIM uvodi različite kontrole koje su korisne za praćenje ostvarivanja ciljeva energetske učinkovitosti. Važno je da i suradnici i klijenti shvate da je glavna prednost BIM procesa mogućnost suradnje među svim stranama kako bi se pronašlo najbolje zajedničko rješenje u "virtualnom svijetu". Različite provjere tijekom projektiranja zgrade, a time i faze izgradnje, zadržat će proces na pravom putu bez nesporazuma, velikih promjena i mogućih potraživanja.



Slijedeći gornju shemu tijekom preliminarne faze projekta, bit će važno definirati najbolja rješenja na temelju informacija o lokaciji gradnje. Klimatsku zonu, prisutnost drugih zgrada, koje bi mogle utjecati na potrošnju energije u predmetnoj zgradi ili pak zasjenjivati fotonaponske ili solarne panele, treba pažljivo procijeniti kako bi se pronašlo optimalno rješenje. Kontrola idejnog projekta osigurat će ispunjenje glavnih zahtjeva nacionalnog i lokalnog zakonodavstva. Korištenje BIM modela olakšat će analizu i neiskusnim ljudima, a prije definiranja dogovorenog tehničkog rješenja mogu se istražiti različita rješenja.

Prije početka faze izgradnje, kontrola vremena i troškova može se procijeniti pomoću BIM 4D, BIM 5D i BIM 6D alata kako bi se osiguralo da će planirani rad biti završen na vrijeme uz predviđene troškove i planirane energetske performanse.

Tijekom faze izgradnje kontrolor treba osigurati da je BIM model točan blizanac stvarne zgrade, odnosno da se izrađuje BIM model izvedenog stanja, koji će se koristiti za upravljanje zgradom nakon što se provede primopredaja.

Kako bi se ostvarili predviđeni ciljevi, procesom nabave se mora upravljati na ispravan način. U nastavku su definirana neka opća načela.

Sve strane uključene u proces nabave će se ponašati prema sljedećim standardima:

- ✓ Iskrenost i pravednost: stranke će provoditi sve nabave i poslovne odnose pošteno i pravedno te izbjegavati svaku praksu koja jednoj strani daje nepravilnu prednost nad drugom;
- ✓ Odgovornost i transparentnost: proces dodjele ugovora bit će otvoren, jasan i branljiv te se niti jedna strana ne smije uključiti u dosluh, skrivenim provizijama i drugim antikonkurentnim ponašanjem.
- ✓ Nema sukoba interesa: stranka sa sukobom interesa izjavljuje i rješava taj interes čim je sukob poznat toj strani.
- ✓ Vladavina prava: stranke će se pridržavati svih zakonskih obveza.
- ✓ Bez protutržišne prakse: stranke se neće baviti praksama koje su protutržišne.
- ✓ Namjera za nastavak: stranke ne bi trebale tražiti ili dostavljati ponude bez čvrstog cilja i sposobnosti da nastave s ugovorom.
- ✓ Suradnja: stranke će održavati poslovne odnose na temelju otvorene i učinkovite komunikacije, poštovanja i povjerenja, te usvojiti ne-suparnički pristup rješavanju sporova.



Preuzmite besplatni priručnik s najboljim primjerima za provođenje nabave i ugovaranja

U međunarodnim građevinskim projektima, standardna je praksa da Naručitelj zatraži jamstva za osiguranje radova Izvođača. Najčešća jamstva su:

- **Jamstvo za ozbiljnost ponude (ponudbeno)** je odobrena u korist Poslodavca kako bi se osiguralo da Izvođač / Ponuditelj pravilno ispunji svoje obveze ili tijekom faze natječaja ili nakon toga. Posebno, jamstvo za ozbiljnost ponude jamči da (i) Izvođač se ne odustane od svoje ponude prije isteka razdoblja prihvatanja ponude od strane Poslodavca ili (ii) Izvođač ispunjava obvezu potpisivanja ugovora - ako mu je dodijeljen - ili (iii) Izvođač ne odustaje od izdavanja jamstava predviđenih u ugovoru nakon dodjele ugovora (na primjer, pružanje jamstva za dobro izvršenje).
- **Jamstvo za povrat avansa** izdaje se kako bi se osiguralo da će svaki iznos koji je unaprijed uplaćen Izvođaču prije početka radova biti uredno vraćen Naručitelju do završetka radova. Naručitelj obično plaća Izvođaču (nakon potpisivanja ugovora) iznos koji obično iznosi oko 10% cijene ugovora. Predum Izvođač koristi za pokretanje postupka nabave i / ili mobilizacije. Obično je mehanizam da se predum otplaćuje natrag naručitelju tijekom izvršenja projekta putem odbitaka za svako privremeno plaćanje Naručitelja. Ako avansno plaćanje nije vraćeno (na primjer, jer je ugovor raskinut prijevremeno), Poslodavac će dobiti povrat otplate koji još nije vraćen pozivom na jamstvo za povrat avansa.
- **Jamstvo za dobro izvršenje posla** je jamstvo koje osigurava Naručitelja u slučaju da Izvođač ne dovrši (ili ne uredno i/ili pravovremeno dovrši) opseg radova prema ugovoru. Ako Izvođač prekrši određene obveze, Poslodavac će imati pravo naplatiti jamstvo (u cijelosti ili djelomično ovisno o različitim okolnostima) ako se prekršaj nije otklonio ili ga nije moguće otkloniti.

- **Jamstvo za otklanjanje nedostataka u jamstvenom roku** osigurava Naručitelja od neuspjeha Izvođača da otkloni bilo kakve nedostatke u radovima koji bi se mogli pojaviti tijekom jamstvenog roka radova prema ugovoru. Ako Dobavljač neće popraviti bilo kakve nedostatke tijekom jamstvenog razdoblja ili pravovremeno neće poštivati svoje obveze jamstva, tada će Poslodavac imati pravo naplatiti jamstvo.

Dvije su glavne kategorije jamstava u građevinskim ugovorima, (A) zadano jamstvo i (B) jamstvo na zahtjev:

- **Zadano jamstvo:** poznato i kao “uvjetno jamstvo”, će se platiti kada je Naručitelj dokazao da je Izvođač prekršio uvjete i odredbe ugovora. Jamac može zauzvrat podnijeti bilo kakav prigovor koji Izvođač može podnijeti protiv naručitelja na temelju ugovora o građenju;
- **Jamstvo na zahtjev:** s druge strane, jamstvo na zahtjev može se pozvati na jednostavnu potražnju od strane Poslodavca koji ne mora dokazati prekršaj Izvođača. Ni Jamac niti izvođač ne mogu podnijeti prigovor (na temelju ugovora o osnivanju) kako bi spriječili naplatu jamstva na zahtjev (iako postoje određeni slučajevi u kojima se obveznica ne može platiti, npr. u slučaju lažnog poziva od Naručitelja). Ukoliko ne postoji povezanost između ugovora i jamstva, uglavnom se radi o jamstvu na zahtjev.

Ponudbeni dokumenti i ugovor o građenju uglavnom pružaju informaciju o vrsti i iznosu obveznica koje Izvođač mora pružiti.

Tekst koji se koristi je presudan i preporuča se da barem ugovor sadrži pojedinosti o jamstvima, kao npr. u kojim okolnostima i pod kojim uvjetima svaka od obveznica može biti aktivirana od strane Naručitelja. To zapravo može izbjeći većinu sporova koji se obično javljaju u vezi s aktiviranjem jamstava od strane Naručitelja.

Obično se navodi u samoj obveznici i događa se da zakon koji uređuje obveznicu može biti različit od zakona koji uređuje ugovor o gradnji. To se događa osobito u slučaju kada je obveznica osigurana od strane međunarodne banke ili jamstvenog društva.

Ako nema izričitog upućivanja na zakon koji regulira obveznicu, obično jamstvo je regulirano zakonom zemlje u kojoj je jamac koji je izdalo jamstvo. Međutim, poželjno je utvrditi da je vladajući zakon izričito naveden u obveznici i da se savjetuje od lokalnog savjetnika.

3.2 Zelena javna nabava (Održiva javna nabava)

Projektanti i graditelji, koji žele poboljšati energetske učinkovitost zgrade, moraju razmotriti cjelokupni životni vijek bilo kojeg predmeta koji se koristi u zgradi. Na primjer, drvo će imati manji utjecaj na okoliš od betona, osobito ako drvo potječe iz lokalnih šuma. Lokalno proizvedenim proizvodima treba dati prednost u odnosu na proizvode koji dolaze iz velikih udaljenosti i tako dalje. Zelena nabava obavezuje javnu upravu da uzme u obzir korištenje zelenih proizvoda u javnim natjecanjima. To je razlog zašto bi profesionalci trebali znati direktivu o zelenoj nabavi i trebali projektirati zgrade imajući na umu cjelokupni učinak proizvoda, a ne samo procjenu potrošnje energije tijekom korištenja zgrade. BIM dopušta korištenje BIM objekata koji mogu sadržavati i podatke o utjecaju na okoliš kako bi se olakšalo biranje proizvoda u bilo kojim okolnostima. Utjecaj proizvoda na okoliš se zapravo može promijeniti ovisno o lokaciji gradnje zbog potrebe da se preferiraju lokalno proizvedeni proizvodi. Danas su, posebno za izolacije, razvijeni i promovirani lokalni prirodni proizvodi kao što su ovčja vuna ili proizvodi nastali od sekundarnih proizvoda poljoprivredne proizvodnje itd.

Zelena javna nabava (GPP) (eng. „Green public procurement“) je koristan alat za postizanje ciljeva zaštite okoliša koji se odnose na klimatske promjene te na korištenje obnovljivih izvora energije – javni sektor je većinski potrošač energije građevinskog sektora u Europi. Minimalni zahtjevi za potrošnjom energije trebaju se ispuniti i u javnim zgradama, a ti zahtjevi su zajednički svim državama Europske unije. Od siječnja 2019. godine sve nove zgrade javnog sektora moraju biti zgrade gotovo nulte energije (nZEB) prema Direktivi Europske unije 2010/31/EU o energetske učinkovitosti zgrada.

U njoj su postavljeni obavezni zahtjevi koje je potrebno ispuniti kod energetske obnove postojećih i izgradnje novih zgrada javnog sektora. Zelena javna nabava se odvaja od načela i aktivnosti klasičnog sprječavanja onečišćenja. Ona uspoređuje cijene, tehnologije, kvalitetu i ekološki utjecaj proizvoda, održavanja ili ugovaranja – poznato i pod nazivom „Zeleni potrošači“ ili „Zelena javna nabava“ (eng. „*Green or Environmental purchasing*“). Programi Zelene javne nabave mogu biti jednostavni kao i korištenje obnovljivih izvora energije ili recikliranje uredskog papira, a mogu biti i detaljniji pa uključivati i ekološke zahtjeve za dobavljače i izvođače. „Zeleni“ proizvodi ili usluge koriste manje sredstava, te su projektirani kako bi trajali duže vremena i smanjili negativne ekološke utjecaje kroz cjelokupni životni vijek zgrade. Osim toga, „zeleni“ proizvodi ili usluge imaju manje negativnog utjecaja na zdravlje ljudi pa kao takvi imaju strože sigurnosne standarde. Neki od tih proizvoda ili usluga imaju veće početne troškove, ali se njihova isplativost očituje kroz životni vijek zgrade. Prije implementacije programa zelene javne nabave potrebno je analizirati trenutna pravila, te izvršiti njihovu procjenu. Procjena životnog vijeka zgrade zbog okolišnih uvjeta je nužna, te je potrebno razviti kriterije koji se odnose na zaštitu okoliša i prema njima donositi odluke o kupovini i ugovaranju. Ishod tog procesa je certifikat zelene javne nabave (eng. „*Green purchasing policy*“) koji je potrebno redovito produživati, te se on integrira u ostale organizacijske planove, programe i politike. Certifikat uključuje prioritete, ciljeve s datumima za njihovo ostvarivanje, raspodjelu odgovornosti, te plan komuniciranja i unaprjeđenja zelene javne nabave. Politike i programi zelene javne nabave mogu smanjiti ukupne troškove i generirani otpad, te povećati učinkovitost korištenih resursa. Mogu pozitivno utjecati na proizvodnju, cijene, dostupnost usluga, proces organizacije... također mogu i pomoći u ispunjenju zahtjeva međunarodnih ugovora kao što su Kyoto Protokol ili Rotterdamska konvencija. Međunarodna organizacija za standardizaciju je, uz suradnju sa drugim svjetskim organizacijama, razvila smjernice za program zelene javne nabave.

Korištenje 5D BIM-a s prikladnim LOD-om smanjit će količinu otpada jer se svaki proizvod koji se koristi u konstrukciji ispravno procjenjuje te se može planirati njegovo krojenje.

Moguće je preuzeti "Priručnik o zelenoj nabavi", koji je Europska komisija objavila 2016. na ovom [link-u](#).

Prepreke provedbe programa zelene javne nabave uključuju: nepostojanje lako nabavljivih proizvoda prihvatljivih za okoliš, skupe alternative zelenoj javnoj nabavi, netočnost prikupljenih informacija, nedostatak organizacijske podrške i netočne ili prekrivene štetne posljedice na okoliš uzrokovane proizvodnjom ili dobavljanjem.

Korištenje BIM knjižnice (BIM library) koja sadrži certificirane proizvode osigurati će pouzdanost korištenih podataka, dok će korištenje dobrovoljne certifikacije zelenih proizvoda (BREEAM, LEED, DGNB, itd.) svakako promovirati i povećati korištenje zelenih proizvoda.

Zakonodavstvo, organizacijski postupci, direktive, sustavi upravljanja okolišem i međunarodni sporazumi često zahtijevaju od institucija implementaciju programa zelene javne nabave.

Norme (Normativi) imaju velik utjecaj na dizajn proizvoda, te na procese. Mnoge norme uključuju okolišne čimbenike kao što su korišteni materijali, potrošnju energije i vode, te trajnost korištenih sustava. Jasno definiranje pojedinosti koje je potrebno zadovoljiti ostvaruje se pozivanjem na norme koje sadrže tražena obilježja. Direktive o nabavi pozivaju se na europske, međunarodne i svjetske norme (te na razne druge norme) kako bi se jasno definirale pojedinosti o zelenoj javnoj nabavi. Kada se poziva na normu potrebno je navod popratiti riječima „ili ekvivalentna norma“ (eng. „*or equivalent*“). To znači da se dokaz sukladnosti može postići korištenjem te norme ili njoj ekvivalentne norme. Dokazivanje sukladnosti može biti ili u obliku izvješća ili certifikata koje mora biti izdano od strane ovlaštene organizacije ili osobe. Ponuditelj se također može, u slučaju nemogućnosti nabavljanja potrebne dokumentacije u predviđenom vremenu, za dokazivanje sukladnosti, poslužiti tehničkim listom proizvođača. Ugovorno tijelo mora zatim utvrditi sukladnost sa normama.

S obzirom na ekološku, gospodarsku i društvenu važnost građevinskog sektora, mnoge javne vlasti naginju prema održivoj gradnji. Najznačajniji utjecaji na okoliš odnose se na potrošnju energije u periodu korištenja zgrade. Ostali važniji čimbenici koje treba uzeti u obzir su ugrađeni materijali, kvaliteta unutarnjeg zraka, potrošnja vode, korištenje zemljišta, te otpad generiran u fazi izgradnje.

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) izjavila je da:

Zrak koji udišemo može biti zagađen emisijama iz motornih vozila, industrije, grijanja i komercijalnih izvora (na otvorenom), kao i duhanskog dima i goriva za kućanstva (u zatvorenom prostoru).

- Samo u europskoj regiji WHO izloženost česticama (PM-particulate matter) smanjuje očekivano trajanje života svake osobe u prosjeku za gotovo godinu dana, uglavnom zbog povećanog rizika od kardiovaskularnih i respiratornih bolesti i raka pluća.
- Nadalje, nedavna studija koja je koristila podatke iz 25 gradova u Europskoj uniji procijenila je da se očekivano trajanje života može povećati do približno 22 mjeseca u najzagađenijim gradovima ako je dugoročna koncentracija PM_{2,5} smanjena na godišnju razinu definiranu smjernicama WHO-a.
- Podaci WHO-a (ENHIS - Environment and Health Information System), koji obuhvaćaju 357 europskih gradova u 33 zemlje, pokazuju da je u 2009. gotovo 83% stanovništva u tim gradovima bilo izloženo razinama PM₁₀ koje prelaze razine definirane u smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije. Iako je taj udio još uvijek visok, predstavlja poboljšanje u odnosu na prethodne godine, budući da su se prosječne razine PM₁₀ u posljednjem desetljeću polako smanjivale u većini zemalja.
- Oko 40 milijuna ljudi u 115 najvećih gradova u Europskoj uniji (EU) izloženo je zraku koji premašuje referentne vrijednosti za kakvoću zraka za najmanje jedan zagađivač. Djeca koja žive u blizini cesta s prometom teških teretnih vozila imaju dvostruko veći rizik od respiratornih problema kao i oni koji žive u blizini manje prometnih ulica.
- Neizravni učinci onečišćenja zraka, kao što su klimatske promjene, postaju sve očitiji. Promet je najbrže rastući izvor emisije ugljičnog dioksida (CO₂), koji najviše doprinosi klimatskim promjenama.
- Onečišćenje ozonom uzrokuje poteškoće s disanjem, izaziva simptome astme, uzrokuje bolesti pluća i srca, a prema statistikama povezano je s oko 21 000 prijevremenih smrti godišnje u regiji.
- Zagađenje zraka u zatvorenom prostoru od bioloških agenasa povezano s vlagom i plijesnima koje se razvijaju povećava rizik od respiratornih bolesti kod djece i odraslih za 50%.
- Pasivno pušenje uzrokuje teške respiratorne zdravstvene probleme u djece kao što su astma i smanjena funkcija pluća. Također uzrokuje bolesti pluća, kardiovaskularne bolesti, rak i preranu smrt odraslih osoba.

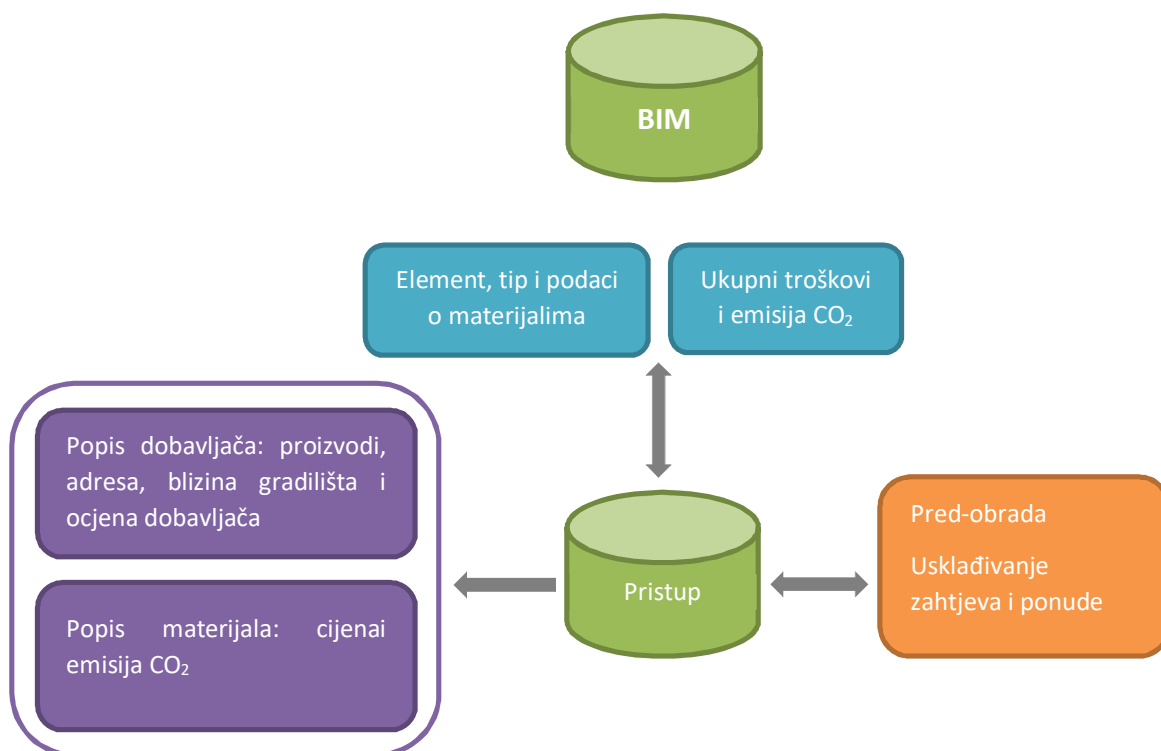
Zgrade su vrlo složeni sustavi koji se sastoje od brojnih elemenata, a međusobna povezanost tih elementima utječe na sveukupno ponašanje zgrade i kvalitetu zraka u zgradi. Pristup zelene javne nabave ima za cilj riješiti utjecaj na okoliš zgrade kao cjeline, te njezinih pojedinih komponenata. Kako bi se dobila cjelokupna slika utjecaja zgrade na okoliš savjetuje se korištenje specijaliziranog alata. Kriteriji zelene javne nabave u Europskoj uniji posebno se odnose na javne zgrade (dodatni kriteriji su dostupni za izgradnju komponenti zgrade – opreme) i obuhvaćaju sljedeće aspekte:

- ✓ Uključenje kriterija za odabir projektnih menadžera, arhitekata i inženjera radi stjecanja iskustva u projektiranju održivih zgrada, te uključenje izvođača radi primjene projektnih rješenja i specifikacija.
- ✓ Određivanje minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti koji udovoljavaju zahtjevima EPBD direktive.
- ✓ Uključenje mjera za poboljšanje i osiguranje visoke učinkovitosti u svakoj fazi procesa nabave. Dodjeljivanje dodatnih bodova za projekte koji su ispunili više od minimalnih zahtjeva.
- ✓ Uključenje kriterija za smanjenje utjecaja odabranih materijala na okoliš, te na korištene resurse (oni se mogu uključiti u fazi procjene životnog vijeka zgrade).

- ✓ Davanje prednosti projektima koji u koriste sustave visoke energetske učinkovitosti ili obnovljive izvore energije.
- ✓ Stavljanje većeg fokusa na kvalitetu unutarnjeg zraka, prirodno osvjetljenje, udobnu radnu temperaturu i korištenje odgovarajućeg ventilacijskog sustava.
- ✓ Zahtijevanje uporabe uređaja za uštedu vode (zelena javna nabava daje dodatne kriterije za sanitarnu vodu).
- ✓ Instaliranje mehaničkih i elektroničkih sustava za smanjenje potrošnje energije, vode, te otpada generiranog u zgradi (vrijedi i za upravitelje zgrada i za stanare).
- ✓ Uključenje ugovorne klauzule vezane uz instalaciju energetskih sustava, te njihovo puštanje u pogon, zbrinjavanje otpada i materijala, te kontroliranje unutarnje kvalitete zraka.
- ✓ Davanje ugovorne odgovornosti za obuku korisnika zgrade o održivoj energiji, te o obavezi praćenja i upravljanja potrošnjom energije godinama nakon izgradnje zgrade.

3.3 Odabir materijala i proizvoda korištenjem BIM-a

Odabir materijala i proizvoda osjetljiv je proces, obično ovisan o brojnim čimbenicima, koji mogu biti povezani s troškovima ili utjecajem na okoliš. Ovaj proces postaje složeniji kada se projektanti suočavaju s nekoliko opcija odabira materijala za pojedine elemente zgrade kao i nekoliko različitih dobavljača. Pritom kriteriji odabira mogu utjecati na proračun ali i ekološke zahtjeve projekta.



Tijekom posljednjih nekoliko godina došlo je do sve većeg razumijevanja potrebe za projektiranjem zgrada koje su i jeftine i ekološki prihvatljive. Ekološke posljedice takvih projekata uključuju smanjenje emisije ugljičnog dioksida u okoliš, smanjenje utjelovljene energije u zgradama i poboljšanje kvalitete zraka u zatvorenom prostoru. Kako bi ispunili

ciljeve projekta, projektanti se obično suočavaju s izazovom odabira najprikladnijeg materijala i proizvoda iz različitih opcija ili alternativa.

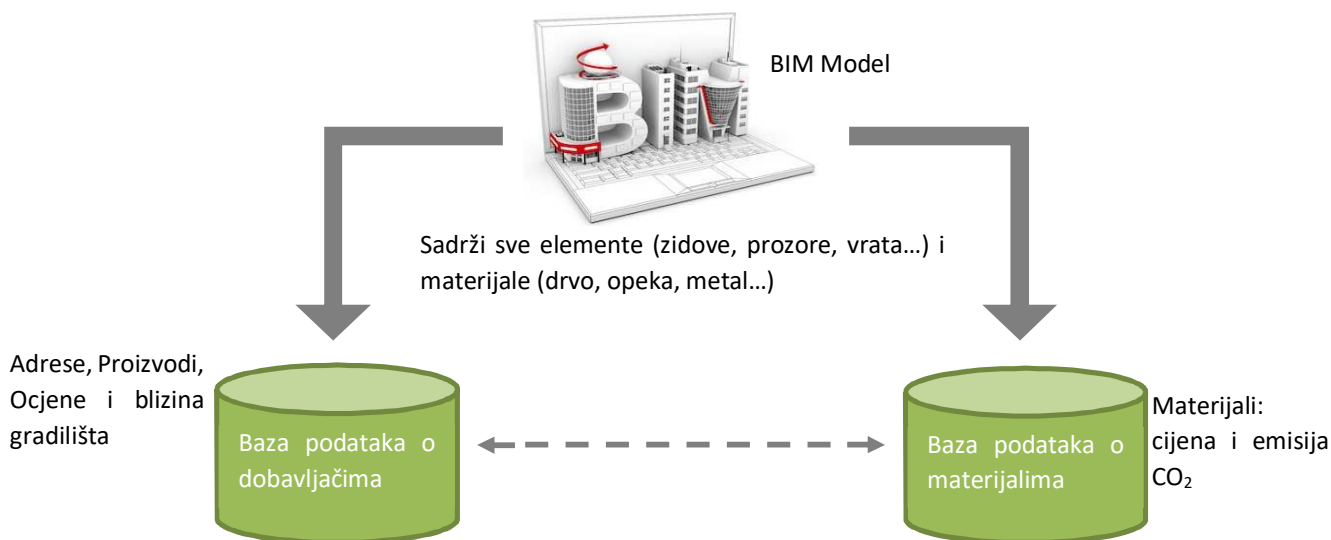
Ova odluka postaje složenija kada različiti dobavljači mogu dostaviti svaku opciju zahtijevanih materijala i proizvoda. Osim toga, ocjena svakog dobavljača može imati različite doprinose proračunskim i ekološkim zahtjevima projekta u smislu mjera ili kriterija kao što su cijena, kvaliteta materijala i usluga. Poznato je da građevinski materijali čine oko 50% ukupnih troškova izgradnje, a istraživanja su pokazala da na ove troškove snažno utječu kriteriji odabira dobavljača. To je analogno projektima zelene gradnje, koje također karakteriziraju kriteriji kao što su blizina gradilišta i održivi materijali. Međutim, malo je učinjeno kako bi se shvatilo kako težinski faktori postavljenih kriterija odabira mogu utjecati na donošenje odluka u odabiru materijala. Nadalje, istraživanja su pokazala da bez uključivanja dobavljača, donošenje odluka može biti daleko od optimalnog.

Istraživanje o odabiru dobavljača razvilo se od razine gdje je jedini kriterij bio trošak do razine kada odabir dobavljača ovisi o više kriterija. Ovisno o tome koliko je svaki od kriterija važan projektantu, to može utjecati na proračun projekta ali i utjecaju projekta na okoliš. Na primjer, ako je kvaliteta materijala od veće važnosti za projektanta, trošak materijala i projekta bit će veći, a ako je dobavljač odabran po niskoj cijeni, drugi kriteriji kao što su kvaliteta materijala, udaljenost i ekološka pitanja može biti nezadovoljavajuće. Posljedica odabira jeftinog materijala može biti povećanje ukupnih emisija CO₂ i troškova transporta.

Izvođači često vode bazu podataka o ocjenjivanju uspješnosti dobavljača u određenom vremenskom razdoblju. Najprikladniji dobavljač obično se bira na temelju procjene kriterija ili čimbenika, čiji pojedinačni težinski faktori mogu utjecati na troškove i ekološke aspekte svake opcije.

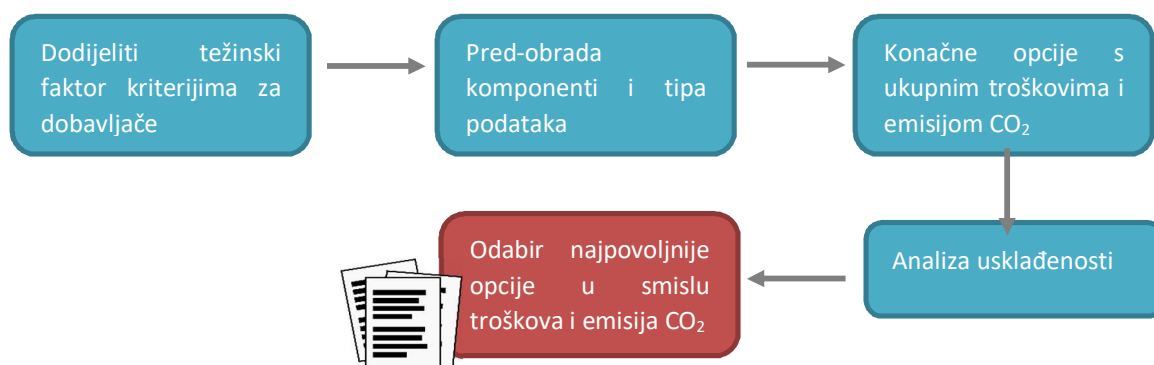
Pri odabiru proizvoda također treba razmotriti trošak na kraju životnog ciklusa. Informacije o mogućnosti ponovne uporabi ili recikliranju treba pažljivo pohraniti u bazu podataka BIM modela kako bi vlasnik mogao koristiti te informacije prilikom otpisivanja opreme / materijala na kraju njihovog životnog ciklusa.

Pregled toka informacija između različitih primjena u predloženom okviru prikazan je na sljedećoj slici:



Koraci modela i uloga aplikacija objašnjeni su u nastavku:

1. **Korak 1 - BIM modul, definicija građevnih elemenata i svojstava:** Elementi građevine su definirani u ovoj fazi a tip svakog elementa se određuje na temelju materijala od kojeg je element izrađen. Druga svojstva definirana u ovoj fazi uključuju alternative za svaki materijal, elemente koji će biti uključeni u simulaciju i elemente koje treba uzeti u obzir za analizu. Bilo koji BIM alat može omogućiti definiranje elementa i materijala unutar projektantskih modela. U nekim arhitekturama specifičnih BIM alata, kada su definirani građevinski elementi, materijali se također mogu definirati kao dio svojstava elemenata. Međutim, budući da projektant može biti zainteresiran za razumijevanje ukupnih troškova i emisije ugljika više varijanti korištenih materijala, alternative materijala mogu biti ugrađene u svojstva elemenata kao zasebni parametri. Upotreba lokalnih i recikliranih građevinskih materijala dokazala je prednost u smislu smanjenja emisija ugljičnog dioksida i proizvodnje zdravijih zgrada, uz jačanje lokalnog gospodarstva.
2. **Korak 2 - BIM-Microsoft Access baza podataka:** popis materijala i njihovih troškova, emisija CO₂ i informacije o dobavljačima sadržane su u dvije odvojene tablice unutar Microsoftove Access baze podataka (mogu se koristiti i druga rješenja). Izvođači obično vode evidenciju o dobavljačima kao što su adrese, materijali koje isporučuju i ocjene izvedbe. Uz ove informacije, tablica s podacima o dobavljaču sadržavat će i blizinu svakog dobavljača lokaciji gradilišta. Blizina se dobiva izračunavanjem udaljenosti vožnje između adrese svakog dobavljača i gradilišta pomoću sustava mapiranja web lokacija kao što je Google Maps. Druga tablica sadrži popis građevinskih materijala, njihovu cijenu i emisiju CO₂ koje se može dobiti iz objavljenih inventara ugljika i ugrađene energije. Sadržaj baze podataka i ulazi definirani u stupnju 1 bit će ulazi u analizu usklađenosti proizvoda sa zahtjevima projekta. Važno je filtrirati i rasporediti ove ulazne parametre na takav način da ga algoritam usklađenosti može iskoristiti. To se može učiniti pomoću dodataka. Većina BIM softvera ima mogućnost povezivanja ili integraciju s vanjskim aplikacijama. Pluginovi se mogu razviti za ekstrahiranje ulaza definiranih u fazi 1 i baze podataka. Plugin nudi cjenike za npr prozore i vrata koje preuzima iz internetskih resursa.
3. **Korak 3 – Optimizacija analize usklađenosti proizvoda:** uz korištenje kriterija usklađenosti, potrebna definicija kao i tolerancije
4. **Korak 4 - BIM modul, odabir najprikladnije opcije:** cilj ovog BIM modula je predstaviti vrhunskom projektantu različite opcije dizajna i njihove troškove te emisije CO₂. Svaki projekt će imati različite kombinacije materijala, pri čemu projektant može vizualizirati različite opcije ukupnih troškova i emisija CO₂, a sve naravno ovisi o postavljenim kriterijima i težinskim faktorima odlučivanja ovisno o definiranim ciljevima projekta.



Nakon optimizacije analize usklađenosti proizvoda sa zahtjevima projekta, projektant može odabrati između nekoliko varijanti onu najpovoljniju u smislu troškova i emisija CO₂.



Preuzmite prijedlog modela analize usklađenosti proizvoda sa zahtjevima projekta za odabir optimalnog

3.4 Izobrazba o korištenju BIM-a u energetskej učinkovitosti

Kad arhitektonske i inženjerske tvrtke govore o izobrazbi za BIM, one često zapravo podrazumijevaju izobrazbu i usavršavanje njihovih stručnjaka (ljudi koji kontinuirano koriste BIM alate (softvere)) i koji žele ili trebaju imati sve najnovije informacije i biti u koraku s najnovijim tehnološkim razvojem. Problem se događa s inženjerima i arhitektima te voditeljima projekata koji ne koriste redovito BIM već se povremeno (na nekom od projekata) zahtjeva korištenje BIM-a. Takvi inženjeri, arhitekti i voditelji projekata također trebaju imati i održavati svoje kompetencije (znanje, vještine i autonomnosti) u BIM-u s ciljem učinkovitog rada i komunikacije s ostalim članovima projektnog tima. Dodatno, u situaciji kada osobe specijalizirane za energetskej učinkovitost trebaju primjenjivati BIM, svakako trebaju proći određenu izobrazbu s temama koncentriranim na BIM i iskazivanje njegovih prednosti u području energetskej učinkovitosti. Ovo poglavlje daje osam najvažnijih savjeta kako je moguće održavati znanje i vještine u BIM-u i za osobe koje ga rjeđe koriste.

- **Postaviti dobro definirane ciljeve:** svaki uspješni program ima dobro definirane ciljeve, neovisno da li se radi o sudionicima s prethodnim velikim znanjem ili početnicima, potrebno je definirati ciljeve koji se žele postići te ih kvalitetno prilagoditi skupini koja je na izobrazbi.
- **Pametno odabrati teme:** jedan od najtežih izazova je u tome što najčešće treba pokriti puno različitih tema ili u tome što je područje preširoko, za vremenski okvir u kojem se predviđa da će izobrazba trajati. Zbog toga je potrebno odlučiti koje su kritične teme da se dublje obrade, a koje su teme one koje je moguće na brži i lakši način obraditi s referencama na dodatnu literaturu ili slijedeće specijalizirane izobrazbe.
- **Pametno planirati raspored:** potrebno je odlučiti kada će se provesti izobrazba, koliko će ona trajati i na koji način će se provesti (dugotrajni programi izobrazbe, e-učenje, radionice, diskusije,...)
- **Efekt predavanja:** Biti svjestan da serija predavanja bez sudjelovanja i diskusije najvjerojatnije neće imati željeni efekt. Kako bi najviše zapamtili, ljudi trebaju biti uključeni, te se stoga predlaže među predavanja uključiti i diskusije, praktične radionice s BIM alatima itd.
- **Uključite polaznike:** uključite polaznike u kreiranje sadržaja radionica, uključite pojedince da iskažu svoje mišljenje tijekom grupnih diskusija te potičite ostale sudionike da postavljaju pitanja. Na taj način daje se ljudima osjećaj dublje pripadnosti i povezanosti s izobrazbom. Pomaže također ako se podsjeti sudionike zašto sudjeluju na izobrazbi.
- **Prethodno znanje:** Imajte na umu da je moguće da netko od polaznika ima određeno predznanje, a s druge strane da dio polaznika nema nikakvo predznanje. Zbog toga je potrebno prilagoditi teme i sadržaj da se omogući jednolika mogućnost sudjelovanja cijeloj grupi, ili pak ukoliko je cilj izobrazbe duboki ulazak u temu, najbolje je podijeliti grupu na dvije grupe (stručnjake i početnike) te na taj način provesti izobrazbu. Dodatno, može se iskoristiti situacija miješane grupe da se polaznike s dobrim predznanjem koristi kao "pomoćnike" na način da ih se uključuje u rasprave, zamoli da pomognu početnicima u pojašnjavanju određene teme itd.

- **Izobrazba na zahtjev:** iako je stvaranje bilo kojeg programa izobrazbe (pa tako i onog za BIM) zahtjevan posao, jednom kada je on spreman, njegovo ponavljanje je puno lakše. Ukoliko postoje osobe zainteresirane za specifičnu temu, moguće je vrlo brzo prilagoditi izobrazbu tom specifičnom zahtjevu. Dodatno, ukoliko je program izobrazbe spreman, ne treba robovati postavljenim vremenskim ograničenjima, on se može prilagoditi vremenskim trajanjem razini znanja korisnika ali i vremenskim ograničenjima pojedinih sudionika izobrazbe (termini održavanja, ostale obveze itd.)
- **Kontinuirano učenje:** Promovirati kontinuirano učenja zbog toga što bez kontinuirane izloženosti informacijama ili kontinuiranog korištenja, znanja i vještine mogu atrofirati. Isto se događa s BIM-om, ako ga ne koristite kontinuirano, sasvim je prirodno da zaboravite naučeno, ili s druge strane zbog intenzivnog razvoja tehnologije zaostanete na razini upotrebe koja je zastarjela.
- **Nakon završene izobrazbe:** nakon što je izobrazba završila, pokušajte uključivati čak i povremene korisnike u diskusije i sastanke na kojima sudjeluju napredni korisnici. Uključenost će rezultirati povećanim zanimanjem i potrebom da se bude u tijeku s tehnologijom.

Provođenje izobrazbe u području korištenja BIM-a u području energetske učinkovitosti nije jednostavan zadatak, ali s pažljivim planiranjem i povećanim naporima, moguće je podići razinu znanja i razumijevanja o BIM-u među svim dionicima, kako inženjerima, arhitektima, tako i djelatnicima javne uprave, izvođačima, upraviteljima zgradama ali i vlasnicima.

3.5 Identifikacija i kolaboracija među sudionicima

BIM je kolaborativni pristup izgradnji koji uključuje integraciju različitih disciplina za izgradnju građevine u virtualnom i vizualnom okruženju. Bit implementacije BIM je kolaborativni radni proces u građevinarstvu. Stoga bi sudionici projekta mogli generirati maksimalnu korist kolaborativnih rješenja koja povećavaju učinkovitost i djelatnost. Taj proces omogućava projektnom timu djelotvoran rad, osobito kada se identificiraju potencijalni problemi prije nego što se počne graditi na licu mjesta. Tvrtke koje se bave održavanjem mogle bi se stoga uključiti u fazi projektiranja sa svojim komentarima i sugestijama u smislu zahtjeva vezanih uz održavanje zgrade (npr. pristup HVAC sustavima, itd.).

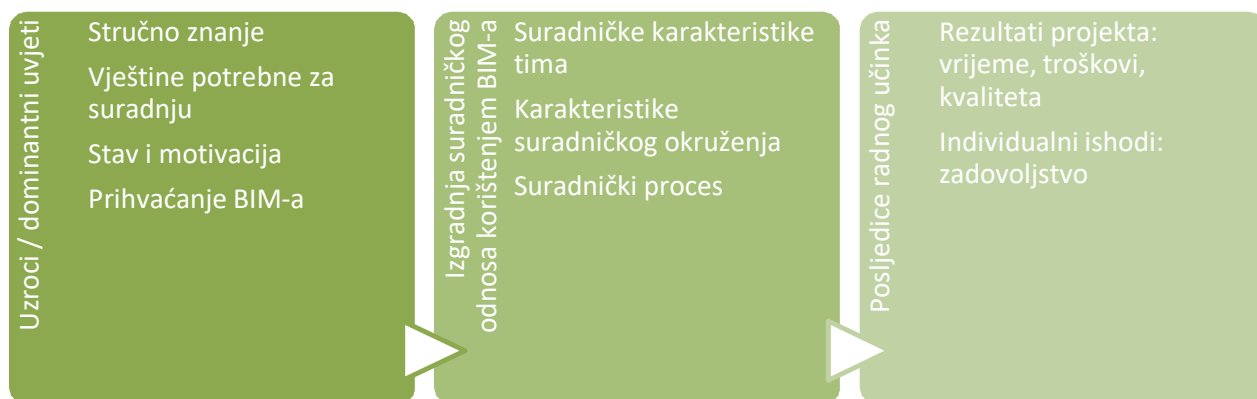
BIM služi kao platforma za kolaboraciju svih zainteresiranih strana u svrhu dijeljenja svojih resursa znanja i informacije. Dostupne informacije povećavaju djelatnost komunikacije. Djelotvorna komunikacija omogućuje dionicima razmjenu točnih, ažuriranih i objašnjenih informacija donositeljima odluka kako bi se formirala pouzdana odluka. Budući da je BIM zajednička digitalna reprezentacija utemeljena na otvorenim standardima za interoperabilnost, zahtijeva kolaboraciju kako bi se iskoristila vrijednost implementacije BIM-a i povećala povrat ulaganja dionika. Važno je znati da BIM projekt zahtijeva određeni proces aktivnosti, što uključuje visoku razinu transakcija na podacima, informacijama i znanju. Uspješni BIM projekt se oslanja na učinkovitu kolaboraciju sudionika projekta uključujući vlasnike i tvrtke koje se bave održavanjem.

BIM postaje jedan od načina rješavanja suradnje, integracije i koordinacije s kojima se suočava građevinarstvo. Mnoge studije preporučuju građevinskoj industriji da se krene prema Integriranoj provedbi projekta (IPD eng. Integrated project delivery), ali malo ih je prepoznalo IPD kao krajnji cilj metode isporuke građevinskih radova pošto snažno zahtijeva bolju suradnju i učinkovitiju komunikaciju. Dokazano je da BIM poboljšava kolaboraciju i dijeljenje informacija u odnosu na tradicionalne procese građenja. BIM je povezan s višom razinom učinkovitosti u smislu komunikacije i kolaboracije, a multidisciplinarna suradnja može se postići optimalnom upotrebom BIM-a, ali se moraju prevladati mijenjanje uloga ključnih stranaka, novih ugovornih odnosa i reinženjering procesa. Nadalje, istraživanja provedena na 35 projekata koji

su koristili BIM, otkrivaju da problemi koordinacije imaju drugi najveći negativni učinak na izvedbu projekta, odmah nakon problema sa softverima. Problem suradnje ne može se riješiti niti jednom od poznatih načina ugovaranja ili nekom od poznatih ekonomskih teorija. Malo je studija koje otkrivaju složenost suradnje tijekom implementacije BIM-a. Kako bi se smanjio problem suradnje, svi sudionici projekta moraju znati koji su njihovi interesi u projektu i njihov rad treba biti usklađen s tim interesima, zahtjevima voditelja projekta (investitora) i ciljevima projekta.

S druge strane, kolaborativni proces (suradnja) jedan je od ključnih čimbenika uspjeha BIM-a. Potpuni potencijal BIM-a može se ostvariti isključivo ukoliko istovremeno postoji odgovarajuća razina znanja, tehnologije i odnosa između sudionika projekta. Iako su mnoga istraživanja usredotočena su na raspravu o BIM tehnologiji, potrebno je naglasiti da je potrebno provesti više istraživanja koja se bave važnosti suradničkog procesa kod implementacije BIM-a.

Na temelju okvira suradnje, model prikazan u nastavku sugerira da svaka od odrednica BIM suradnje ima podkategorizirane čimbenike kojih treba biti svjestan i uzeti ih u obzir.



Najprije je potrebno identificirati četiri preduvjeta (karakteristike) za uspješnu suradnju unutar tima, oni su: stručno znanje, vještina suradnje, stavovi i motivacija te prihvatanje BIM-a. Najvažnija obilježja stručnog znanja sudionika u BIM projektu su njihovo stručno iskustvo i poznavanje BIM-a (prihvatanje BIM-a). S obzirom na svoja iskustva s prijašnjim partnerima, mnoge organizacije mijenjaju svoj pristup suradnji. Komplementarnost stručnog znanja i doprinosa stručnog znanja pojedinih disciplina uključenih u projekt kroz unutar organizacijsku suradnju osigurava napredak razvoja projekta. Prihvatanje BIM-a od strane sudionika u projektu je percepcija kako oni pridonose korištenju BIM-a i koliki je njihov motiv za suradnju s drugim stručnjacima unutar BIM konteksta.

Suradničke vještine odnose se na iskustvo suradnje s drugima i individualnih društvenih vještina za komunikaciju s drugim članovima projektnog tima. Kada projekt usvoji inovativnu tehnologiju kao što je BIM i koristi ovu tehnologiju, usvajanje aktivira nove izazove za organizacije, uključujući definiranje nove strukture i hijerarhijskih odnosa. Kod prihvatanja BIM-a je važno da sudionici imaju zajedničku percepciju implementacije BIM-a u projektu. Potrebno je naglasiti da razina prihvatanja BIM-a od strane sudionika u projektu može utjecati na učinkovitost BIM kolaboracije (suradnje). Stavovi i motivacija pojedinaca su zajednički nazivnik kada se razmatra prihvatanje BIM-a te uspješnost širenja BIM-a, u smislu učenja korištenja BIM-a i poticanja korištenja BIM-a. Što se tiče stavova, smatra se da su povjerenje uz međusobno poštovanje i zajedničko razumijevanje najvažnije odrednice koje određuju odgovarajuće članove tima koji će primjenjivati BIM. Iako je svakako potrebno posvetiti pažnju i kulturološkim razlikama, zaključeno je da one ipak ne utječu na stvaranje projektne organizacije koja bi demonstrirala uspješnu suradnju.

Primjer uspješnog suradničkog odnosa prilikom korištenja BIM-a bez obzira na kulturološke razlike je Hong Kong. Budući da Hong Kong kao kozmopolitski grad ima dobro razvijenu tradiciju i postiže određene standarde ponašanja među

stručnjacima, bez obzira na to što su stranci ili novopridošli stručnjaci u građevinskoj industriji Hong Kong-a. Svi mogu pronaći svoju ulogu i ostvariti komunikaciju s drugim članovima tima u kratkom razdoblju unutar BIM projekta. Drugim riječima, na visoko konkurentnom i otvorenom tržištu slobodno mjesto vrlo brzo može popuniti osoba odgovarajućim znanjima i vještinama, a da se istovremeno ne naruši suradnja na BIM projektu. Dakle, građevinski stručnjaci u BIM projektu mogu ostvariti uspješnu suradnju i raditi zajedno kao privremena organizacija za isporuku BIM projekata, te ukoliko koriste zajedničke BIM standarde i dovoljno iskustva BIM suradnja će biti uspješna, neovisno o kulturnim barijerama ili mjestu rada pojedinog člana BIM tima.

Okoliš u kojem se provode BIM projekti se također smatra jednim od parametara o kojima ovisi uspješnost BIM suradnje, pri čemu su istraživanja pokazala da najveći utjecaj imaju makro utjecaji poput regulatornih utjecaja u određenoj državi ili utjecaji unutar određene tvrtke koja sudjeluje u nekom BIM projektu. Pri tome razina institucionalne podrške koju dobivaju sudionici u BIM projektu od svoje domicilne organizacije i nadređenih može znatno utjecati na njihovu želju (spremnost) da ulože svoje vrijeme i resurse u BIM projekt.

U BIM projektima, razina BIM zrelosti može varirati od projekta do projekta kao i od organizacije do organizacije, ali je svakako ovisna i o stupnju razvoja tehnologije koja se koristi. Dodatno, način ugovaranja također se pokazao kao jedan od bitnih utjecajnih faktora na BIM suradnju odnosno na implementaciju BIM-a u proces gradnje. Ima na primjer slučajeva u kojima je prilikom design-bid-build ugovaranja u tradicionalnim postupcima nabave BIM kao alat za vizualizaciju odbačen, pa opet prihvaćen u kasnijoj fazi, fazi gradnje. U drugim slučajevima, gubitak određenog posla u odnosu na konkurenciju izazove dodatni motiv u pojedincima za implementaciju BIM-a pri čemu se najčešće razmišlja o ekonomskim aspektima implementacije i povećanja kvalitete dijelova projekata za koje su osobe odgovorne.

Ukoliko pak se radi o relacijskim ugovorima (vezani su za dugoročne odnose koji su zasnovani na međusobnom povjerenju te uključuju socio-emocionalnu razmjenu) situacija u korištenju BIM-a se značajno mijenja, te su stručnjaci tada voljniji raditi kao tim i imaju povećanu želju za komunikacijom i rješavanjem problema kao grupa i na kreativan način. Ukoliko se projekt provodi korištenjem BIM platforme koja funkcionira s malo problema i interoperabilnost je u potpunosti ostvarena, veća je vjerojatnost da će se ostvariti bolje BIM suradničko okruženje.

Drugi procesni model za ostvarenje suradničkog okruženja je: definiranje problema, definiranje smjera i strukturiranje. U ovom procesnom modelu definirani su specifični ciljevi te su jasno određene uloge i zadaće pojedinih sudionika. Ovaj model se pokazao kao dugoročno održiv, iako je zapravo vrlo dinamičan i razvija se u vremenu (mijenjaju se uloge i zadaće s napretkom projekta). S obzirom da se BIM suradnja ostvaruje kroz BIM procese, vrlo je važno da postoji dobra interoperabilnost između različitih BIM alata (softvera) te da su jasno definirane uloge i zadaće za svakog pojedinca u BIM projektu. U takvoj situaciji BIM projekt ovisi o odgovornim pojedincima koji su preuzeli dodijeljene im zadatke i njihovom razumijevanju o ulogama i zadaćama koje su preuzeli ostali sudionici projekta. S obzirom da postoji jasna veza između kvalitetne komunikacije i kvalitetne suradnje, jasno je da uspješna BIM suradnja također ovisi o kvalitetnoj komunikaciji između sudionika BIM projekta.

Pokazalo se da je i formalna i neformalna komunikacija ključna za uspješnu isporuku projekta što znači da suradničko donošenje odluka uključuje i formalnu argumentiranu procjenu kao i neformalnu raspravu o alternativama. Donošenje odluka snažno ovisi o razini ostvarene suradnje i iskustvu sudionika u projektu te pružanje mogućnosti odlučivanja može dodatno povećati zadovoljstvo i predanost pojedinaca uključenih u projekt. S obzirom da su nesigurnosti i konflikti neizbježni u procesu gradnje, donošenje odluka i suradnja na projektu su vrlo važni. Pokazalo se da u slučajevima kada postoji dobra suradnja unutar projektnog tima, sudionici su voljni dijeliti informacije i komunicirati, broj konflikata značajno pada.

BIM plan izvršenja (BEP) je obavezan prije početka BIM projekta odnosno implementacije BIM-a, pri čemu dobro definiran BEP može osigurati usuglašenost ciljeva projekta sa zahtjevima investitora te može smanjiti i pojasniti uloge i

odgovornosti u BIM projektima. Nadalje, BEP je prepoznat kao ključan dokument za upravljanje informacijama s obzirom da uspostavlja protokole za interoperabilnost, ključne isporuke projekta, dimenzijsku točnost i druge detalje. BEP definira uloge i odgovornosti svakog člana BIM projektnog tima i time zapravo postavlja bazu za uspješnu BIM suradnju. Osim što postoji veza između BEP-a i uspješnosti BIM suradnje, istraživanja su pokazala da postoji i veza između ukupne uspješnosti projekta, zajedničkog rada u timu i zadovoljstva pojedinaca.

Mnogi istraživači mjere vrijeme, troškove i kvalitetu kao pokazatelje uspješnosti projekata i testiraju različite stupnjeve suradničkog rada u odnosu na uspješnost projekata te svi zaključuju da postizanje više razine suradnje rezultira uspješnijim projektima, projektima provedenima u predviđenom vremenskom okviru, unutar budžeta i sa zadovoljavajućom razinom kvalitete.

Zaključno, može se reći da ukoliko sudionici BIM projekta mogu ostvariti uspješnu suradnju, postat će produktivniji i zadovoljniji, a projekt će biti uspješniji, a tvrtke u kojoj su zaposleni će prenijeti benefite poput više projekata i poticaja u dodatne investicije, obrazovanje i tehnologiju.

4. Modul 4 – Korištenje BIM tehnologije

4.1 Održivi građevinski sektor

Aktivnosti građevinskog sektora i zgrade općenito imaju negativan utjecaj na okoliš zbog smanjenja prirodnog okoliša, iskorištavanja sirovina, vode, proizvodnje energije i otpada, što posljedično rezultira i zagađenjem zraka. Na svjetskoj razini, sektor zgradarstva je odgovoran za:

- X 30 % iskopa prirodnih sirovina;
- X 30 % - 40 % emisije CO₂. Kućanstva i uslužne djelatnosti su najveći emiter CO₂ u zemljama EU-15 (ukoliko je električna energija uključena u konačnu energiju);
- X 12 % potrošnje vode;
- X 40 % ukupne proizvodnje otpada (od toga 92 % čini otpad od rušenja a 8 % otpad nastao prilikom procesa gradnje);
- X 42 % potrošnje energije – grijanje i rasvjeta zgrada čini najveći udio u potrošnji energije (od čega je čak 70 % za grijanje);
- X 22 % građevinskog otpada i otpada od rušenja (po težini);
- X 50 % iskopanog materijala (po težini);
- X Zgrade zauzimaju 10 % slobodnog prostora

Trenutno 80 % europske populacije živi u urbanim sredinama te ljudi provode više od 90 % svog života unutar izgrađenog okoliša (pri tome se pod izgrađeni okoliš smatraju domovi, radna mjesta, škole, slobodno vrijeme). Izgrađeni okoliš uvelike utječe na zdravlje i ugodnost ljudi, što znači da aktivnosti građevinskog sektora i zgrade također imaju utjecaj na zdravlje ljudi.

Održivi razvoj proteže se kroz cijeli životni ciklus zgrade i njegovi glavni principi su:

- ✓ smanjenje potrošnje prirodnih resursa (ušteta vode i energije);
- ✓ ponovna upotreba resursa tijekom obnove ili uklanjanja postojećih zgrada. Upotreba recikliranih resursa za nove zgrade. Neprikladno i nesavjesno upravljanje okolišem gradilišta potiče generiranje otpada koji je moguće izbjeći;
- ✓ eliminirati toksine i osigurati zdravu klimu unutar zgrada te primijeniti principe zaštite okoliša (ublažavanje klimatskih promjena, biološka raznolikost, očuvanje ekosustava);
- ✓ staviti naglasak na kvalitetu zgrada, povećati trajnost zgrada jer je, u pravilu, održivije obnavljati postojeće zgrade nego ih rušiti i graditi nove;
- ✓ koristiti ekološki učinkovitije materijale (bez prethodne obrade) i lokalno dostupne materijale;
- ✓ povećavati ugodnost življenja (povećati kvalitetu vanjskog okoliša i unutarnjeg zraka).

Poznato je da je upravo građevinski sektor ključni sektor za ostvarenje održivog razvoja. Upravo zbog toga, sustavi opisa, kvantifikacije, ocjene i certifikacije održivih zgrada su razvijeni, kako na svjetskoj, tako i na europskoj razini. Tehnički

odbor CEN/TC350 “Održivost građevinskih radova” ima za zadatak uspostaviti europski skup pravila koji definiraju održivost građevinskih radova.

Izbor tehnologije gradnje, građevnih elemenata, proizvoda i materijala je najčešće temeljen na kriterijima kao što su funkcionalnost, tehničke karakteristike, arhitektonsko oblikovanje, troškovi, trajnost i uvjeti održavanja. Međutim, taj izbor ne uzima u obzir utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi. Održiva gradnja osigurava da su društveni, ekonomski i okolišni aspekti uzeti u obzir tijekom cijelog životnog ciklusa zgrade: od iskopa prirodnih sirovina preko projektiranja, gradnje, korištenja, održavanja, obnove i naposljetku rušenja same zgrade.

Obnova zgrada neizbježno dovodi do generiranja otpada uslijed radova rušenja i same gradnje. Količinu otpada koji se odlaže ili spaljuje je moguće ograničiti ukoliko se poštuju tri glavne smjernice:

- sprječavanje – ograničavanje građevinskog otpada u najvećoj mogućoj mjeri tijekom radova i u odnosu na buduće promjene ili rušenje zgrade;
- poticanje recikliranja i ponovne upotrebe građevinskog otpada razvrstavanjem otpada na samom gradilištu;
- kada recikliranje otpada nije moguće, eliminirati otpad na dva načina: spaljivanjem s povratom proizvedene energije i prikladnim zbrinjavanjem na odlagalištima.



Aktivnosti koje je potrebno provoditi kako bi se ograničio utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi prilikom gradnje i rušenja zgrada su redom:

- ✓ Ukoliko je moguće, koristiti standardne dimenzije i predgotovljene građevne proizvode u procesu gradnje;
- ✓ Ukoliko je moguće, koristiti sustave mehaničkog pričvršćenja (korištenje vijaka i čavala) koje je jednostavno razdvojiti od konstrukcije i razvrstati te imaju veću mogućnost recikliranja – izbjegavati pričvrstne sustave koji koriste ljepilo, cement, zavarivanje i druge adhezive;
- ✓ Izbjegavati materijale ili proizvode za gradnju koji generiraju opasni otpad;
- ✓ Razmišljati o ponovnoj upotrebi određenih gradilišnih materijala, bez prethodne obrade;
- ✓ Pažljivo procijeniti količinu proizvedenog otpada na gradilištu (gradnja i demontaža) prema upotrijebljenim vrstama materijala i količini proizvedenog otpada tijekom trajanja radova na gradilištu.

Ljudi koji su najizloženiji tvarima i emisiji tih tvari su:

- Radnici koji proizvode građevinske materijale;
- Radnici koji koriste građevinske materijale;
- Korisnici zgrada;
- Radnici koji rade na rušenju zgrada.

Primarna emisija tvari iz materijala je visoka odmah nakon proizvodnje te ona opada za 60 do 70 % u prvih šest mjeseci. Najvećim dijelom emisija tvari (kao što su biocidi, fungicidi, određena otapala, hlapivi organski spojevi i određeni aditivi) u potpunosti prestaje jednu godinu nakon što je materijal ugrađen ili korišten. Sekundarne emisije mogu trajati te se čak i povećavati tokom vremena.

Za učinkovito korištenje zgrada nužno je graditi nove **zgrade gotovo nulte energije** i obnavljati postojeće zgrade do razine **“pasivnih zgrada”**, što u oba slučaja podrazumijeva poboljšanu toplinsku izolaciju vanjske ovojnice, minimizirane toplinske mostove, poboljšanu zrakonepropusnost, korištenje visoko kvalitetnih prozora, ventilaciju s učinkovitom rekuperacijom topline te učinkovitu proizvodnju energije, kao i korištenje obnovljivih izvora energije. Integracija koncepta održivog razvoja u sektor zgradarstva i općenito u arhitekturu se naziva **Održiva gradnja**.

Stručnjak bi trebao imati transversalno znanje o svim mogućnostima za poboljšanje energetske učinkovitosti zgrade kako bi pronašao najbolje rješenje kada je uključen u radove energetske obnove.

4.2 Automatska kontrola BIM modela

"BIM-orijentirani" proces projektiranja jamči interoperabilnost modela vezanih uz različite struke čime omogućuje istovremenu kontrolu BIM modela u različite svrhe, npr: kontrole konvergencije modela pojedinih struka, provjere koegzistencije (pojavljivanja različitih elemenata u istoj točki u prostoru – sudar) elemenata u BIM modelima različitih struka kao i provjere zadovoljenja regulatornih zahtjeva na multidisciplinarnim BIM modelima.

Općenito, validacija BIM modela sastoji se od provjere zadovoljenja postavljenih zahtjeva te provjeri funkcionalnosti koje se provode na način koji konceptualno ne razlikuje od onoga što se uobičajeno zahtijeva u tradicionalnom pristupu projektiranju. Operativno (i sintetički) validacija BIM modela se provodi provjerom da li se BIM modela pridržava projektnim i regulatornim zahtjevima (provjera propisa) te provjerom dosljednosti projekta s onime što se očekuje (definiranim kriterijima), što se zapravo naziva otkrivanje sukoba, (Clash Detection).

4.2.1 Provjera zadovoljenja zahtjeva propisa (Code checking)

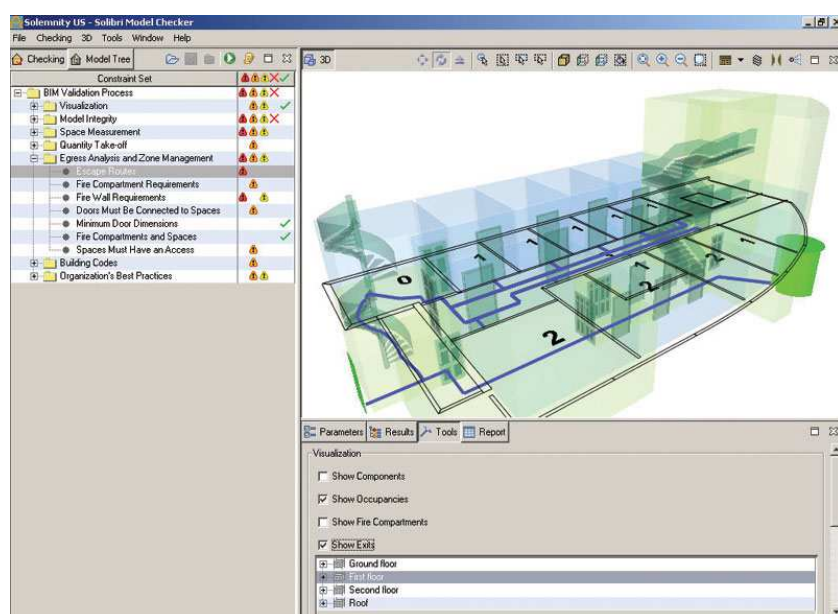
Što se tiče gore navedene kontrole, u specifičnim alatima za kontrolu BIM modela, kada se učitaju 3D IFC modeli različitih struka projekatana, moguće je provjeriti usklađenost BIM modela sa specifičnim zahtjevima i referentnim propisima, a koji se mogu prilagoditi korištenjem parametara postavljenih pravila za verifikaciju. Istovremeno, kvaliteta BIM modela pojedinih struka je zajamčena tako da ne može doći do gubitka informacija, kao što se događa kod prijenosa istih modela iz 2D u 3D formate. Zahvaljujući IFC formatu, zajamčen je pravilan prijenos geometrije i atributa vezanih uz 3D modele.

U fazi regulatornih provjera i provjera usklađenosti BIM modela sa zahtjevima propisa, moguće je koristiti posebna pravila za tzv. Code Checking, koja za različite referentne propise automatski naglašavaju razlike između modela i zahtjeva propisa, klasificirajući ih prema ozbiljnosti odstupanja. Korisnik (djelatnik javne uprave) može prilagoditi raspone vrijednosti (tolerancije) koji identificiraju probleme niskih, srednjih i visokih odstupanja, čime on zapravo upravlja svim graničnim situacijama.

Među najčešćim kriterijima (propisanim pravilima) koji se koriste prilikom Code Check procesa (ali svakako ne i jedinima) moguće je istaknuti:

- Provjera usklađenosti s propisima o higijeni (minimalne visine, volumeni, itd.)

- Provjera minimalnih površina prostora i stanova s obzirom na njihovu funkciju
- Provjera svjetlosnih odnosa u prostoru
- Provjera minimalnih dimenzija stepenica i prilaza
- Provjera pristupačnosti prostora (hodnika, WC-a, itd.) i postojanja arhitektonskih prepreka
- Provjere u smislu propisa u području zaštite od požara (otpornost na požar građevnih elemenata i odjeljaka, koridori za evakuaciju itd.)
- Kontrola prisutnosti protupožarnih uređaja u pojedinim prostorijama ili hodnicima
- Provjera slobodnih prostora oko određenog elementa (aparata za gašenje požara, hidranta itd.)



U slučaju energetske učinkovitosti u određenim zemljama potrebno je zadovoljiti i tri razine regulatornih zahtjeva:

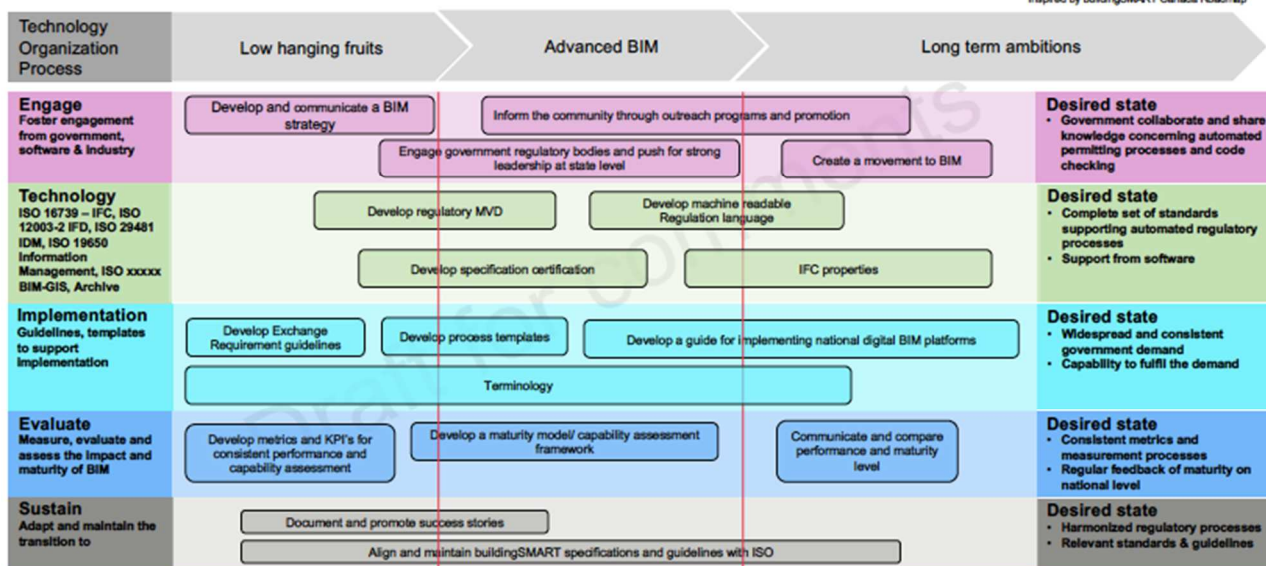
- Europsko zakonodavstvo
- Nacionalno zakonodavstvo
- Zahtjeve lokalne samouprave

Važno je da je tehnička služba (javna uprava) koja treba odobriti BIM model (izdati potrebne dozvole za gradnju) opremljena hardverom i softverom koji omogućuje Code Checking, koliko je to moguće na automatski način. U BuildingSMART Internationalu (bSI) u razvija međunarodne IFC parametre koji će se moći koristiti u bilo kojoj zemlji. Ovaj rad će osigurati da je razvoj softvera u skladu sa zahtjevima koje države postavljaju.

Na sljedećoj slici prikazan je plan za postizanje automatiziranog Code Checking-a, koji će osigurati ne samo poštivanje zahtjeva propisa, nego će također poboljšati kvalitetu projekata i energetska učinkovitost.

Roadmap to automated regulatory processes in construction through BIM

Inspired by buildingSMART Canada Roadmap



Rad u bSI započinje angažmanom regulatornih tijela koja trebaju definirati “jednostavan jezik” koji se može koristiti u softverskim aplikacijama za provjeru poštivanja propisa (Code Checking). Konačni cilj je da Vlada surađuje i razmjenjuje znanja o automatiziranim postupcima izdavanja dozvola i provjeri usklađenosti s propisima (Code Checking).

Da bi se omogućilo izdavanje e-dozvola važno je dovršiti skup standarda koji podržavaju automatizirane regulatorne procese. Jedan od glavnih rezultata bit će razvoj definicije MVD – Model View definition, što je zapravo dogovorena podskupina ili filter IFC sheme koja je potrebna za podržavanje zahtjeva za razmjenu BIM modela za izdavanje e-dozvola.

Kako bi se postigao međunarodni konsenzus i osigurala široka upotreba e-dozvola, potrebno je izraditi smjernice i predloške za potporu provedbi procesa izdavanja e-dozvola. Konačni je cilj široko rasprostraniti najbolje prakse i odgovoriti na zahtjeve Vlade na dosljedan način i odgovoriti na zahtjeve koji se postavljaju na proizvođače BIM softvera te IFC standard prije nego bude moguće izdavati e-dozvole.

U prijelaznoj fazi važno je mjeriti, vrednovati i procjenjivati utjecaj i zrelost BIM-a na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. Sljedeći korak će biti usklađivanje regulatornih procesa što će proizvesti relevantne standarde i smjernice za izradu IFC-a, a što će onda omogućiti automatizirani Code Checking i izdavanje e-dozvola.

Sve razlike BIM modela u odnosu na zahtjeve propisa se automatski unose u slajdove (slike) koji onda kroz sliku koja je popraćena nekim tehničkim napomenama bilo generičkim ili specifičnim u odnosu na zahtjeve propisa objašnjavaju nepodudarnosti s propisima komponenti koje stvaraju problem.

Kroz izvještaje uključene u BIM softver, tada je moguće u softveru za izradu BIM modela komunicirati razlike različitim projektantima i zatražiti njihove korekcije u odnosu na kontrolirani model. Ta se izvješća mogu izvesti iz BIM softvera u obliku tablice ili tekstualne datoteke (excel datoteka ili rtf, pdf).

Dodatno, pronađene nepodudarnosti s propisima se mogu generirati i kao trodimenzionalni izvještaji: BIM Collaboration Format omogućuje, u BIM softveru za autorizaciju, kroz odgovarajući dodatak (plugin), čitanje bilješki vezanih uz istaknutu kritičnost (problem), automatsko rotiranje 3D modela te isticanje elemenata koji stvaraju problem i koji se

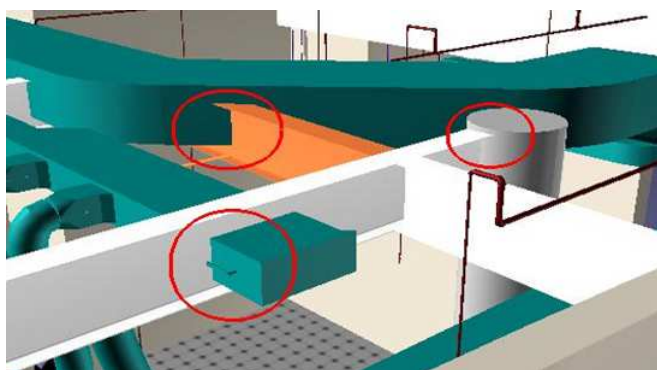
treba ispraviti, što uvelike olakšava njihovo prepoznavanje. Potonja metoda izvoza komentara vrlo je učinkovita za komunikaciju, a zatim i za identifikaciju problema u svim programima koji se koriste u BIM procesu, čime se zapravo zatvara krug interoperabilnosti između različitih struka.

4.2.2 Otkrivanje kolizija

Jedna od ključnih prednosti BIM pristupa je mogućnost otkrivanja “kolizija” u ranoj fazi projekta u kojoj bi trebalo biti znato jednostavnije, jeftinije i vremenski manje zahtjevno ispraviti nastale kolizije. U pogledu projektiranja, kolizija nastaje kada komponente koje čine građevinu (dio građevine, sustave u građevini, itd) nisu prostorno koordinirane te su stoga u “sukobu”. U BIM procesu te kolizije se mogu znatno jednostavnije uočiti tijekom faze projektiranja samog projekta, a prije početka radova na gradilištu.

Različiti sudionici u gradnji, koji pripadaju različitim strukama, surađuju zajedno na raznim aspektima građevinskog projekta. Koristeći arhitektonski model kao polazišnu točku, građevinski inženjer konstrukter, inženjer zaštite okoliša, inženjer strojarstva i inženjer elektrotehnike (a potencijalno i mnogi drugi) izraditi će svoje vlastite modele. Svaki “model” će se sastojati od niza datoteka modela, dokumenata i strukturiranih podatkovnih datoteka sa negeometrijskim informacijama o tome što će se graditi. Sve te informacije, podaci dolaze zajedno u jedinstvenom BIM modelu kao digitalna kopija. To će, za početak, pokazivati što je projektirano te će na kraju pokazivati što je zaista izgrađeno i ugrađeno. U BIM procesu Razine 2 razdjeljeni modeli izrađeni od strane zasebnih timova su integrirani (u predodređenim intervalima) u glavni model koji se nalazi u okolini za razmjenu podataka (eng. *Common Data Environment*, CDE). S informacijama iz mnoštva modela koji se sjedinjuju u glavni model, neizbježna je pojava kolizija koje će biti potrebno razriješiti.

Kada se vizualiziraju kolizije, često se pomišlja na dva elementa koja zauzimaju isti prostor. Takva vrsta kolizije se naziva **“fizička kolizija”** (eng. *Hard clash*) – primjerice stup koji prodire kroz zid ili cjevovod koji prodire kroz čeličnu gredu. Takve vrste kolizija mogu biti vremenski iznimno zahtjevne i skupe za rješavanje ukoliko se otkriju tek na gradilištu. **“Kolizije s tolerancijom”** (eng. *Soft clash*) se pojavljuje kada elementu nije dana prostorna ili geometrijska tolerancija koja mu je potrebna, ili je prekoračena njegova sigurnosna zona (ako dio građevine, ili ugrađeni sustav zahtijevaju slobodni prostor za funkcioniranje). Primjer takve kolizije je klimatizacijski uređaj koji zahtijeva određeni prostor kako bi se mogla provoditi održavanja, osigurati dostupnost i sigurnost koje bi čelična greda mogla uskratiti. U slučaju dovoljnih informacija o objektu, programski alat se može čak koristiti i za provjeru sukladnosti s relevantnim propisima i standardima (Poglavlje 5.2.1.). Ostale vrste kolizija mogu uključivati koordiniranje izvođača, isporuku opreme i materijala te općenito preklapanja u terminskom planu. Takve kolizije se najčešće zovu **“Kolizije zbog redoslijeda građenja”** (eng. *Workflow of 4D clashes*).



Izbjegavanje kolizija je ključni dio procesa projektiranja i gradnje. Dokumentiranje skupa standardnih procedura u BIM planu izvršenja (eng. *BIM Execution Plan*, BEP) i definiranje procedura za koordinaciju u Informacijskim zahtjevima investitora (eng. *Employer's Information Requirements*, EIR) kao dijela ugovorne dokumentacije projekta je ključno. Jednako tako su ključni i BIM planovi izvršenja razrađeni od strane dobavljača. Tijekom procesa projektiranja i gradnje, voditelji projektnih timova trebali bi procijeniti projektne odluke i kolizije kako bi ustanovili mogu li se one ukloniti

interno. Ukoliko se kolizije ne mogu ukloniti interno, zasebni modeli se mogu kombinirati za kontrolu od strane glavnog projektanta.

Tradicionalni proces projektiranja podrazumijeva stručnjake koji rade na zasebnim nacrtima s pratećim dokumentima koji su nastali tijekom koordinacijskih sastanaka na kojima su provjeravane kompatibilnosti. Upravo zbog takvog pristupa, nije bilo tako neuobičajno da se kolizije uoče tek na gradilištu što je za sobom povlačilo potencijalno visoke troškove uklanjanja i kašnjenja daljnjih radova. U BIM procesu Razine 2 izrađen je niz razdjeljenih modela i koordinirani podaci se koriste za informiranje glavnog modela. Programski alat za BIM modeliranje i BIM integracijski alati omogućavaju projektantima provjeru postojanja kolizija u njihovim vlastitim modelima te prilikom kombiniranja različitih modela.

Alati za otkrivanje kolizija postaju sve sofisticiraniji, omogućavajući korisniku provjeru kolizija unutar specifičnog podskupa (primjerice prodori konstruktivnih elemenata kroz zidove) te njihov prikaz na zaslonu (najčešće u nekim uočljivim bojama).

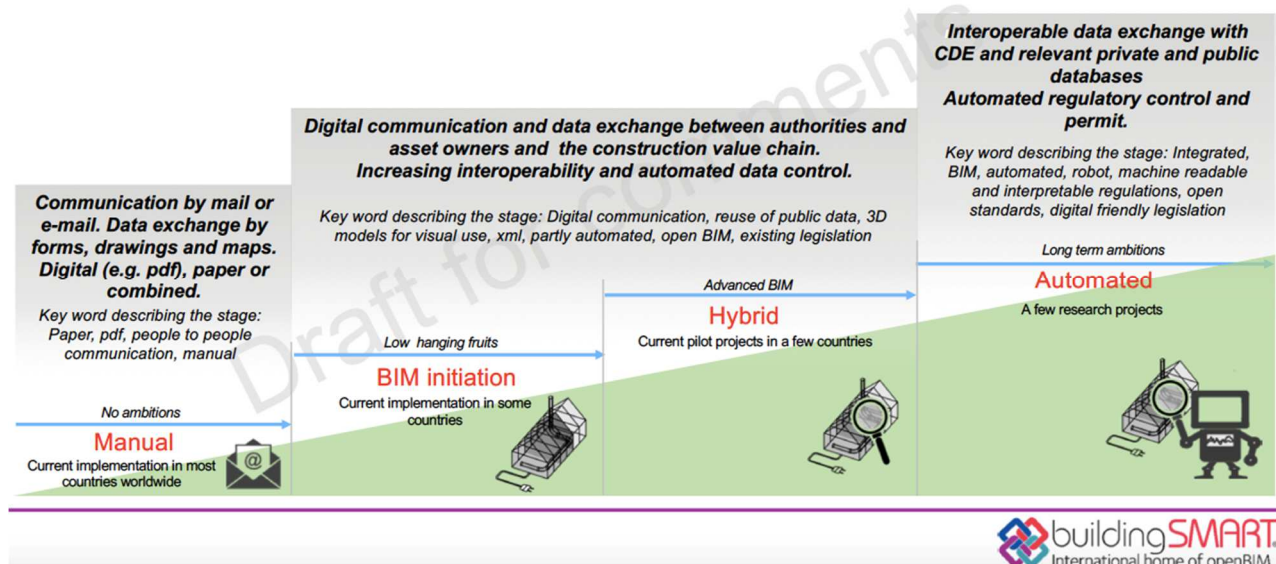
Neke geometrijske kolizije će uvijek biti sasvim prihvatljive (primjerice ugrađena stropna rasvjeta, instalacije ugrađene unutar zida) te se unutar programskog alata mogu postaviti pravila kako bi se takve vrste kolizije prestale označavati. Kao što se može i pretpostaviti, razina razrade detalja u BIM modeliranju je stoga od presudne važnosti kada je riječ o otkrivanju kolizija.

Provođenje analize otkrivanja kolizija ili sam izvještaj će općenito prikazati mnogo duplikata slučajeva istog problema. Ukoliko je primjerice položaj cjevovoda u koliziji s pet greda, to će se prikazati kao pet kolizija, iako u stvarnosti zapravo rješavanje jednog problema (pozicioniranje cjevovoda) će ukloniti sve kolizije. Pregled i otkazivanje tih kolizija u procesu projektiranja je ključni dio BIM procesa. Kao i u svakom drugom automatiziranom procesu, ovakve vrste analiza se ne bi trebale provoditi izolirano nego bi trebale biti dio šireg procesa projektne koordinacije.

Programski alati će vrlo vjerojatno i dalje postajati sve sofisticiraniji budući da se sve opširniji podaci u standardnim formatima kombiniraju u modele. No, najveći potencijal za napredak dolazi zapravo sa BIM Razinom 3. Rad na jednom zajedničkom, koordiniranom modelu (radije nego na nizu razdjeljenih modela koji su naknadno preklopljeni, odnosno povezani u jedan cjeloviti model u ključnim fazama) bi trebao osigurati značajno smanjenje broja projektnih kolizija.

4.3 Indeks zrelosti informacija

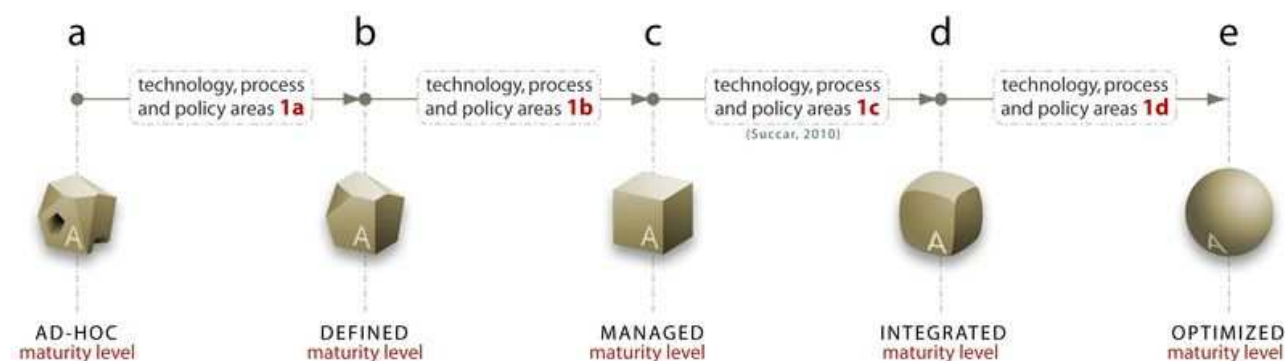
Razina zrelosti BIM-a ušla je u svakodnevni jezik među BIM stručnjacima. Ista se nomenklatura koristi u nekoliko područja. Ono što je važno razumjeti jest da će se „zrelost“ definirati na temelju slabije „karike“ opskrbnog lanca. Ako e-dozvola još uvijek nije široko korištena ili uopće korištena u javnoj upravi, javlja se rizik je da će se vrlo dobar projekt izrađen u BIM-u ocijeniti kao bilo koji tradicionalni projekt i time ugroziti mogućnost da se BIM zaista uvede u velikoj mjeri. Na sljedećoj se slici pojam razina zrelosti odnosi na postupak autorizacije. Stvarna situacija, u većini slučajeva, temelji se na papiru, dok su u nekim slučajevima su uredi za izdavanje dozvola počeli prihvaćati dokumente putem digitalnih uređaja (ovjerenih e-mailova). Postoji nekoliko primjera, posebno u sjevernim zemljama Europe, gdje je e-dozvola djelomično automatizirana. Time se pokazalo da je postojeća tehnologija već omogućila digitalizaciju postupka autorizacije. Stoga je važno raditi na stjecanju zajedničkog stava i postizanju zajedničkog dogovora o tome kako bi se proces izdavanja dozvola trebao organizirati i digitalizirati. Ako se postigne dogovor, softverske kuće će sasvim sigurno razviti aplikacije koje mogu automatizirati postupak autorizacije i izdavanja e-dozvola.



Pojam “BIM zrelost” odnosi se na kvalitetu, ponovljivost i stupanj izvrsnosti BIM usluga. Drugim riječima, BIM zrelost je sposobnost za izvrsnost u obavljanju zadataka ili dostavljanju BIM usluga/ proizvoda. Za potrebe toga, razvijen je BIM indeks zrelosti (eng. *Bim Maturity Index*, BIMMI) na temelju istraživanja i zatim integriranja nekoliko modela zrelosti iz različitih industrija. BIMMI ima pet posebnih Razina zrelosti: Početna/ ad-hoc ili Niska zrelost, Definirana ili Srednje-niska zrelost, Vođena ili srednja zrelost, Integrirana ili Srednje-visoka zrelost i Optimizirana ili Visoka zrelost. Općenito, razvoj od nižih prema višim razinama BIM zrelosti označava:

- ✓ bolju kontrolu kroz minimiziranje razlike između ciljanih i ostvarenih rezultata;
- ✓ bolja predvidljivost i procjena snižavanjem varijabilnosti u kompetencijama, mogućnosti izvršenja i troškovima;
- ✓ veća učinkovitost u postizanju definiranih ciljeva i postavljanje novih još ambicioznijih ciljeva.

Slika u nastavku sažima pet Razina zrelosti ili “evolucijski plato” popraćen kratkim opisom svake razine:



Razina zrelosti a (početna/ ad-hoc ili niska zrelost): Razinu a BIM zrelosti karakterizira niska kvaliteta, ponavljanje i predvidivost. Na organizacijskoj razini BIM provedbu odlikuje izostanak cjelokupne strategije i znatan nedostatak definiranih procesa i pravila. BIM softverski alati su uvedeni nesustavno, te bez prikladnih prethodnih istraživanja i

pripreme. Usvajanje BIM-a je djelomično postignuto kroz "herojske" napore istaknutih pojedinaca -proces u kojem nedostaje aktivna i dosljedna potpora od strane srednjeg i višeg upravljačkog vodstva. Potencijali suradnje (ukoliko su postignuti) su obično nespojivi s potencijalima projektnih partnera, te se javljaju bez ili s malo prethodno definiranih procesnih smjernica, standarda ili protokola razmjene. Ne postoji službena odluka o ulogama i odgovornostima sudionika na projektu.

Razina zrelosti b (definirana ili srednje-niska zrelost): Na organizacijskoj razini, BIM provedba je vođena cjelokupnom vizijom višeg upravljačkog vodstva. Većina procesa i pravila je dobro dokumentirana, prepoznate su procesne inovacije, a poslovne prilike koje proizlaze iz BIM-a su identificirane, ali se još ne koriste. Kako raste BIM kompetencija, polako prestaje važnost BIM heroizma; produktivnost zaposlenika je još uvijek nepredvidljiva. Osnovne BIM smjernice su dostupne, uključujući priručnike za obuku, smjernice za tijek rada i standarde za isporuku BIM-a. Uvjeti za obuku su dobro definirani i u pravilu se osiguravaju samo u slučaju potrebe. Suradnja s projektnim partnerima pokazuje međusobno povjerenje / poštovanje među sudionicima na projektu i slijedi predefinirane procesne smjernice, standarde i protokole razmjene. Odgovornosti su podijeljene, a rizici su smanjeni putem ugovornih sredstava.

Razina zrelosti c (vođena ili srednja zrelost): Na organizacijskoj razini, vizija za implementacijom BIM-a je priopćena, te shvaćena od strane većine zaposlenika. Strategija BIM provedbe je spojena s detaljnim akcijskim planovima i režimom nadzora. BIM je prepoznat kao niz promjena u tehnologiji, procesima i pravilima, koje se treba voditi bez ometanja inovacija. Poslovne prilike koje proizlaze iz BIM-a su prihvaćene i koriste se u marketingu. BIM zadaće su institucionalizirane i ciljevi se dosljednije postižu. Usvajaju se specifikacije proizvoda / usluga nalik na Specifikacije progresije modela. Modeliranjem, 2D prikazom, kvantifikacijom, specifikacijama i analitičkim svojstvima 3D modela upravlja se putem detaljnih standarda i Programom kvalitete projekta. Odgovornosti proizašle iz suradnje, rizici i nagrade su jasno vidljivi unutar privremenih projektnih saveza ili dugoročnih partnerstava.

Razina zrelosti d (Integrirana ili Srednje-visoka zrelost): Na organizacijskoj razini su zahtjevi BIM provedbe i inovacije procesa / proizvoda integralni u organizacijske, strateške, upravljačke i komunikacijske kanale. Poslovne prilike koje proizlaze iz BIM-a su dio kompetitivne prednosti tima, organizacije ili projektnog tima i koriste se za privlačenje i zadržavanje klijenata. Odabir i uvođenje programskog alata slijedi strateške ciljeve, a ne samo operativne zahtjeve. BIM predmeti isporuke su dobro sinkronizirani između projekata i čvrsto integrirani s poslovnim procesima. Znanje je integrirano u organizacijske sustave; prikupljeno znanje je pristupačno i lako dostupno. Ciljevi BIM zadaća i BIM kompetencija su ugrađeni u organizaciju. Produktivnost je postojana i predvidljiva. Mjerila standarda modeliranja i BIM učinkovitosti su uključeni u sustave upravljanja kvalitetom i poboljšanja učinkovitosti. Suradnja uključuje niže aktere i odlikuje je uključenost ključnih sudionika tijekom ranih faza životnog ciklusa projekta.

Razina zrelosti e (Optimizirana ili Visoka zrelost): Na razinama organizacija i projektnih timova, dionici su usvojili BIM viziju i aktivno je postižu. Strategija BIM primjene i njeni učinci na organizacijske strukture se kontinuirano provjeravaju i usklađuju s drugim strategijama. Ako su potrebne promjene procesa ili pravila, one se proaktivno uvode. Neumoljivo se traže i provode inovativna proizvodna / procesna rješenja i poslovne prilike. Kontinuirano se preispituje odabir / korištenje programskih alata, kako bi se povećala produktivnost i usklađenost sa strateškim ciljevima. Ciklički se revidiraju / optimiziraju BIM predmeti isporuke kako bi se poboljšali putem novih funkcionalnosti softvera i dostupnih nadogradnji. Optimizacija integriranih podataka, procesa i komunikacijskih kanala je potpuna. Odgovornosti proizašle iz suradnje, rizici i nagrade se kontinuirano revidiraju i usklađuju. Ugovorni modeli se mijenjaju kako bi se postigle najbolje prakse i najviša vrijednost za sve dionike. Referentne vrijednosti se kontinuirano kontroliraju kako bi se osigurala najviša moguća kvaliteta procesa, proizvoda i usluga.

4.4 4D i 5D BIM tehnologije

BIM modeli su rezultat superpozicije nekoliko slojeva (razina) informacija, od jednostavnih informacija o geometriji do informacija vezanih uz održavanje ili upravljanje imovinom. Svaka od tih informacijskih razina se najčešće nazivaju BIM dimenzije (eng. BIM dimensions), pa se tako mogu pronaći reference na BIM 4D, 5D, 6D, itd. modele. Ukoliko se promatra na primjer BIM 4D modele, najvažnija razina informacija je razina koja se odnosi na planiranje i upravljanje vremenom, odnosno informacije koje omogućuju izradu dinamičkih planova ili vremenski odrediti položaj određenog građevnog elementa tijekom njegovog izvođenja.

4.4.1 4D vremensko planiranje

Gantogrami su već dugo vremena glavni temelj planiranja svakog projekta, ali nedovoljni su kada se želi vizualizirati terminski plan projekta. Većina izvođača uložila je u svoj prvi sustav za planiranje projekata prije više od desetljeća i ti sustavi postali su vitalni alat za usluge upravljanja projektima. S druge strane, BIM rješenja su relativno nova. Bogati informacijama, informacijski modeli o građevinama pružaju arhitektima izobilje projektno-orijentiranih zadataka, energetske analize, analize osunčanosti promatrane zgrade ovisno o klimatskoj lokaciji i upravljanje specifikacijama. S obzirom na uspješnost primjene BIM-a u području projektiranja, građevinske tvrtke sada se okreću korištenju informacijskih modela o građevinama za njihovu vlastitu upotrebu, strukturalne analize, koordinaciju radnika (podizvođača), kvantifikaciju, procjenu troškova i tako dalje. Jedna od najočiglednijih građevinskih primjena za BIM je faza u kojoj se prvi put susreću projektiranje i gradnja: planiranje građenja.

4D planiranje građenja podrazumijeva trajni napor za upravljanje napretkom građevinskog projekta i sukladno tome pravovremeno reagiranje - dinamično prilagođavanje "situaciji na terenu". Naravno, projekt zgrade je u središtu projektnog plana i dodavanjem informacija o rasporedu na 3D model informacije o građevini (tj. projekt zgrade) može se stvoriti 4D model informacija o zgradi, gdje je upravo vrijeme četvrta dimenzija. 4D modeli uključuju informacije o terminskom planu, kao što su početni i završni datum pojedine faze cijelog projekta i njihov kritični put ili prazan hod.

Zbog toga BIM 4D model može biti definiran kao rezultat integracije dvije razine informacija, geometrije građevnih dijelova zgrade i popisa zadataka i aktivnosti (s njihovim trajanjem i međusobnim vezama), pri čemu se koriste računalni alati koji ih mogu međusobno povezati. Takav 4D BIM model može se koristiti za planiranje procesa građenja i planiranje samog gradilišta te utjecaja gradilišta na neposredni okoliš (a sve s ciljem smanjenja utjecaja građenja na okoliš i u skladu s certifikacijskim sustavima zelene gradnje poput BREEAM-a, LEED-a ili GREEN-a).

Ukoliko najprije razmatramo planiranje procesa građenja i sekvenci građenja, može se reći da korištenje alata i metodologija temeljenih na BIM 4D modelima pruža voditeljima građenja i planerima holistički pogled na zgradu te uvid u izgradnju svakog pa i najmanjeg dijela zgrade. Pristup svim informacijama, i ponajviše mogućnost simulacije različitih scenarija građenja čine BIM 4D modele ključnima ukoliko se želi skratiti vrijeme građenja, smanjiti ometanja (preklapanja) na samom gradilištu i optimizirati nabavu, isporuku i puštanje u pogon različitih proizvoda i sustava. Za proizvode i sustave koji imaju utjecaj na energetska učinkovitost zgrade naročito je važno kontrolirati i provjeriti njihovu ispravnu ugradnju te sva odstupanja unijeti u BIM model.

Kao rezultat toga, 4D model informacija o građevini pruža intuitivno sučelje za projektni tim i druge dionike kako bi se jednostavno vizualizirala izgradnja zgrade tijekom vremena. 4D simulacija građenja je ključni alat za planiranje prije početka samog građenja kako bi se mogle procijeniti različite opcije. 4D grafički prikazi različitih scenarija i animacije čine BIM snažnim komunikacijskim alatom - daje arhitektima, izvođačima i njihovim klijentima zajedničko razumijevanje statusa projekta, prekretnica, odgovornosti i planova građenja. Timovi obično počinju razvijati 4D modele ručnim

raspoređivanjem datuma rasporeda iz planova projekta na komponente modela. Taj napor pomaže im poboljšati plan i poboljšati način na koji komuniciraju plan cijelom timu. Kasnije, kako unapređuju svoje vještine, programski povezuju raspored s modelom, kako bi uštedjeli na vremenu i povećavali svoju sposobnost procjene različitih opcija slijeda radova tijekom procesa građenja.

Kao nadopuna opisanom detaljnom planiranju procesa građenja, smatra se planiranje neposrednog radnog okruženja, pri čemu simulacija i kontrolni alati temeljeni na BIM 4D modelima omogućuju preciznu kontrolu i simulaciju tri ključna aspekta koji definiraju utjecaj zgrade na okoliš: gradilišni deponij i radne zone, zaštita na radu na gradilištu (koridori, zone povećanog rizika, itd.) i upravljanje građevinskim otpadom (količine, vrste, lokacije i najvažnije od svega stvaranje građevinskog otpada s napretkom procesa građenja).

Moguće je koristiti različite pristupe za povezivanje informacijskog modela o građevini s projektnim planom, izvozeći iz BIM programskog alata u alat za upravljanje projektima u specijaliziranim 3D/4D vizualizacijama povezanim s projektnim planom.

Zaključno, korištenje BIM 4D modela omogućuje bolje razumijevanje i vizualizaciju procesa građenja od razine gantograma, pri čemu može prikazati sekvence građenja, odnose između elemenata, alternative i predviđanje ometanja i konflikata tijekom puštanja u pogon. Može se kazati da bolje planiranje rezultira učinkovitim i održivim građenjem.

4.4.2 5D Količine i procjene troškova

Količine i procjene troškova su drugi aspekt procesa gradnje koji može imati znatne koristi od računalnih informacija o građevini. Projektiranje neke građevine je odgovornost arhitekta, dok je s druge strane procjena troškova gradnje domena građevinskih kalkulanata. Općenito, u opseg posla arhitekta ne ulazi izvlačenje količina materijala niti informacije o troškovima. Navedeno je ostavljeno građevinskim kalkulantom.

Kada započinju s procjenama troškova, kalkulanti obično započinju s digitalizacijom arhitektonskih nacрта ili importiranjem njihovih CAD nacрта u alate za procjenu troškova ili ručno izvlače količine materijala iz njihovih nacрта. Sve prethodno navedene metode unose dodatnu mogućnost za ljudsku pogrešku te umnožavaju netočnosti koje se potencijalno nalaze u originalnim nacrtima.

BIM 5D je dimenzija koja u primjeni BIM metodologije izravno odgovara procjeni troškova građenja. U trodimenzionalnom modelu, ekonomska varijabla je uvedena za procjenu troškova projekta s namjerom da se troškove kontrolira i procjeni izdatke (cijena pojedinih elemenata zgrade ili elemenata modela predstavlja vrijednost parametra).

Korištenjem informacijskog modela o građevini umjesto nacрта, izvlačenje količina, prebrojavanja i dimenzije mogu se direktno povući iz temeljnog modela. Stoga, informacije su uvijek usklađene s projektom. Također, kada dođe do neke promjene u projektu – primjerice smanjenje veličine prozora – promjena se automatski prenosi na svu povezanu građevinsku dokumentaciju i vremenske rasporede, te se jednako tako automatski mijenjaju i sve količine, prebrojavanja i dimenzije koje koristi kalkulanta.

Vrijeme koje kalkulanta utroši na kvantifikaciju ovisi od projekta do projekta, ali čak 50 – 80 % vremena potrebnog za izradu procjene troškova se utroši samo na kvantifikaciju. Imajući na umu te brojke, jasno je kakvu značajnu prednost korištenje informacijskog modela o građevini može imati za procjenu troškova. Kada nije potrebno ručno izvlačiti količine, može se uštedjeti vrijeme, novac te smanjiti vjerojatnost ljudske pogreške. Zapravo, jedna od uobičajenih pritužbi tvrtki za kalkulacije je upravo to kako im je mrsko plaćati kalkulante da samo jednostavno broje ili kvantificiraju kada zapravo mogu doprinijeti procesu gradnje s puno više stručnosti i iskustva.

Automatizacijom zamornog zadatka kvantifikacije, BIM omogućava kalkulantima da navedeno vrijeme ulože u specifične radnje veće vrijednosti za projekt – identificiranje građevnih elemenata, formiranje cijena, rizici faktoringa, itd. – a koji su nepходni za visokokvalitetnu procjenu. Primjerice, ako se promatra projekt komercijalne zgrade za izgradnju u sjevernoj Minnesoti u zimskom periodu, kalkulant će uočiti da su zimsko grijanje i odvodnja potrebni za dio betonskih temelja. To je vrsta specijaliziranog znanja koje jedino stručni kalkulant može točno uzeti u obzir prilikom procjene troškova. Takvo građevinsko znanje, ne slijepo “računanje”, je stvarna vrijednost koju stručni kalkulanti unose u proces procjene troškova.

Ukoliko se primjenom BIM alata može povećati učinkovitost procesa građenja od faze idejnog projekta pa kroz cijeli životni ciklus zgrade na način da se kontroliraju troškovi (što omogućuje BIM 5D) to znači da je zapravo moguće procijeniti troškove cijelog životnog ciklusa zgrade u vrlo ranoj fazi projekta. Ovo pak znači da je u fazi projektiranja moguće izabrati varijantu projekta koja će dati optimalne troškove kroz cijeli životni ciklus zgrade (promatrajući različite alternative po pitanju energetske učinkovitosti, ocjene toplinskih gubitaka i dobitaka, rasvjete, itd.). Utjecaj svih promjena u projektu se u BIM modelu vrlo brzo mogu analizirati po pitanju utjecaja na energetska učinkovitost i troškove.

Postoje različiti načini za unos količina i karakteristika materijala iz informacijskog modela o građevini u sustav procjene troškova. Široke kategorije integracijskih pristupa uključuju:

- **Aplikacijsko programsko sučelje** (eng. *Application Programming Interface, API*) za komercijalno dostupne alate za procjenu s direktnom poveznicom između određenog sustava procjene i BIM programskog alata. Iz BIM programskog alata korisnik izveze model građevine koristeći format datoteke odgovarajući alatu za procjenu te ga u tom obliku prosljeđuje kalkulant. Kalkulant otvara dobiveni dokument s odgovarajućim programskim paketom te započinje proces procjene troškova.
- **ODBC poveznica** (eng. *Open data Base Connectivity, ODBC connection*) za programske alate procjene, korisna za integraciju aplikacija usmjerenih na informacije kao što su upravljanje specifikacijama i procjena troškova modeliranjem informacija o građevini. Ovaj pristup obično koristi ODBC bazu podataka za pristup informacijama o određenim karakteristikama (atributima) u modelu građevine, a zatim koristi izvezene 2D ili 3D CAD dokumente za pristup podacima o dimenzijama. Dio integracije uključuje modifikaciju (rekonstituciju) informacija o građevini unutar troškovnog rješenja povezujući troškove, geometriju, svojstva i cijene.
- **Ispis u Excel**. U odnosu na prethodno navedene pristupe, izvlačenje količina i njihov ispis u Microsoft® Excel® alatu možda se čini banalno, ali jednostavnost i kontrola savršeno odgovaraju nekim troškovnim analizama. Primjerice, mnoge tvrtke samo definiraju količine materijala, prikazuju podatke u proračunskim tablicama te ih u tom obliku prosljede kalkulantu.

Valja naglasiti da ne postoje dobri ili loši pristupi – svaka strategija integracije temelji se na procjeni tijeka rada koji koristi određena tvrtka, troškovnim rješenjima koja imaju, bazi podataka o cijenama koje koriste i tako dalje.

Dodatno, ne smije se zaboraviti da je za gradnju održivih zgrada osim energetske učinkovitosti, vrlo važan aspekt smanjenje korištenja prirodnih resursa te ukupno smanjenje ugljičnog otiska zgrade (ugrađena energija proizvoda u zgradi). Iako je cilj održivosti potrebno ostvariti, odluke u smjeru održivosti moraju biti i ekonomski isplative da bi projekt bio održiv, pa je potrebno pronaći ravnotežu između utjecaja na okoliš i troškovnog optimuma što svakako omogućuje BIM proces.

4.5 Tehnologija laserskog skeniranja

Primjena tehnologije laserskog skeniranja je naročito popularna u geodeziji i izradi geoprostornih baza podataka. Osim toga, u posljednjih nekoliko godina dolazi do razvoja hardvera i softvera za provođenje laserskog skeniranja kao i BIM alata koji pak omogućuju primjenu laserskog skeniranja u građevinskoj industriji. Lasersko skeniranje se danas najčešće koristi kod postojećih zgrada, ali se javlja i primjena kod novogradnji (npr. kad je potrebno proizvesti predgotovljene elemente da budu prilagođeni na gradilištu izrađenoj konstrukciji zgrade, itd.). Svakako se može zaključiti da lasersko skeniranje postaje kritična funkcija nužna za završavanje integriranog BIM ciklusa te donosi posebnu dodanu vrijednost BIM procesu i BIM modelima.

Obnova: dolazak do informacija korištenjem obrnutog inženjeringa

Za postojeće zgrade, u većini slučajeva ne postoji digitalni model (BIM model). Informacije se tada moraju dobiti i zabilježiti na temelju postojeće stvarne situacije na terenu, odnosno koristi se tzv. obrnuti inženjering, provodi se izmjera i utvrđivanje sastava i stanja zgrade te se izrađuje BIM model.

Za provođenje obrnutog inženjeringa ovdje su opisana dva rješenja: Obrnuti inženjering uz provođenje ručne izmjere kao i korištenje oblaka točaka.

Oba načina se sastoje od dva osnovna dijela:

- Definiranje prostorne situacije:
 - Položaj instalacija u odnosu na građevinske dijelove zgrade;
 - Položaj konstrukcije, nosivih i nenosivih elemenata
- Snimanje specifikacija ugrađenih komponenti tehničkih sustava.

Za obje metode unaprijed se mora razmotriti koje će se informacije koristiti. Ako je moguće, to bi trebalo učiniti selektivnije nego u slučaju izrade BIM modela za nove zgrade.

Ručna izmjera i bilježenje informacija

Ukoliko se provodi ručna izmjera, potrebno je pratiti slijedeće korake, pod pretpostavkom da na početku procesa nisu dostupne nikakve informacije:

- Odabir informacija koje je potrebno zabilježiti;
- Prikupljanje nacрта;
- Prikupljanje postojećeg načina označavanja soba i drugih prostora;
- Kreiranje digitalne kontrolne liste koja se može uz korištenje laptopa ili tableta popunjavati sa svim informacijama za koje je odlučeno da su relevantne;
- obilazak zgrade i snimanje informacija o tehničkim sustavima na licu mjesta;
- napomene na nacrtima, na primjer o položajima i razmacima između instalacija te s obzirom na nosive elemente ali i samih konstrukcijskih elemenata;
- U mnogim slučajevima, stropovi je potrebno otvoriti kako bi se pregledali skriveni dijelovi tehničkih sustava;
- Dodatno, potrebno je provesti i mjerenje trenutnog stanja građevnih dijelova zgrade u odnosu na koje se onda bilježi i potrebni koraci za održavanje.

Jasno je da je ovdje riječ o radno intenzivnom procesu u kojem su dobra priprema i pred-izbori neophodni kako bi se spriječilo nepotrebno trošenje radnih sati.

Digitalna izmjera korištenjem oblaka točaka

U mnogim slučajevima, osobito u starijim zgradama, postoji vrlo malo pouzdanih ili pronicljivih prostornih informacija dostupnih iz nacrtu zgrada i/ili shema tehničkih sustava. Ukoliko je potrebno provesti energetske (ili druge) obnove posebno djelomične obnove u kojima dijelovi konstrukcija ili tehničkih sustava ostaju netaknuti, nedostatak pouzdanih informacija je ozbiljan nedostatak. Nedostatak pouzdanih informacija o postojećoj zgradi u fazi projektiranja dovodi do produženja vremena izgradnje, a često i do probijanja rokova. Ukoliko se u postojećoj zgradi planira nova instalacija, projektant nove instalacije će imati potrebu saznati gdje se nalaze postojeće instalacije u zgradi, kakvi su pojedini građevni dijelovi postojeće zgrade kako bi mogao definirati trasu novo projektirane instalacije, lokaciju pojedinih dijelova tehničkih sustava itd. U takvom je slučaju često najbolje i najjednostavnije rješenje korištenje tzv. Oblaka točaka.

Kako bi se razumio način primjene tehnologije laserskog skeniranja i njezine primjene na integrirani BIM proces, najprije će se ukratko opisati što je lasersko skeniranje i koje su osnovne funkcije laserskog skeniranja.



Uređaj (laserski skener) funkcionira na način da odašilje gusti snop laserskih zraka, one se

reflektiraju od objekata koji se nalaze u okolici uređaja i ulaze natrag u sam uređaj. Podatak koji se mjeri je zapravo vrijeme potrebno da se laserska zraka vrati u uređaj, te se temeljem poznate brzine širenja (brzine svjetlosti) i vremena povrata zrake može izračunati udaljenost objekta od uređaja. Tu udaljenost bilježi kao točku u nekom trodimenzionalnom prostoru. Ukoliko se odašalje veliki broj laserskih zraka (tisuće u sekundi), dobije se veliki broj točaka (milijuni čak i milijarde) u trodimenzionalnom prostoru koje kad se gledaju skupno zapravo predstavljaju oblak točaka koji vrlo vjerno reprezentira objekt koji je skeniran. Skeneri također mogu odrediti R,G,B vrijednosti boja kako bi se moglo na intuitivniji način prezentirati oblak točaka.

Što je oblak točaka?

Oblak točaka je metoda određivanja prostorne situacije u postojećoj zgradi korištenjem instrumenta koji može snopom laserskih zraka skenirati i mjeriti zgradu iznutra ili izvana.

Instrument detektira udaljenost instrumenta do površine od interesa, odnosno zgrade korištenjem lasera, a zatim bilježi udaljenost u određenom smjeru. Laser zatim blago rotira te ponavlja mjerenje sve dok ne provede mjerenje u cijeloj hemisferi.

Na ovaj način, korištenjem informacije o izmjerenoj udaljenosti i smjeru laserske zrake u trenutku mjerenja, moguće je definirati točku u prostoru gdje se nalazi površina od koje se laserska zraka reflektirala, a ta točka može biti zgrada ili bilo koji drugi objekt u prostoru. Ukoliko se provede mjerenje udaljenosti u više točaka i ako se sve prikupljene točke prikažu istovremeno u prostornom modelu, takav se skup točaka naziva „oblak točaka“.

Ukoliko se uređaj za lasersko skeniranje premjesti na drugu lokaciju na primjer unutar zgrade, moguće je dobiti drugi oblak točaka, te je moguće stvoriti dovoljan broj oblaka točaka da se obuhvati cijela zgrada. Korištenjem odgovarajućih softvera moguće je spojiti oblaka točaka u jedan zajednički oblak točaka koji obuhvaća cijelu zgradu s razinom detaljnosti koja je potrebna (npr. 3mm razmak između točaka, ili 5 mm ili neka druga – uz ograničenja zbog visine, pristupa itd.).

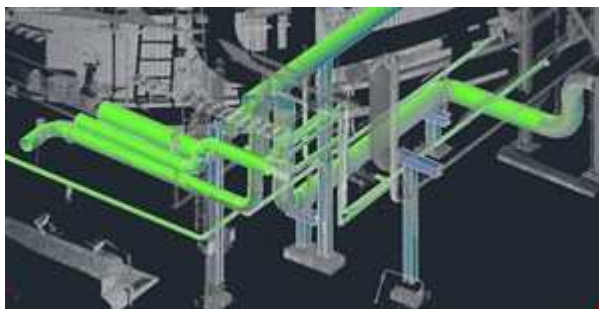
Tako se na primjer strojarnica ili kotlovnica može skenirati i pretvoriti u oblak točaka unutar jednog dana, pri čemu se gotovo sve prostorne informacije mogu snimiti s točnošću od nekoliko milimetara. Važno je samo da su otvorene linije vidljivosti i predmet će biti skeniran; tako se na primjer spuštene stropovi itd. moraju ukloniti ukoliko se želi skenirati sustav u stropu.

Svojstva oblaka točaka:

- Oblak točaka je često velik i po nekoliko gigabajta jer sadrži veliki broj točaka;
- Model nije inteligentan, npr. cijev nije objekt, već skup točaka koje nisu međusobno nikako povezane;
- Vidljiva je samo vanjska površina, ne možete gledati iza ili kroz npr. izolaciju cijevi;
- Model se može učiniti "lakšim" tako da se u oblak točaka ucrtavaju BIM objekti, a pojedini skupovi točaka koje predstavljaju u oblaku točaka dotični (ucrtani) element obrisati.;
- Unutar takvog modela mogu se provesti virtualna mjerenja za određivanje potrebnih udaljenosti i dimenzija. To se može učiniti u uredu na računalu korištenjem oblaka točaka dobivenog laserskim skeniranjem.

U idealnom slučaju, može se izraditi gotovo fotorealistički 3D BIM model umetanjem oblaka točaka, što može uštedjeti puno vremena, posebno u složenijim renovacijama, tijekom faze projektiranja te se može spriječiti gubitak vremena u fazi izvođenja radova. Ova metoda je vrlo prikladna kod proizvodnje predgotovljenih elemenata u svrhu izbjegavanja dijelova koji se ne mogu ugraditi zbog nepoklapanja prihvatnih elemenata.

Bilježenje prostornih informacija na taj način je učinkovito i točno, ali za određivanje specifikacija ugrađenih komponenti tehničkih sustava i građevinskih materijala još uvijek je potrebno provesti ručna očitavanja i unos informacija u BIM model.



Primjer oblaka točaka

Oblak točaka kao rezultat laserskog snimanja može biti vrlo moćan alat za analizu sam po sebi, ali kako bi se mogao koristiti za energetska učinkovitost u zgradarstvu, oblak točaka treba pretvoriti u BIM model baziran na BIM objektima. Pretvaranje oblaka točaka u BIM model je tradicionalno proces koji se sastoji od tri koraka:

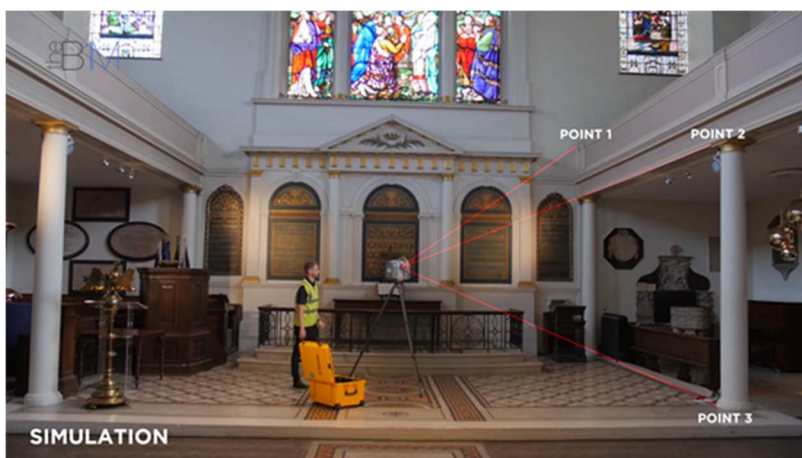
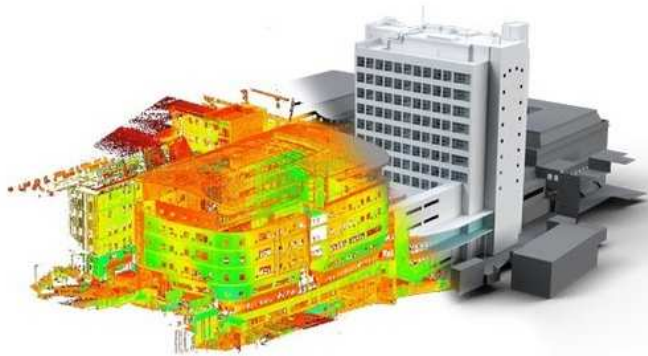
1. Više skenova je prikupljeno s različitih postaja skeniranja (pozicija oko objekta koji se skenira)
2. Podaci prikupljeni na različitim postajama skeniranja su spojeni zajedno u jedinstveni oblak točaka u postupku naknadne obrade rezultata ispitivanja
3. Oblak točaka se uvozi u CAD ili BIM alate u kojima se onda izrađuje BIM model zgrade

Neki od dostupnih softvera imaju sposobnost stvaranja sadržaja iz oblaka točaka korištenjem određenih algoritama koji prepoznaju površine iz oblaka točaka. Ovo omogućuje vrlo brzo stvaranje objekata, ali treba znati da postoje određena ograničenja vezana uz točnost i prihvatljivost meta-podataka na ovaj način modeliranih objekata. S druge strane „ručno“ stvaranje objektnih modela je sporiji proces, ali se pokazao kao bolji pristup te ima veću prihvatljivost meta-podataka.

Lasersko skeniranje može biti dugotrajni postupak koji rezultira s velikim i/ili kompleksnim skupovima podataka, pa se preporuča dobro planiranje i definiranje očekivanih rezultata prije samog provođenja ispitivanja. U velikom broju slučajeva željeni ishod laserskog skeniranja je precizno odrediti geometriju objekta snimanja (informacije o X, Y i Z koordinatama točaka). Nakon toga potrebno je odlučiti koje će se informacije u BIM modelu dati oblaku točaka, npr. 3D informacije se često koriste za provjeru izvođenja u odnosu na projekt. Nadalje, informacije o elementima se mogu iskoristiti za dobivanje 4D (vremenskih) informacija i 5D informacija o troškovima), a u slijedećem koraku se BIM objekti mogu obogatiti i 6D informacijama o upravljanju imovinom (facility management).

Nakon što se definiraju ciljevi skeniranja, potrebno je izraditi plan skeniranja, odnosno skup informacija koji definira obuhvat skeniranja, optimalni položaj instrumenata i pristup koji će se koristiti kod samog laserskog skeniranja. Često plan skeniranja počinje s detaljnom analizom objekta skeniranja ili dijelova objekta koji su od interesa.

Kod definiranja ciljeva skeniranja, potrebno je razjasniti kolika je rezolucija (razmak između dvije točke u oblaku točaka) laserskog skeniranja potrebna, na primjer na visokim zgradama je teško sa zemlje postići veliku rezoluciju (npr. 3 mm između dvije točke). Doduše, ukoliko oblak točaka sadrži preveliki broj točaka, on će nepotrebno opterećivati BIM model i usporavati računalno što znači da je vrlo detaljan oblak točaka često nepraktičan. Zbog toga treba dobro razmisliti koja razina detaljnosti (rezolucija) zapravo treba u daljnjem korištenju oblaka točaka. Zbog toga što rezolucija skenera može biti i manja od 1 mm, može se ustvrditi da je lasersko skeniranje mnogo pouzdanija metoda za određivanje geometrijskih karakteristika objekata od bilo koje tradicionalne metode mjerenja.



Tijekom procesa laserskog skeniranja potrebno je identificirati referentne točke (reper) koji će se u naknadnoj obradi oblaka točaka snimljenih s nekoliko stanica snimanja koristiti za lakše spajanje nekoliko oblaka točaka u jedinstveni oblak točaka cijele zgrade. Postoje razne tehnike određivanja repera koje se koriste pri laserskom skeniranju, ali najvažnije je naglasiti da je potrebno odrediti barem tri repera na objektu koji se skenira i to na svakoj postaji skeniranja. Naravno što više referentnih točaka (repera) ima, točnost

laserskog skeniranja biti će veća, dok će nedovoljni broj referentnih točaka omesti kvalitetnu naknadnu obradu rezultata mjerenja i rezultirati će lošim skenom površine odnosno potrebom ponavljanja mjerenja.

Kako bi se na primjer odredila dimenzija zida, potrebno je provesti skeniranje zgrade izvana te iznutra, pri čemu svaka točka ima precizne koordinate u Kartezijevom koordinatnom sustavu, a objedinjavanjem oblaka točaka dobivenih vanjskim i unutarnjim laserskim skeniranjem može se odrediti debljina zida s točnosti unutar 1 mm.

Nakon što je provedeno lasersko skeniranje i naknadnom obradom je stvoren jedinstveni oblak točaka, počinje izrada objektnog modela (BIM modela). Potrebno je BIM model izraditi na način da se najprije modelira konstrukcija, pa arhitektonska obilježja zgrade te nakon toga tehnički sustavi u zgradi. U slučaju da se modelira obnova postojeće zgrade, najčešće će se postaviti zahtjev da BIM model na određeni način odvoji postojeće elemente koji se u daljnjim radovima zadržavaju i nove elemente, tako da se postojeći i novi elementi mogu promatrati zasebno tijekom korištenja BIM modela ukoliko to bude potrebno. Osnovna je pretpostavka naravno da se prilikom laserskog skeniranja može definirati sljubnica starog dijela zgrade i novog dijela zgrade.

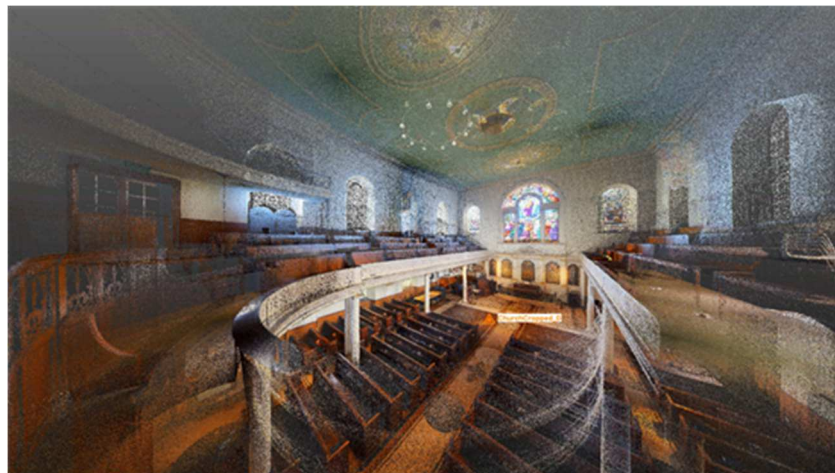
Industrija predgotovljenih elemenata naročito može profitirati od laserskog skeniranja postojećih zgrada ili pak nosivih konstrukcija novih zgrada. Mnogi proizvođači su sposobni proizvesti predgotovljene elemente u tvornicama i dovesti iste na gradilište te ih u vrlo kratkom roku montirati na zgradu. Iako predgotovljena gradnja pruža mnoge prednosti (sigurniji uvjeti rada, kontrolirani okoliš i automatizacija proizvodnje), jasno je da predgotovljena gradnja može biti uspješna samo uz uvjet točnih informacija o geometriji i pozicijama ugradnje, što lasersko skeniranje svakako može omogućiti.

Točni 3D prikazi elemenata dobiveni laserskim skeniranjem mogu se koristiti za 4D aplikacije pri čemu se razmatraju vremenski aspekti povezani uz građevne elemente zgrade. Točnije, količina i pozicija svakog elementa može se koristiti za izradu detaljnih rasporeda montiranja ovisnih o pozicijama montaže koji glase kao točniji rasporedi montiranja od klasičnih rasporeda s obzirom da oni koriste detaljne informacije o količinama i pozicijama za definiranje točnog opsega posla i radnih pozicija tijekom procesa građenja. Također, ovakav raspored montaže koji je ovisna o pozicijama može se iskoristiti i za kontrolu montaže na gradilištu i potaknuti radne brigade da na proaktivan način upravljaju svojim rasporedom i rokovima. Ovdje opet dolazi do izražaja činjenica da posjedovanjem točnih informacija može smanjiti kašnjenja tijekom izvođenja.

Osim u predgotovljenoj gradnji, sličan primjer može se opisati i kod postavljanja instalacija (razvoda sustava grijanja, hlađenja i klimatizacije), električne energije itd.

Lasersko skeniranje se pokazalo naročito korisnim kod prostora koji se koriste tijekom pregleda te je nemoguće provesti kvalitetne izmjere (bolnice, tvornice, itd.) pri čemu oblak točaka može pružiti detaljni uvid u tehničke sustave takvih zgrada bez dugotrajnih radova i ometanja funkcioniranja prostora.

Ukoliko se koriste BIM modeli izrađeni na temelju oblaka točaka, mogu se specijaliziranim BIM alatima simulirati terminski planovi (dinamički planovi). Rezultati simuliranja terminskih planova mogu biti potrebni za organiziranje radova unutar normalnog korištenja zgrada ili predviđanje prekida normalnog korištenja zgrada zbog provođenja radova. Ovi podaci (rezultati simulacija terminskih planova) su korisni i vlasnicima (korisnicima zgrada) i izvođačima.



Lasersko skeniranje osim može pomoći osim kod predviđanja vremena građenja (BIM 4D) i kod predviđanja troškova građenja (BIM 5D) s obzirom da količine koje dolaze iz 3D elemenata obično budu točnije nego one proračunate iz klasičnih nacрта, pri čemu je naravno moguće razlikovati specifično troškove vezane uz pojedine vrste elemenata pa čak i stare (postojeće) dijelove zgrada u odnosu na nove dijelove zgrada. Razlika između postojećih i novih dijelova zgrada je često u cijeni izvođenja određenih radova poput npr. cijene toplinske izolacije postojećeg cijevnog razvoda u odnosu na cijenu izolacije cijevi koje se tek ugrađuju.

S obzirom da se kod provođenja obnova postojećih projekata u troškovnike ugrađuju rezerve koje služe da se pokriju sve potencijalne nepoznanice koje proizlaze iz nedostatka odgovarajućih informacija, BIM modeli i lasersko skeniranje tu također naprednim izvođačima omogućuju određene prednosti. Naime, ukoliko se provede lasersko skeniranje, moguće je odrediti točne količine određenih radova i pri tome smanjiti rezerve ugrađene u troškovnike, što posljedično znači da se dodatno ulaganje u lasersko skeniranje može isplatiti ukoliko zbog niže cijene izvođač dobije određeni posao.

Očigledna je prednost laserskog skeniranja kod izrade snimke izvedenog stanja zgrade koja se isporučuje investitoru prilikom primopredaje zgrade. Vlasnici, investitori i upravitelji zgradama su odgovorni za upravljanje imovinom tijekom cjelokupnog životnog ciklusa zgrade te su stoga često zainteresirani za posjedovanjem što veće količine detalja o izvedenom stanju zgrade. Lasersko skeniranje se može primijeniti u različitim fazama građenja te se mogu izmjeriti konačne pozicije određenih elemenata zgrade. Taj konačni položaj određen laserskim skeniranjem se tada može provjeriti u odnosu na BIM model kako bi se osiguralo da BIM model koji se predaje investitoru kod primopredaje reflektira stvarno izvedeno stanje zgrade. Ukoliko prilikom korištenja dođe do bilo kakvih problema koji zahtijevaju radove održavanja, instalateri i održavatelji mogu s većom sigurnosti provoditi radove, odnosno potencijalno pronaći odgovore na neka pitanja (kako nešto izgleda, kako je nešto napravljeno) u BIM modelu izvedenog stanja ili oblaku točaka, a ne na ljestvama u npr. nečijem dnevnom boravku. Ukoliko je BIM model izvedenog stanja točan, ekipe radnika prilikom intervencije mogu ga koristiti za definiranje načina rada i prilaza nepristupačnim mjestima.

Ukoliko se radi o postrojenjima koje su skupe u slučaju kvara i zastoja, preporuča se provođenje laserskog skeniranja i izrade BIM modela u periodu kad sustav funkcionira (pro-aktivan pristup), čime se skraćuje vrijeme zastoja (anulira potreba izrade modela dok je sustav u kvaru) i zapravo postiže ušteda.

Slično, zgrade se mogu laserski snimati i u svrhu snimanja i pohranjivanja povijesno važnih arhitektonskih obilježja zgrada (fasada, štukatura, itd.) što se može koristiti kod rekonstrukcije zgrada koje su zaštićeni spomenici kulture, a skeniranje se može obaviti prije nego zaštićena obilježja propadnu.

Implementacija laserskog skeniranja donosi cijeli novi skup mogućnosti u BIM proces, u smislu sposobnosti za prikupljanje detaljnih informacija o položaju elemenata u njihovom okolišu. Smanjenje troškova hardvera i softvera te povećane mogućnosti softvera omogućuju sve češću primjenu laserskog skeniranja i kompetitivnu prednost za izvođače koji su spremni uložiti vrijeme i trud u potpuno integrirani BIM proces.

5. Modul 5 – Analiza BIM modela

5.1 BIM za upravljanje kvalitetom

Većina upravitelja u postojećim zgradama mora se baviti posljedicama utjecaja svakodnevnih aktivnosti dok nadzire održavanje i funkcioniranje predmetnih zgrada. Obično, njihova glavna briga je upravljanje toplinskim komforom u zgradi odnosno temperaturom zraka uz korištenje minimalne potrebne energije za postizanje istog. Upravitelji također moraju upravljati kvalitetom unutarnjeg okoliša odnosno parametrima poput relativne vlažnosti zraka, osvjetljenjem, zvukom itd. - kao i kvalitetom pruženih usluga, operativnim troškovima zgrade, korištenjem energije, korištenjem vode, recikliranjem i smanjenjem otpada.

Mnogi upravitelji zgradama već rade s nekoliko tehnologija tijekom upravljanja zgradama. Sustav za automatizaciju (BAS - building automation system) ili sustav za upravljanje zgradom (BMS - building management system) najčešće se odnosi na upravljanje tehničkim sustavima i sustavima rasvjete u zgradi. Sustav upravljanja energijom može biti dio BAS-a ili BMS-a te se odnosi na optimalno korištenje energije za postizanje parametara ugodnosti. U mnogim zgradama, integrirani sustav upravljanja poslovima (IWMS - integrated work management systems) ili kompjuterizirani sustav upravljanja održavanjem (CMMS - computerized maintenance management systems) podupiru upravljanje zgradama – aktivnostima održavanja, radnim nalogima, upravljanjem prostorom, planiranjem resursa (novca ili osoblja), itd.

Svi navedeni sustavi su ovisni o podacima i informacijama, ali svi koji su bili uključeni u njihovu implementaciju za postojeće zgrade znaju da su ovakvi sustavi zaista vrijedni, iako zahtijevaju pažljivo planiranje, razumijevanje očekivanih ishoda, detaljno prikupljanje podataka, testiranje i izobrazbu.

Iako potreba za planiranjem i izobrazbom nikada neće nestati, BIM tehnologija i standardi razvijeni oko nje mogli bi ponuditi mogućnost da se ti različiti sustavi objedine. U uobičajenom načinu rada, upravitelji zgradama imaju mnogo dokumenata koji pružaju informacije o objektima: generacije crteža, knjige specifikacija, upute za korištenje i održavanje, jamstva, izvješća o ispitivanju sustava i druge zapise o projektu.

Rijetko su svi ti izvori informacija povezani elektroničkim putem, a u mnogim je slučajevima upravljanje podacima nepotpuno, odnosno crteži se rijetko održavaju i obnavljaju, informacije o ugrađenim tehničkim sustavima, izmjenama i nadogradnjama istog često ne postoje. Ovisno o aktivnostima u određenom mjesecu i količini podataka, ali upravljanje podacima postaje sastavni dio radnog vremena imenovanih djelatnika, a često je potrebno i puno radno vrijeme da bi se upravljalo podacima u velikim sustavima. Pristupanje informacijama je dodatni problem, jer informacije nisu uvijek ažurirane ili ih nije lako izdvojiti.

Upravitelji zgradama zasigurno razumiju potrebu za dosljednim, točnim i informacijama koje se lako ažuriraju u poslovima upravljanja zgradama, pri čemu tehnologija nije uvijek bila dostupna kako bi podržala pružanje i korištenje točnih informacija na jednostavan način. Korištenje BIM-a na dosljedan način može osigurati razmjenu i pohranjivanje točnih informacija koje upravitelj zgrade može koristiti u trenutku kada su mu iste potrebne. Kako bi se postigao ovaj važan cilj, upravitelj zgrade mora od početka definirati zahtjeve za upravljanje dostavom informacija (IDM - information delivery management) i kontrolirati provođenje definiranih zahtjeva. Tijekom faze izgradnje, zapravo je potrebno dokumentirati informacije o bilo kojem tehničkom sustavu i ugrađenoj opremi, kao i pohraniti upute o korištenju i održavanju. Tijekom faze održavanja, sve nove informacije o servisiranju, zamijenjenim ili obnovljenim dijelovima i opremi potrebno je na odgovarajući način unijeti u BIM model kako bi sve informacije i sam BIM model bili ažurni. Upravitelj zgradom treba osigurati da serviseri omoguće sve potrebne informacije ili ih sami unose u BIM model.

5.2 Simulacijske tehnike za analizu energije i osvjetljenja

Vrlo je važno definirati zahtjeve vezane uz energetska svojstva s obzirom da je potrebno provesti što točnije simulacije potrošnje energije u zgradama bilo da se radi o novogradnji ili obnovi postojećih zgrada, stoga je bitno od početka definirati što se od projekta očekuje.

Za svaku zgradu potrebno je identificirati način uporabe svake pojedine "zone" kako bi se utvrdila predviđena temperatura, broj izmjena zraka itd. Osim toga potrebno je poznavati toplinska svojstva svakog zida, stropa, poda, prozora, vrata itd. Što su ti podaci pouzdaniji, to će biti bolje simulacija. Posebno u slučaju postojeće zgrade, vrlo je važno znati naviku stanara tako da se simulacija može izvesti na ispravan način.

Kako bi se dobila detaljna analiza potrošnje energije u promatranoj zgradi, geometrijski BIM model se može pretvoriti u analitički model. Pri tome se najprije geometrijske prostore BIM modela pretvori u prostorije. Ovo je bitno zbog toga što su u BIM alatu za analizu potrošnje energije, prostorije ekvivalentne toplinskih zonama koje se trebaju definirati zbog izmjene topline između više toplinskih zona. Toplinska zona je prostor potpuno obavijen građevnim dijelovima zgrade (zidovima, prozorima, podovima, stropovima, krovovima, itd.) i smatra se osnovnom jedinicom za koju je potrebno izračunati potrebnu energiju za grijanje i/ili hlađenje. „Prostorija“ (zona) je dakle definirana građevnim dijelovima zgrade koji ju okružuju. Jednom kada je „prostorija“ (zona) definirana za potrebe analize potrošnje energije, građevni dijelovi zgrade koji ju okružuju se pretvaraju u 2D plohe koje su postavljene na vanjsku, unutarnju plodu ili pak u sredinu zida, ovisno o tome da li se radi o granicama između kondicioniranog i nekondicioniranog/vanjskog prostora ili pak dva kondicionirana prostora te ovisno o tome koji je način proračuna propisan u pojedinoj zemlji. Osim toga, nadstrešnice, balkoni i slični elementi koji izlaze iz volumena zgrade a nisu okruženi građevnim dijelovima zgrade se u BIM alatima pri energetske analizi smatraju plohamo koje služe za zasjenjenje. Kako bi se utvrdilo da li je prostorija unutarnji (kondicionirani ili nekondicionirani) prostor ili pak vanjski prostor, potrebno je definirati rubne i početne uvjete u analitičkom BIM modelu. Korištenjem BIM alata razvijenih namjenski za energetske analize, moguće je izravno prenijeti geometrijski BIM model zgrade u BIM alat za energetske simulacije i analizu i to korištenjem gbXML i IFC formata.

Ukoliko je potrebno provjeriti istinitost podataka koji su ušli u energetske analizu, odnosno provjeriti točnost BIM alata, moguće je za zgradu provjeriti osnovne geometrijske karakteristike zgrade koje su prenesene pomoću gbXML ili IFC formata iz BIM geometrijskog modela u BIM energetske model. Dodatno, moguće je provjeriti materijale, sustave, vrstu zgrade, lokaciju, itd. Iako se s razvojem BIM alata razvijaju i formati za prijenos podataka, preporuča se prilikom prijenosa podataka, ipak provesti osnovne provjere, naročito ako se radi o prijenosu podataka između BIM alata različitih proizvođača.

Dodatna prednost BIM alata za izradu energetskih modela zgrada je da pružaju okruženje pogodno za uspostavu sustava za potporu odlučivanju (DSS – Decision Support System) koji omogućuje projektantskom timu izradu energetskih simulacija za nekoliko varijantnih rješenja za istu zgradu. BIM alat za energetske simulacije potom omogućuje i odabir najboljeg rješenja za promatranu zgradu ovisno o prethodno definiranim kriterijima poput potrošnje energije, utjecaj na okoliš, ekonomske analize itd. Prednost navedenog leži u činjenici da je moguće izraditi nekoliko varijantnih rješenja u vrlo kratkom vremenu, promotriti njihov utjecaj na energetske učinkovitost te održivost cijele zgrade. Korištenjem BIM alata za energetske simulacije, moguće je dakle utjecati na konačno projektno rješenje te dobiti pouzdanu informaciju o potrošnji energije zgrade u korištenju. Osim energetskih simulacija, korištenjem BIM alata, moguće je provesti i analizu rasvjete, analizu životnog ciklusa (LCA – Life Cycle Analysis), utjecaj zgrade na okoliš te proračun ugrađene energije u zgradu (Embodied energy). Temeljem navedenih analiza, moguće je izraditi ocjenu održivosti svakog građevnog dijela zgrade u skladu s LEED sustavom ocjenjivanja, te naravno izraditi procjenu troškova za mjere koje se planiraju provesti.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) je jedan od najpopularnijih sustava za održivosti građevina i zgrada u cijelom svijetu, a razvijen je od strane USGBC (U.S. Green Building Council). LEED uključuje sustav ocjenjivanja zgrade u fazi projekta, izgradnje, korištenja i održavanja. Cilj je LEED-a promocija zelene gradnje, te pomoći korisnicima, vlasnicima i upraviteljima zgradama da postanu odgovorni prema okolišu i učinkovito te održivo koriste resurse. Osim LEED-a postoje i drugi sustavi za ocjenu održivosti građevina poput BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) i dr.

- **Energetski modeli:** BIM modeli za analizu potrošnje energije u zgradama koriste se za analizu potrošnje energije u ranim fazama projektiranja kada se razmišlja o pojedinim varijantama rješenja. BIM energetski modeli u ranim fazama projektiranja omogućuju lakšu interpretaciju utjecaja oblika zgrade, orijentacije zgrade ili nekog drugog parametra na potrošnju energije u zgradi. Za BIM energetske modele u ranoj fazi projektiranja, dovoljno je koristiti samo osnovnu geometriju zgrade, dok će realniji i detaljniji BIM modeli biti potrebni u kasnijoj fazi projektiranja i izrade BIM energetskih modela.
- **Modeli osvjetljenja:** se najčešće koriste u svrhu prezentacije, jer BIM modeli osvjetljenja namijenjeni za utvrđivanje vizualnih aspekata u zgradi. Zbog dobivanja što točnijih rezultata iz ovih analiza, BIM modeli osvjetljenja su općenito detaljniji nego BIM energetski modeli. Potrebno je dakle definirati geometriju zgrade kako bi se moglo analizirati dnevno osvjetljenje koje ulazi u zgradu te moguća rješenja za poboljšanje rasvjetljenosti specifičnih prostora (dnevnom svjetlom ili umjetnom rasvjetom), ali i rješenja za smanjenje blještavila ukoliko se ono događa. BIM model osvjetljenja se radi u završnoj fazi projektiranja i zapravo se vrlo često koristi za vizualizaciju projekta investitoru.

Kad se BIM geometrijski model uveze u BIM alat za energetske simulacije, BIM energetski model će preuzeti podatke definirane za pojedinu lokaciju prilikom izrade geometrijskog BIM modela zgrade. Kako bi se prilikom izvoza/uvoza informacije o pojedinim korištenim materijalima i proizvodima i dalje raspoznavale potrebno je 3D modeliranje provesti na način da se svaki od materijala definira zasebno, a ne kao sustav. Trenutno je stanje razvoja formata za prijenos podataka na razini da se nakon prijenosa u BIM energetske modele ne raspoznaje svaki sloj posebno, pa je zbog toga potrebno uložiti dodatni napor u definiranje svakog od slojeva zasebno.

Osnovni zahtjevi za analizu osvjetljenja koje je potrebno definirati u BIM modelima su slijedeći:

- Točna geometrija prostora
- Reflektivnost površina
- Fotometrijske karakteristike rasvjetnih tijela i pridruženi parametri
- Položaj i orijentacija rasvjetnih tijela

Napredak razvoja alata za simulaciju osvjetljenja je da postaju sposobni proračunati razinu osvjetljenosti u prostorima u određenom trenutku u vremenu za točno određeni dan u godini, a sve temeljeno na povijesnim meteorološkim podacima koji se koriste za određivanje uvjeta neba za odabrani trenutak.

5.3 Stručni nadzor građevinskih radova

Digitalizacija građevinskog sektora implicira gradnju zgrada blizanaca, jedne sagrađene (realne zgrade) i druge, virtualne zgrade odnosno BIM model zgrade koji mora biti vjerna replika stvarno izvedene zgrade. Kako bi se mogao izraditi BIM model izvedene zgrade, stručnjak koji je odgovoran za nadzor građenja treba osigurati da se sve promjene tijekom gradnje pravilno unesu u BIM model. Osim toga, potrebno je povezati sheme svih tehničkih sustava i ugrađene opreme s BIM objektima u modelu kako bi se one mogle koristiti za buduće radove održavanja. Sve informacije o stvarno ugrađenim materijalima i opremi korištene tijekom gradnje trebaju se unijeti u BIM model i obogatiti model. Te informacije se generiranjem IFC formata može prenijeti iz jednog BIM softvera u drugi ali i koristiti u budućnosti u novim verzijama softvera. Vlasnik modela će konačno osigurati da se konačni model preda naručiteljima / investitorima u obliku koji je u skladu sa zadanim zahtjevima i potrebnim informacijama postavljenima u EIR-u (Employer Information Requirements).

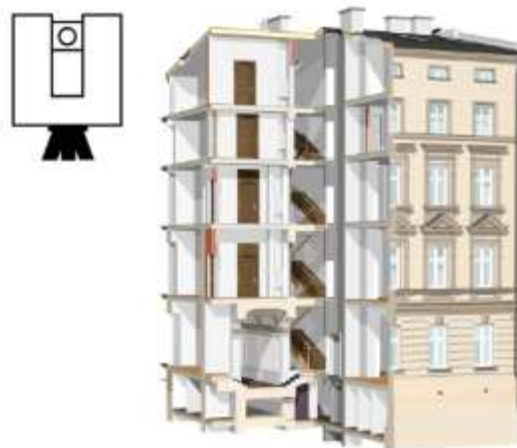


Tijekom trajanja građenja potrebna je kontrola dokumentacije i trenutnog stanja radova te se sve promjene trebaju uvesti u BIM model zgrade. Na ovaj način, nakon završetka građenja, investitor prilikom primopredaje zgrade dobiva BIM model koji je precizna replika izvedene zgrade. Ovaj model može biti temelj za održavanje zgrade, kao i sve radove na obnovi zgrade, pa tako i eventualnoj energetskej obnovi zgrade:

- **BIM model za mobilne uređaje:** BIM model i sva aktualna tehnička dokumentacija se mogu pregledati korištenjem aplikacija na mobilnim telefonima. Brzi pristup tehničkoj dokumentaciji je zbog čestih promjena u projektu važan za uspješan završetak projekta u predviđenim vremenskim okvirima i unutar budžeta. Obično se nadzor građenja provodi tek jednom tjedno ili rjeđe. Neki arhitekti koriste IFC preglednike za poboljšanje komunikacije s izvođačima na gradilištu, a BIM model je izrađen na način da može prikazati trenutno stanje građevinskih radova.
- **Razmjena informacija s gradilištem:** Dobra suradnja između projektanta i izvođača je ključna. Kontinuirano ažuriranje informacija s gradilišta u BIM modelu je ključno kako bi proces funkcionirao. Prikupljanje informacija s gradilišta se može provoditi na nekoliko načina, provođenjem detaljnih mjerenja, stvaranjem baze fotografija i izvještaja o ispitivanjima. Kroz cjelokupno trajanje građenja, tim stručnjaka neprestano provjerava, mjeri i dokumentira trenutno stanje na gradilištu. Na ovaj način investitor ima uvid u napredak radova što mu omogućuje kontrolu sukladnosti radova s izvedbenim projektom i rasporedom radova. Dodatno, izrađuje se tzv. „model izvedenog stanja“ koji je usklađen sa stvarnim stanjem zgrade. Pojedinačni elementi BIM modela



imaju status koji određuje da li su oni postojeći elementi zgrade, elementi namijenjeni za rušenje ili su tek projektirani elementi tek predviđeni za izvođenje. Tijekom nadzora građenja, u BIM model se dodaju ili se iz njega brišu elementi, odnosno njihov status se ažurira kao i sve potencijalne promjene koje se dogode tijekom izvođenja a nisu bile predviđene u projektu. Može se ustvrditi da se BIM model izvedenog stanja razvija u realnom vremenu paralelno s fizičkom gradnjom zgrade. Na ovaj se način postiže da je BIM model izvedene zgrade točna replika same zgrade te investitor može biti siguran da preuzimanjem BIM modela preuzima točne informacije o zgradi i da će one svakako pridonijeti učinkovitom upravljanju zgradom tijekom njenog korištenja, kao i budućim radovima obnova, rekonstrukcija itd. te naravno razgradnje zgrade na kraju njenog životnog ciklusa. Cijena izrade BIM modela izvedenog stanja se računa temeljem kompleksnosti zgrade za koju se on treba izraditi kao i trajanja samog građenja.



- **Ažuriranje BIM modela s podacima s gradilišta:** Promjene BIM modela se uvode odmah nakon što se dogode na gradilištu, što omogućava projektantima provođenje prilagodbi projekta i odabira najboljih (prikladnih) tehničkih rješenja. Ispravna i brza ažuriranja BIM modela su ključna za provođenje promjena koje su ključne za izvođače.

Izvođači će provesti samo-procenu u trenutku kada se završi određeni kritični posao, a nadzorni inženjer će potvrditi da je posao obavljen u skladu s projektom i zakonskom regulativom. Investitore će pak zanimati napredak radova, pa će se interesirati o rezultatima ispitivanja, napretku radova u bilo kojem trenutku procesa građenja. Ukoliko se BIM model redovito ažurira s bitnim informacijama, izvještajima itd, korisnici BIM-a poput inspektora, izvođača, nadzornih inženjera, voditelja projekata i investitora mogu u svakom trenutku pratiti tijek gradnje, svaki u području svojih interesa.

Ključni funkcijski zahtjevi za sustav kontrole kvalitete temeljenog na BIM-u su navedeni u donjoj tablici:

Broj	Naziv funkcije	Opis funkcije
1	Uvoz, pretraživanje i upravljanje 3D modelom	Uvoz IFC podataka, pregled modela i hijerarhije komponenti, upravljanje modelom, brzi pronalazak elementa od interesa.
2	Automatsko generiranje mjesta, stavke i točke za kontrolu	Uspostavljanje algoritma koji automatski generira mjesta, stavke i točke kontrole što može pomoći inspektorima pri uspostavljanju plana kontrole prije početka gradnje, ali i u njegovom provođenju u skladu s planom tijekom izvođenja radova na gradilištu.
3	Ispuniti prilagođene obrasce	Uspješno završavanje nadzora ispunjavanjem prilagođenih obrazaca korištenjem alata koji omogućuju komentiranje
4	Automatski generirati standardne dokumente	Obrasci ispunjeni na gradilištu se mogu automatski pretvoriti u standardne dokumente bez dodatnih intervencija.

5	Pregledati stanje i rezultate procesa kontrole	Pregledavanje i nadzor nad podacima provedbe kontrole koji se šalju s gradilišta te izračun statusa i rezultata cijelog procesa nadzora.
---	--	--

5.4 BIM za primopredaju i održavanje

Obično se prilikom primopredaje zgrade investitoru/vlasniku/korisniku iste omogućuje (od strane projektanta i izvođača) isporuka strukturiranih informacija o zgradi kako bi im se omogućilo učinkovito upravljanje imovinom te njezino održavanje (i razgradnja) kroz ostatak životnog ciklusa. Međutim, vrlo rijetko se zapravo provodi kontrola cjelokupne dokumentacija prilikom primopredaje, u smislu cjelovitosti, točnosti i prikladnosti dokumentacije.

S druge strane, vlasnici i upravitelji zgradama se često muče da osiguraju funkcioniranje zgrade u skladu s očekivanjima (u smislu cijene ili ugodnosti korištenja). Dodatno, treba naglasiti da vlasnici i upravitelji zgradama trebaju odrediti koje informacije treba implementirati u BIM modele te što se očekuje od BIM modela u fazi upravljanja zgradama. Takva informacija je potrebna od prvog dana projektiranja, jer projektanti i izvođači trebaju upute o tome koje točno informacije treba BIM model sadržavati. Praktičnost informacija koje BIM model sadrži mora se posebno utvrditi za svaku specifičnu zgradu.

Može se dakle zaključiti, da BIM i suradnički pristup projektiranju, zgrada, njihovom izvođenju i primopredaji može igrati ključnu ulogu u ostvarivanju bolje kvalitete završenih zgrada, zgrada koje će funkcionirati na način kako su projektirane i zamišljene.

Na kraju procesa građenja, prilikom primopredaje zgrade upravitelj zgradom (FM – facility manager) će osim ključeva zgrade dobiti i kutiju s informacijama i podacima o zgradi. Ta kutija je danas najčešće napunjena dokumentacijom u papirnatom obliku, ali ako se razmisli, ona zapravo može biti i virtualna kutija koji sadrži sve informacije i podatke o zgradi potrebne za njezino održavanje (garancije za opremu, upute za rukovanje i zaštitu na radu, popis imovine, i dr.).

Ukoliko se ključne informacije i/ili dokumentacija o zgradi zagubi, ošteti i/ili uništi tijekom korištenja zgrade, upravitelj zgrade trebat će uložiti dodatna sredstva i vrijeme da rekonstruira dokumentaciju. Osim što je to može smatrati nepotrebnim trošenjem resursa, rekonstruirane informacije o zgradi mogu biti netočne i /ili nepotpune, a u najgorem slučaju informacije o zgradi ne mogu biti rekonstruirane što može dovesti do potrebe izvedbe nove cjelokupne dokumentacije o zgradi kako bi se dokumentiralo izvedeno stanje.

Rašireno korištenje takozvanih "BIM objekata" olakšat će primopredaju. BIM objekt je element zgrade koji pripada konstrukciji zgrade i tehničkim sustavima za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju (HVAC), a može uključivati i komade namještaja i kućanskih aparata. BIM objekt može sadržavati bilo kakve informacije kao što su geometrija, dijelove tehničkih sustava, upute za korištenje i održavanje, jamstva itd. Mnogi proizvođači sada pretvaraju svoje tradicionalne kataloge u kataloge BIM objekata kako bi projektanti mogli jednostavno uzeti predmet i umetnuti ga u BIM model. "Plug and play" se može obaviti s različitim "razinom detaljnosti" (LOD) te u različitim fazama životnog ciklusa zgrade.

Tijekom faze idejnog projekta, na primjer, potrebna je samo geometrija BIM objekata, a za glavni projekt su potrebne sve informacije o priključcima na npr podsustave proizvodnje i na kraju, tijekom primopredaje i konačnog obračuna, bit će osigurane sve druge potrebne informacije. Na slici je primjer različitih LOD za isti BIM objekt.

BIM is a **information process**

BM = Building Modelling = 3D CAD

bimobject



S druge strane, današnji razvoj računalne tehnologije omogućuje digitalnu primopredaju podataka i informacija o zgradi. Te informacije su u obliku koji je bliži obliku koji će se moći koristiti i u budućnosti (tijekom životnog ciklusa zgrade), lako se nadopunjuje i osigurava njihova cjelovitost. Zbog toga informacije i podaci arhivirani u digitalnom obliku u svakom trenutku mogu biti spremne za korištenje ukoliko poneka informacija zatreba te na taj način doprinijeti funkcioniranju zgrade kroz cijeli njezin životni ciklus.

Kao logično rješenje i odgovor na gore diskutirane probleme i pitanja koja se nameću je informacijsko modeliranje zgrada (BIM) koji omogućuje neprekinuti tok informacija od početka procesa gradnje, kroz proces korištenja i održavanja zgrade sve do kraja njezinog životnog ciklusa. BIM model može sadržavati niz informacija (potrebnih raznim dionicima u životnom ciklusu zgrade) poput nacрта, korištenih materijala i proizvoda, uporabni vijek ugrađenih materijala i proizvoda te zahtijevana razdoblja održavanja i servisiranja. Informacije su povezane sa svim objektima u BIM modelu te se na taj način osigurava bolje razumijevanje zgrade od svih dionika u procesu gradnje i korištenja zgrade.

S obzirom da je pristup informacijama jedan je od ključnih elemenata koji upravitelj zgradama (FM - facility manager) treba imati kako bi donio ispravne odluke, jasno je da ukoliko on ima točne, cjelovite i strukturirane informacije o zgradi u obliku BIM modela.

Osim što korištenjem BIM-a, upravitelj zgradom (FM) može vizualizirati zgrade koje su u procesu projektiranja i izgradnje, BIM model omogućuje „pogled u budućnost“ u smislu da nudi mogućnost provođenja raznih analiza i predviđanje ponašanja zgrada ukoliko se planirani zahvati provedu na zgradi ili pak odabir optimalnog rješenja ukoliko se nudi nekoliko različitih rješenja. Dakle, korištenjem BIM modela, FM može predvidjeti ponašanje zgrade i sustava u zgradi te poduzeti pravovremene i potrebne korake koji će osigurati puni potencijal zgrade tijekom njezina životnog ciklusa, a da se istovremeno sve akcije provode na troškovno optimalan, održiv i vremenski optimalan način.

Dodatno, BIM se može koristiti u različitim fazama procesa primopredaje, gdje dionici mogu koristiti okolinu za razmjenu podataka (Common Data Environment - CDE) koja predstavlja zajedničku i neutralnu platformu, a koja se može koristiti za prikupljanje, upravljanje, distribuciju, razmjenu i povrat informacija o projektu tijekom njegova životnog ciklusa. Informacije se korištenjem CDE razmjenjuju između dionika, u razdoblju koje je dogovoreno u planu projekta.

Korištenjem BIM modela te CDE, smanjuje se rizik gubitka ili nedostatka ključnih informacija o zgradi potrebnih za donošenje odluka u procesu primopredaje, probnog rada ili u garantnom roku. Dodatno korištenjem BIM-a točnost ključnih informacija može biti zabilježeno, provjereno i analizirano u realnom vremenu, a ne samo prikupljene na kraju procesa.

Vrlo se često u praksi događa da se upravitelji zgradama (FM) žale da nisu bili dovoljno uključeni u procesu projektiranja te da zbog toga oni imaju teži posao prilikom korištenja i održavanja zgrade. Kako je ranije spomenuto, BIM tu također može pomoći, pri čemu suradnički način rada predstavlja pametniji radni proces (a ne teži), te omogućuje svim dionicima da aktivno sudjeluju. Pri tome vlasnici i upravitelji zgradama trebaju definirati sve informacije koje trebaju tijekom upravljanja, korištenja i održavanja zgrada, a te informacije su onda uključene u BIM model. Bitno je razumjeti da upravitelji zgradama ne trebaju znati sve o BIM tehnologiji i samoj problematici BIM modeliranja, ali mogu imati značajni utjecaj na BIM model definirajući zahtjeve koje BIM model treba imati i koje će biti korisne iz aspekta upravljanja zgradama.

Kako bi BIM model bio koristan za upravitelja zgradom, informacije iz BIM modela trebaju biti dostatne, dostupne i potvrđene, pa proces prikupljanja podataka treba dobro definirati na početku procesa gradnje sudjelovanjem u suradničkom radnom procesu te otvorenoj komunikaciji s projektantima svih struka. Upravitelji zgrada sasvim sigurno svojim znanjem i iskustvom mogu u nekim stvarima pomoći i educirati projektante i izvođače te na taj način poboljšati BIM model, ali i kasnije funkcioniranje zgrade tijekom njezinog životnog ciklusa.

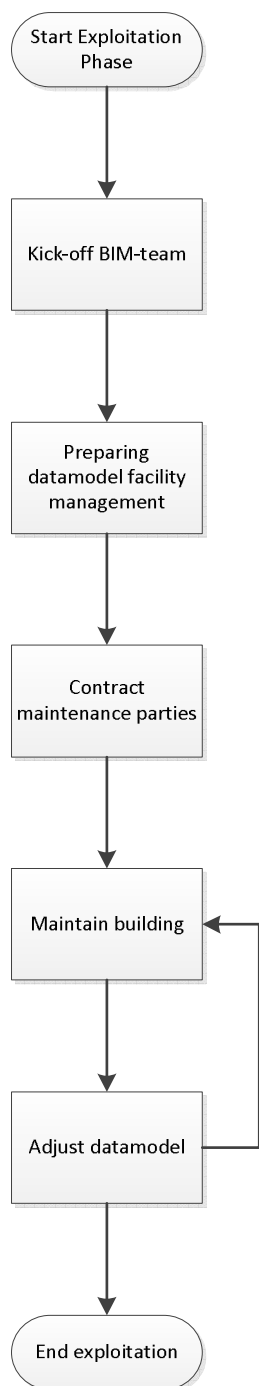
Korištenje BIM-a ne mora nužno značiti korištenje komercijalnih alata, može se naime koristiti Open BIM platforme koje koriste IFC (Industry Foundation Classes) koji omogućuje komunikaciju među različitim dionicima tijekom cjelokupnog životnog ciklusa zgrade, bez obzira na to koji softver dionici koriste. IFC zapravo definira pravila i temelje za komunikaciju te osigurava da svi dionici „pričaju zajedničkim jezikom“. Dodatno, IFC je format izrađen na način da će se podaci zapisani na taj način moći učitavati u softverska rješenja i u budućnosti, kroz 10 i više godina.

BIM model pruža vlasnicima zgrade višedimenzionalni model zgrade koji osim uvida u količine i svojstva elemenata/materijala i proizvoda ugrađenih u zgradu, ima uvid u planiranje i praćenje gradnje te mogućih procesa rekonstrukcije i adaptacije, procjenu i planiranje troškova, analizu potrošnje energije u zgradi, održivost zgrade, ali i mogućnost izrade BIM strategije životnog vijeka građevine, izradu BIM plana održavanja i tehničke podrške.

Očekuje se da će upravitelji zgradama u budućnosti imati sve veći utjecaj na kvalitetu informacija o zgradama koje primaju od raznih dionika tijekom životnog ciklusa zgrade, a sve s ciljem da se osigura željeno funkcioniranje zgrade, odnosno da se stvarno stanje zgrade tijekom korištenja poklopi sa predviđanjima o funkcioniranju zgrade u fazi projekta.

Kako bi se ova buduća predviđanja mogla i ostvariti, potrebna je edukacija koja će korisnicima/vlasnicima/upraviteljima zgrada omogućiti uvid u trenutno stanje BIM tehnologije te otvoriti vrata u nove mogućnosti, odnosno implementaciju BIM-a u njihovim uobičajenim radnim procesima.

Nakon isporuke, klijent ima digitalni BIM model s informacijama (npr. LoD 500). On se može razraditi u 7D BIM modelu, pri čemu je održavanje zgrade transparentno. U ovom trenutku postoji ograničeni broj softver koji može prikazati takve informacije o održavanju i upravljanju zgradama. Iz tog razloga, prevođenje BIM modela podataka u informacije potrebne za održavanje i upravljanje zgradama je teško. U sljedećem dijagramu prikazan je mogući postupak održavanja.



1. Organizirati početni sastanak s cjelokupnim BIM timom - Najprije se održi početni sastanak s cjelokupnim BIM timom kako bi se raspravili potrebni zahtjevi na BIM model koji proizlaze iz upravljanja i korištenja zgrade.

2. Izrada dovršenog modela podataka - iz ovog modela mogu se generirati podaci za održavanje zgrade. To su, na primjer, učestalost zamjene filtera u jedinicama za obradu zraka ili kvadratnim metrima prozorskih okvira.

3. Ugovoriti tvrtke koje će provoditi održavanje - Na temelju detaljnih BIM modela, može se ugovoriti održavanje zgrade s odgovarajućim tvrtkama.

4. Provoditi održavanje - Zgrada se tijekom njenog korištenja povremeno održava. Obavljaju se preventivni i korektivni radovi, te se obično provode male izmjene na instalacijama.

5. Ažuriranje BIM modela - Tijekom životnog ciklusa zgrade, odgovorna osoba za održavanje uzima u obzir promjene na zgradi te ih unosi u BIM model.

Komunikacija – nakon završetka građenja, BIM model izvedenog stanja se može početi koristiti u svrhu održavanja zgrade. Zbog toga je potrebno postići dobar prijenos BIM modela između zainteresiranih partnera. Naročito je važno da stručnjaci koji koriste BIM modele znaju kako iskoristiti sve njegove prednosti tijekom korištenja zgrade.

Reference

Bilal Succar, BIM Think Space, Introduction to the BIM Episodes, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/bim_episode_1_i.html

Fundación Laboral de la Construcción, Glosario Terminología BIM

Matt Ball, Redshift Autodesk, Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM, <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>

Bilal Succar, BIM Think Space, Understanding Model Uses, <http://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>

SCIA, Why is open BIM important?, <https://www.scia.net/en/open-bim>

BIM Portale, BIM and open standard, <https://www.bimportale.com/bim-e-open-standard/>

Luca Moscardi, Building in Cloud, CDE – Common Data Environment – strategic tool for BIM process, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Luca Moscardi, Building in Cloud, 6 key points to build a successful Common Data Environment, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Designing Building Wiki, BIM Execution Plan BEP, https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_execution_plan_BEP

CPIC – Construction Project Information Committee, CPiX BIM Execution Plan, <http://www.cpic.org.uk/cpix/cpix-bim-execution-plan/>

Erin Rae Hoffer, Achieving strategic ROI measuring the value of BIM, https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Is-it-Time-for-BIM-Achieving-Strategic-ROI-in-Your-Firm%20_ebook_BIM_final_200.pdf

Bilal Succar, BIM Think Space, Top-Down, Bottom-Up and Middle-out BIM Diffusion, <http://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, The role policy makers (can) play in BIM adoption, <http://www.bimthinkspace.com/2015/01/episode-20-the-role-policy-makers-can-play-in-bim-adoption.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Modelling, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Information, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode_1.html

Bilal Succar, BIM Think Space, BIM data sharing methodologies, http://www.bimthinkspace.com/2006/02/the_bim_episode.html

Jennifer K. Whyte & Timo Hartmann, How digitizing building information transforms the built environment, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2017.1324726#aHR0cHM6Ly93d3cudGFuZGZvbmxpbmUuY29tL2RvaS9wZGYvMTAuMTA4MC8wOTYxMzIxOC4yMDE3LjEzZmJjY3MjY/bmVIZEFjY2Vzc210cnVlQEBAMA==>

Alessandra Marra, BIM and product digitalization, https://www.edilportale.com/news/2018/03/focus/il-bim-e-la-digitalizzazione-dei-prodotti_63136_67.html

Diogo Gonçalves Simões, Building maintenance supported by BIM model, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145922990/ExtendedAbstract.pdf>

Essential BIM, As-Built “BIM Ready” Models, <http://essentialbim.com/bim-services/as-built-bim-ready-models>

Institute of Public Works Engineering Australia, Best practice Guide for tendering and Contract Management, <http://vccia.com.au/advocacy-and-reports/tendering-&-contract-management>

Giuseppe Broccoli, Bonds in international construction contracts: what they are, <https://blog.bdalaw.it/en/bonds-in-international-construction-contracts>

Wei Lu¹, Dan Zhang and Steve Rowlinson, Department of Real Estate and Construction, The University of Hong Kong, Hong Kong, BIM collaboration: a conceptual model and its characteristics, http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2013-0025-0034_Lu_Zhang_Rowlinson.pdf

European Commission, Buying green!, <http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/Buying-Green-Handbook-3rd-Edition.pdf>

Hari Srinivas, Sustainability Concepts - Green Procurement, <https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/14-gproc.html>

Abiola Akanmu, Bushra Asfari and Oluwole Olatunji, BIM-Based Decision Support System for Material Selection Based on Supplier Rating, www.mdpi.com/2075-5309/5/4/1321/pdf

Formar - Vocational training on Sustainable Buildings Maintenance and Refurbishment, Sustainable Construction & nZEB, <http://formarproject.eu/index.php/sustainable-construction-nzeb>

BibLus-net, BIM and Model Checking: what is and what are the data validation processes?, <http://biblus.acca.it/il-bim-e-lattivita-di-model-checking-il-clash-detection-e-il-code-checking/>

Harpaceas, The BIM Expert, <https://www.harpaceas.it/il-controllo-normativo-con-solibri-model-checker-code-checking/>

Richard McPartland, NBS, Clash detection in BIM, <https://www.thenbs.com/knowledge/clash-detection-in-bim>

Bilal Succar, BIM Think Space, the BIM Maturity Index, <http://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>

Duane Gleason, Laser Scanning for an Integrated BIM, <https://www.tekla.com/de/trimble-5d/laser-scanning-for-bim.pdf>

Autodesk, BIM and Project Planning, https://www.etc-cc.com/etc/download/bmi/BIM_project_planning_EN

Autodesk, BIM and Cost Estimating, http://images.autodesk.com/apac_gtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf

BIM Point, BIM Model during construction, <http://bimpoint.pl/bim-na-budowie-2/?lang=en>

Zhiliang Ma, Na Mao and Qiliang Yang, A BIM Based Approach for Quality Supervision of Construction Projects, http://2016.creative-construction-conference.com/proceedings/CCC2016_100_Ma.pdf

Amor R., Integrating building information modeling (BIM) and energy analysis tools with green building certification system to conceptually design sustainable buildings, https://www.itcon.org/papers/2014_29.content.06700.pdf

Laurie A. Gilmer, P.E., How to Use Building Information Modeling in Operations, <https://www.facilitiesnet.com/software/article/How-to-Use-Building-Information-Modeling-in-Operations-Facility-Management-Software-Feature--13688>

Steve Cooper, Aconex, The Value of BIM in Handover and Maintenance, <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/news/bim-handover-maintenance/>

Ovaj projekt je financiran od strane Europske unije kroz istraživački i inovacijski program Obzor 2020 u skladu s ugovorom o financijskoj potpori broj 754016.

Potpora Europske komisije za izradu ove publikacije ne daje odobrenje za sadržaj koji reflektira stavove isključivo autora te se Komisiju ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu uporabu koja može nastati iz sadržanih informacija.

Ovaj dokument će biti ažuriran tijekom projekta u svrhu njegovog usklađenja s potrebom tržišta kao i drugim srodnim projektima vezanima uz BIM, a koji su financirani iz programa Obzor 2020.

Ažurirana verzija ovog dokumenta biti će dostupna isključivo na web stranicama projekta www.net-ubiep.eu.

Neki od rezultata projekta, izvještaja i ostalih javnih dokumenata su prevedeni na nacionalne jezike partnera u projektu i mogu se pronaći na odgovarajućim web stranicama. Kliknite na zastavu zemlje kako biste otvorili web stranicu na pojedinom nacionalnom jeziku.



Međunarodne web
stranice (engleski jezik)



Web stranice na
talijanskom jeziku



Web stranice na
hrvatskom jeziku



Web stranice na
slovačkom jeziku



Web stranice na
španjolskom jeziku



Web stranice na
nizozemskom jeziku



Web stranice na
estonskom jeziku



Web stranice na
litvanskom jeziku