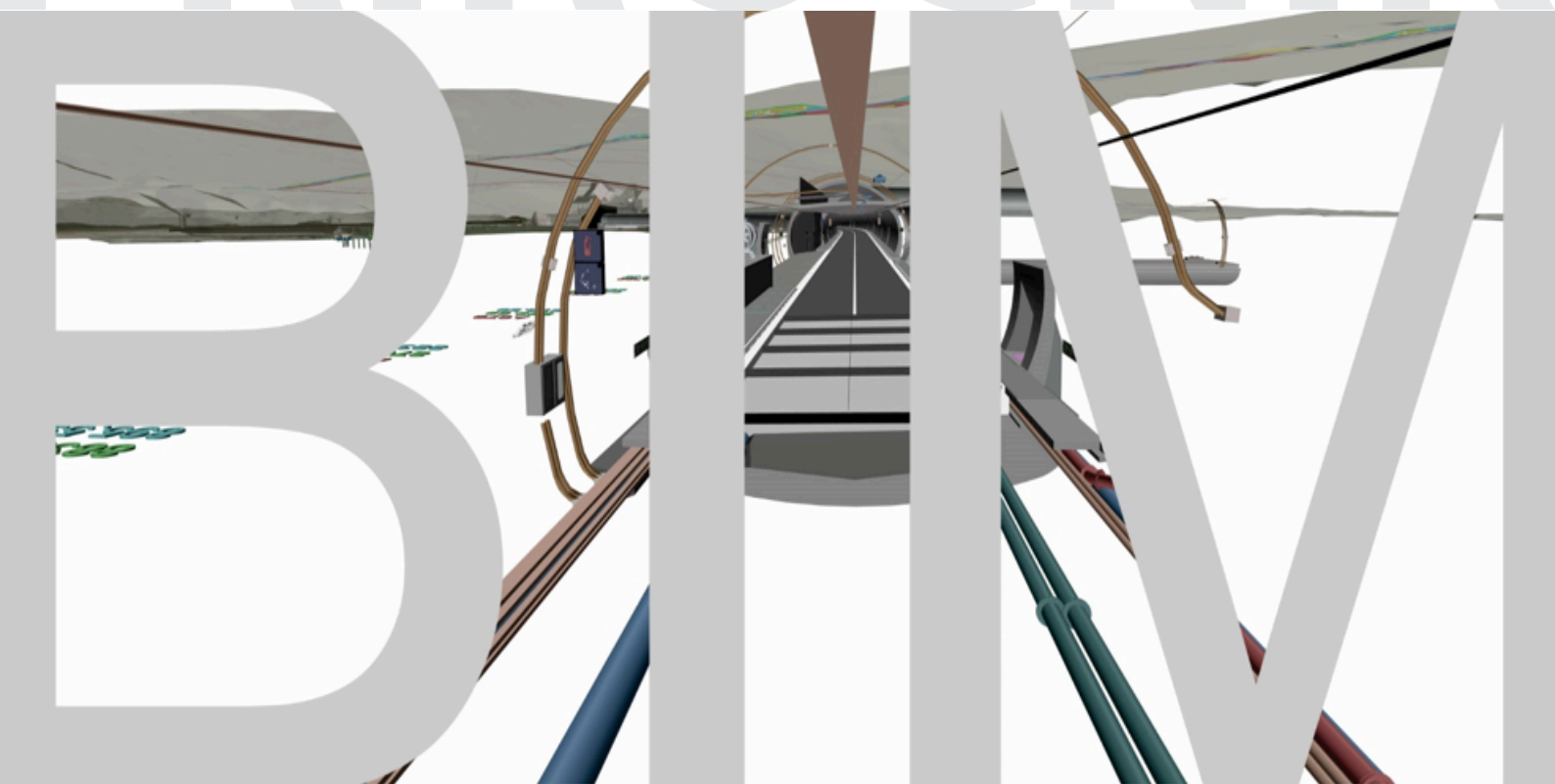


PRIROČNIK



PRIROČNIK ZA PRIPRAVO PROJEKTNE NALOGE ZA IMPLEMENTACIJO BIM-PRISTOPA ZA GRADNJE



PRIROČNIK ZA PRIPRAVO PROJEKTNE NALOGE ZA IMPLEMENTACIJO BIM-PRISTOPA ZA GRADNJE

Pripravili:

Ksenija Marc
dr. Samo Peter Medved
Boštjan Štravs
dr. Andrej Tibaut
Marko Žibert
v sodelovanju z Gašper Brus, Martin Lah

Recenzija:

Veljko Janjič

Oblikovanje slik:

Slikovno gradivo referenčnih projektov avtorjev; Elea iC
Slikovno gradivo referenčnih projektov; Lineal
Slikovno gradivo referenčnih projektov; Bexel Consulting

Oblikovanje:

Mirjam Pezdirc

Izdala:

Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10/b, Ljubljana

Oblika izdaje:

Elektronska verzija, dostopno na www.izs.si

Ljubljana, april 2018

UVOD

Število projektov, kjer je zahtevan BIM-pristop pri projektiranju in izvedbi, se tudi pri nas nenehno povečuje, za zdaj v zasebnem sektorju še izraziteje kot v javnem.

S tem priročnikom bodo vsi, ki za naročnike pripravljajo razpisne dokumente, imeli preprosto in pregledno orodje za pripravo zahtev glede BIM-pristopa, hkrati pa bodo ponudniki za te storitve natančno vedeli, kaj morajo po sklenjeni pogodbi izdelati in predati naročniku.

Tako bo priročnik služil vsem udeleženiim pri investicijah: naročnikom, konzultantom, projektantom in izvajalcem.

Predvsem pa bo služil vsem inženirjem in arhitektom, ki bodo pri svojem delu uporabljali BIM-pristop in s tem povečevali učinkovitost pri izvajanju investicij.

Skupina za pripravo dokumenta (po abecedi):

Ksenija Marc, dr. Samo Peter Medved, Boštjan Štravs, dr. Andrej Tibaut, Marko Žibert.

V sodelovanju z: Gašper Brus, Martin Lah.



Kazalo

1	Namen dokumenta	6
2	Normativne reference	7
3	Pojmi in definicije	8
4	Cilji uporabe BIM-pristopa	14
5	Organizacija BIM-procesa	15
5.1.	Vloge in odgovornosti	15
5.1.1	BIM-manager	16
5.1.2	BIM-koordinator	16
5.1.3	BIM-koordinatorji podmodelov	16
5.1.4	Projektanti in tehnična priprava del	17
5.2	Načrtovanje ključnih procesov implementacije BIM-metodologije	17
5.3	Strukturiranost modela v povezavi s projektno nalogo	18
5.4	Protokol sodelovanja med udeleženci projekta	18
5.4.1	Skupno informacijsko okolje	19
5.4.2	Komunikacija med udeleženci	19
6	Informacijske zahteve BIM-modela	20
6.1	Načrtovanje stopenj razvitosti BIM-modelov v različnih fazah projekta	20
6.2	Strukturiranost (delitev) modelov	21
6.2.1	BIM-podmodeli	21
6.2.2	Atributne tabele	24
6.3	Zahteve za poimenovanje datotek in objektov v modelih	26
6.4	Dodatne zahteve naročnika po varovanju podatkov	26
7	Tehnične zahteve BIM-modela	27
7.1	Format izmenjave podatkov	27
7.2	Zahtevana IT-infrastruktura	27
7.3	Omejitve zmogljivosti IT-opreme	27
7.4	Projektni koordinatni sistem	27
8	Kontrola kakovosti	26
8.1	Kontrola kakovosti izvajalca	26
8.2	Kontrola kakovosti naročnika	27

9 Predaja BIM-projekta	30
9.1 Načrt za izvedbo BIM-pristopa (1.)	31
9.2 Platforma za izmenjavo podatkov – CDE (2.)	32
9.3 BIM-model (3.)	32
9.4 Poročila kontrole kakovosti (4.)	32
9.5 Dodatne zahtevane analize (5.)	33
9.5.1 Popis količin iz BIM 3D-modela (5.a)	33
9.5.2 4D-/5D-analiza (5.b)	33
9.5.3 Analiza energetske učinkovitosti (5.c)	33
9.5.4 Vizualne simulacije projekta (5.d)	33
9.5.5 BIM 6D-model (5.e)	33
9.5.6 Posebne datoteke (5.f)	34
10 Usposobljenost ponudnika	35
10.1 Reference	35
10.2 Ponudbeni načrt za izvedbo BIM-a	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz tradicionalnih projektnih vlog in vlog, vezanih na implementacijo BIM-metodologije	15
Slika 2: Shematični prikaz procesnega diagrama (notacija procesa lahko vsebuje podatke o projektni fazi, odgovorni osebi in referenci na druge – podrobnejše – procesne diagrame)	17
Slika 3: Shematični prikaz generalnega procesnega diagrama	18
Slika 4: BIM-podmodeli	22
Slika 5: Primer gradnika (koleno) podmodela šprinkler inštalacije	23
Slika 6: Podmodel geologije in terena	24
Slika 7: Primer atributne tabele za betonske gradnike	25
Slika 8: Primer modela mostu s pripisanimi atributi za posamezne sklope gradnikov (na sliki so prikazani atributi pilota, ki definirajo lastnosti pilota, ki so potrebne v fazi projektiranja in izvedbe)	25
Slika 9: Shematični prikaz koordinacijskega modela, ki združuje več podmodelov	28
Slika 10: Primer 4D-/5D-simulacije	31
Slika 11: Primer BIM 6D-vzdrževanja med uporabo objekta	34

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Preglednica stopenj razvitosti BIM-modela v različnih fazah projekta	20
Preglednica 2: Preglednica posameznih mejnih faz predaje BIM-projekta	30

1 Namen dokumenta

Ta dokument je namenjen naročnikom investicij s področja gradenj, ki v projektno nalogo vključujejo BIM-pristop. Funkcionalne in vsebinske zahteve projekta so definirane v osnovni projektni nalogi. Ta dokument (Zahteve naročnika za izdelavo BIM-modela) je priloga k osnovni projektni nalogi in tako sestavni del razpisne dokumentacije. Priporočila, ki so navedena v dokumentu, je treba prilagoditi specifičnim zahtevam projekta in služijo zgolj kot pomoč pri načrtovanju implementacije BIM-pristopa v projektu.

Dokument povzema vsebine iz različnih nacionalnih smernic, ki so prilagojene na osnovi izkušenj iz pilotnih BIM-projektov, ki so bili izvedeni v Sloveniji.

2 Normativne reference

Referenčne smernice, standardi in projektni viri, ki so bili uporabljeni pri pripravi dokumenta:

- BIM izvedbeni plan projekta Izgradnje 2. cevi predora Karavanke; DARS;
- projektna naloga projekta Izdelava PGD in PZI za odsek železniške proge Maribor–Šentilj–d. m. od km 595 + 900 do km 599 + 600 glavne železniške proge št. 30 Zidani Most–Šentilj–d. m.; DRSI;
- SIST EN ISO 12006-3:2016 – Gradnja objektov – Organizacija podatkov o gradbenih delih – 3. del: Okvirna struktura objektno orientiranih podatkov (ISO 12006-3:2007);
- SIST EN ISO 16739:2016 – Temeljni industrijski razredi (IFC) za izmenjavo podatkov na področju gradbeništva in upravljanja objektov (ISO 16739:2013);
- SIST EN ISO 29481-1:2017 – Informacijski modeli stavb – Priročnik z informacijami – 1. del: Metodologija in oblika (ISO 29481-1:2016);
- SIST EN ISO 29481-2 – Informacijski modeli stavb – Priročnik z informacijami – 2. del: Okvirni podatki o medsebojnem vplivanju (ISO 29481-2:2012);
- PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling; BSI;
- LOD Specification; BIM Forum;
- BIM Project execution planning guide; Penn State University, CIC Research Program;
- Open BIM Collaboration Format, buildingSMART standard, <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>.

Zbir nekaterih drugih smernic (niso bile uporabljene v priročniku):

- ISO 19650-1 – Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles;
- ISO 19650-2 – Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of assets;
- ISO 55000:2014 Asset management – Overview, principles and terminology;
- ISO 55001:2014 Asset management – Management systems – Requirements;
- PAS 1192-3:2014: Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling;
- BS 1192-4:2014: Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice;
- BS 1192:2007 + A2:2016: Collaborative production of architectural, engineering and construction information; BSI.

3 Pojmi in definicije

Za lažje razumevanje uporabe BIM-pristopa je treba poznati, razumeti in smiselno uporabljati strokovno terminologijo, ki je že uveljavljena v mednarodnem prostoru. Kjer je to smiselno, so uporabljene uveljavljene kraticе v angleščini, v drugih primerih so uporabljena slovenska poimenovanja in definicije, ki so se izoblikovale v pilotnih projektih, strokovnih združenjih (Združenje siBIM) in akademskih krogih. V nadaljevanju so razloženi najpogostejši pojmi in definicije.

BCF – odprti format za sodelovanje z BIM-pristopom

(angl. Open BIM Collaboration Format)

Odprti format za sodelovanje (izmenjavo informacij) z BIM-om v sistemu za koordinacijo BIM-podmodelov. Sistem je lahko samostojen ali pa je integriran s sistemom za pregledovanje in arhiviranje zbirnega BIM-modela.

BIM (angl. Building Information Modelling)

Informacijsko modeliranje gradenj.

BIM-model (angl. BIM Model)

Informacijski model gradnje, ki je digitalni zapis informacij o gradnji. Lahko je sestavljen iz podmodelov.

BIM-podmodel

Posamezni del BIM-modela, kot npr. podmodel konstrukcijskih gradnikov, podmodel arhitekturnih gradnikov, podmodel strojnih inštalacij, podmodel elektroinštalacij, podmodel priključnih cest (npr. do predora), podmodel komunalne infrastrukture, podmodel okolice objekta itd.

BIM-projekt

Krajša oblika poimenovanja za projekt, ki vključuje BIM-pristop.

CDE – skupno informacijsko okolje (angl. Common Data Environment)

Skupno informacijsko okolje, ki predstavlja projektni digitalni ekosistem. Namenjeno je zbiranju in upravljanju podatkov ter komunikaciji med udeleženci projekta v okviru BIM-pristopa. Uporaba CDE-ja je smiselna v vseh fazah življenjskega cikla gradnje. Običajno so to sistemi v oblaku, ki ne zahtevajo namestitve posebne programske opreme (za uporabo potrebujemo spletni brskalnik). CDE običajno obsega:

- sistem za sinhrono in asinhrono komunikacijo med udeleženci projekta (npr. kot alternativa e-pošti),
- sistem za upravljanje in arhiviranje projektnih dokumentov,
- sistem za arhiviranje in pregledovanja BIM-modelov,
- sistem za koordinacijo BIM-podmodelov (npr. BCF).

COBie (angl. Construction Operations Building Information Exchange)

Specifikacija za tabelarni prikaz informacij, zapisanih v BIM-modelu. Uporablja se pretežno v ZDA in VB in je namenjen za predajo informacij o gradnji za potrebe vzdrževanja objektov. COBie zahteva uporabo (nacionalnega) klasifikacijskega sistema, ki ga Slovenija še nima.

Dimenzije BIM-modela

- **BIM 3D** – geometrijski 3D-model gradnje, ki zajema vse (georeferencirane) geometrijske podatke modela in posameznih gradnikov v medsebojni povezanosti. Uporablja se za vizualizacijo gradnje, detekcijo kolizij, izdelavo prefabriciranih gradnikov.
- **BIM 4D** – BIM 3D-model gradnje z določeno časovno dimenzijo, to je s terminskim planom izgradnje gradnikov BIM-modela. Uporablja se za menedžment in planiranje gradnje, vizualizacijo terminskega plana gradnje in simulacijo gradnje.
- **BIM 5D** – BIM 4D-model gradnje z določeno vrednostjo (ceno) posameznih gradnikov in celotnega modela (ocenjeno ali definirano). Uporablja se za popis količin, sprotno vrednotenje stroškov gradnje (na osnovi posameznih gradnikov).
- **BIM 6D** – informacijski model, ki vsebuje ustrezne informacije za podporo pri upravljanju in vzdrževanju gradenj.

EIR (angl. Employer's Information Requirements)

Informacije, ki jih naročnik zahteva za izdelavo BIM-modela.

Geometrijski atributi

To so podatki, ki opisujejo geometrijo 3D-modela. Geometrijski atributi skupaj z negeometrijskimi definirajo BIM-model.

Gradnik BIM-modela (BIM-gradnik, angl. BIM-element)

Osnovni element gradnje, kot npr. zid, plošča, steber, vrata itd.

Generalni načrt dostave informacij (angl. The Master Information Delivery Plan – MIDP)

Primarni načrt, ki se uporablja za dostavo informacij med življenjskim ciklom projekta. Običajno ga razvija menedžer za posredovanje informacij v sodelovanju z menedžerjem drugih skupin projekta. Ta načrt je niz posebej pripravljenih načrtov dostave informacij o nalogah, predhodno narejenih s strani drugih članov ekip, ki so predstavniki različnih poklicnih profilov. Vsebuje podrobnosti o tem, kdaj se bodo pripravile informacije o projektu, kdo je odgovoren za izdelavo informacij in kateri protokoli se bodo spoštovali med vsako fazo projekta. Seznam informacij, ki bodo dostavljene, je naveden v generalnem načrtu dostave informacij in vključuje (vendar ni omejen samo na):

- modele,
- načrte in druge vizualne prikaze objekta,
- specifikacije,
- predizmere projekta in opreme,
- tabele in podatke o prostorih (Room data sheets).

(PAS1192-2 svetuje, da se po podpisu pogodbe organizira tudi začetni sestanek z namenom izdelave generalnega načrta dostave informacij s poudarkom na dostavi načrtov vseh skupin. Zaključni generalni načrt dostave informacij bo postal sestavni del BIM izvedbenega načrta.)

IFC – temeljni industrijski razredi (angl. Industry Foundation Classes)

Temeljni industrijski razredi za izmenjavo podatkov na področju gradbeništva in upravljanja objektov.

IDM – priročnik z informacijami (angl. Information Delivery Manual)

Priročnik z informacijami je dokument, v katerem so opisane vse izmenjave informacij na projektu. IDM za vsako fazo izmenjave informacij definira, kdo informacijo potrebuje, zakaj in kakšna informacija se potrebuje, kdaj se informacija potrebuje ter kdo je njen avtor. To so npr.

procesne mape, zahteve za izmenjavo podatkov (angl. Exchange Requirements), formati za izmenjavo podatkov (angl. Exchange Requirements Models), kjer se priporoča uporaba odprtokodnih MVD-formatov, in splošna BIM-navodila.

LOD n – stopnja razvitosti modela

(angl. Level of Development, vir: BIM Forum: Level of Development Specification)

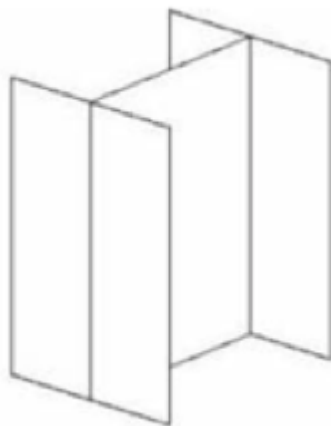
Stopnja razvitosti modela ali gradnika modela, ki se uporablja za enotno razumevanje informacijskih zahtev v različnih fazah projekta. Razvitost modela je določena z natančnostjo (detajlnostjo) geometrijskih atributov BIM-modela in negeometrijskih atributov (npr. nosilni ali nenosilni zid). Stopnja razvitosti modela je za projektno skupino podatek o minimalni dogovorjeni kakovosti modela. Uporabljajo se naslednje stopnje razvitosti:

- **LOD 100:** idejna zasnova gradnje, zato model podaja osnovne informacije o gradnji (površina, prostornina, orientacija, lokacija, cena na kvadratni meter).



LOD 100

- **LOD 200:** model z arhitekturnimi gradniki (arhitekturni podmodel), npr. plošče (brez armature), zunanje stene, notranje stene in osnovno stavbno pohištvo, kot so generični gradniki, s približnimi dimenzijami, količinami in orientacijami (PGD).



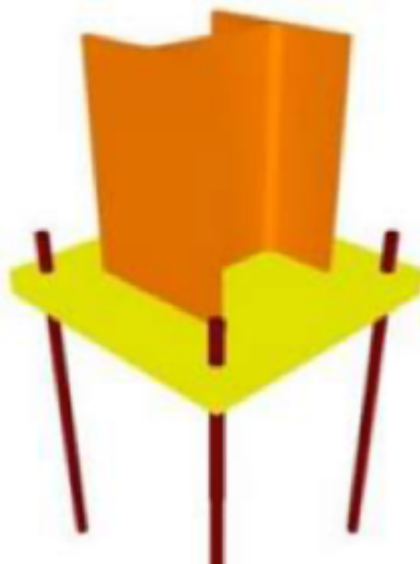
LOD 200

- **LOD 300:** model z arhitekturnimi gradniki (arhitekturni podmodel), gradniki so iz knjižnice BIM-gradnikov s točnimi količinami in orientacijami in so v (klasifikacijskem) sistemu (npr. podporni zid – upogibni podporni zid – diafragma, npr. stena – predelna stena).



LOD 300

- **LOD 350:** vsi gradniki modela so detajlirani in v sistemu, so v interakciji z drugimi sistemi gradnje, primerni so za dobavitelje in proizvajalca.



LOD 350

- **LOD 400:** stopnja razvitosti elementov, ki je primerna za izdelavo in vgradnjo. Poleg natančnih količin, oblik, velikosti, lokacije in orientacije vsebujejo še informacije, potrebne za vgradnjo (PZI).



LOD 400

- **LOD 500:** stopnja razvitosti modela, ki je primerna za vzdrževanje in obratovanje objekta (PID).



LOD 500

Predlaga se uporaba LOD-a glede na fazo projekta iz spodnje tabele:

Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD)	LOD 200 – LOD 300
Projekt za izvedbo (PZI)	LOD 300 – LOD 400
Projekt izvedenih del (PID)	LOD 500

MVD (angl. Model View Definitions)

Model View Definitions oz. definicije IFC-jevih prikazov/pogledov predstavljajo podskupino IFC-scheme, ki je potrebna za izpolnitev določenih zahtev izmenjave informacij v posamezni fazi na projektu.

Načrt za izvedbo BIM-pristopa (angl. BIM Execution Plan – BEP)

Načrt, ki ga pripravi ponudnik in v katerem so opisane podrobnosti izvedbe BIM-pristopa. Ločimo načrt za izvedbo pred pogodbo ali ponudbeni načrt za izvedbo BIM-a (angl. pre-contract BEP) in načrt za izvedbo po podpisu pogodbe (angl. post-contract BEP) ali izvedbeni načrt za BIM. V ponudbenem načrtu za izvedbo pred pogodbo ponudnik predstavi predlog BIM-pristopa, njegove kapacitete in kompetence. Izvedbeni načrt za izvedbo BIM-a zahteva naročnik.

Negeometrijski atributi

To so podatki, ki opisujejo lastnosti BIM-modela, npr. material, proizvajalec, (ne)nosilni zid, razred požarne odpornosti ipd. Kot seznam potrebnih atributov se lahko kot osnova uporablja standard COBie.

Odpri BIM-pristop

Uporaba BIM-pristopa, pri katerem stremimo k izdelavi BIM-modelov, ki jih je možno zapisati v formatu, ki ga predpisuje standardizirana specifikacija IFC.

Zrelost BIM-pristopa

Z opredelitvijo zrelosti BIM-pristopa na celosten način opišemo uporabo BIM-a v življenjskem ciklu gradnje:

- **BIM, stopnja 0** (angl. BIM Level 0): pristop, ki prevladujoče uporablja CAD 2D-risbe.
- **BIM, stopnja 1** (angl. BIM Level 1): pristop, kjer upravljamo s CAD 2D-risbami in 3D-modeli; gradbene kalkulacije (viri, količine, stroški) se izvedejo s pomočjo risb.
- **BIM, stopnja 2** (angl. BIM Level 2): BIM-pristop, kjer upravljamo z BIM 3D-modeli, ločenimi po disciplinah, gradbene kalkulacije se izvedejo s pomočjo ERP- in BIM-okolja (npr. osamljeni BIM, socialni BIM), v okviru katerega se uporabijo tudi BIM 4D, BIM 5D in BIM 6D. Uporabljajo se klasifikacijski sistemi, BIM izvedbeni načrt itd.
- **BIM, stopnja 3** (angl. BIM Level 3): BIM-pristop, kjer je BIM sistemsko in celostno integriran v življenjski cikel gradnje. Procesi v življenjskem ciklu gradnje so interoperabilni z uporabo IFC-ja. Uporablja BIM 3D – BIM 6D.

Zaprti BIM-pristop

Uporaba BIM-pristopa, pri katerem so izdelani BIM-modeli zapisani v formatu, ki je lahko specifičen za določeno programsko opremo.

Zbirni BIM-model (angl. Integrated BIM model, tudi Federated BIM-model)

BIM-model, ki ga sestavlja več podmodelov, ki so nastali med BIM-pristopom.

Življenjski cikel gradnje (angl. building lifecycle)

Časovno obdobje gradnje od zasnove, projektiranja, izvedbe, uporabe in porušitve, v katerem se izvajajo dejavnosti, kjer zbiramo podatke, ki so relevantni za BIM-pristop.

4 Cilji uporabe BIM-pristopa

BIM-pristop ne nadomešča faze projektiranja, ampak jo nadgrajuje. BIM-pristop lahko uporabimo vzporedno s fazo projektiranja (priporočeno), lahko pa ga uporabimo tudi po zaključeni in validirani projektni fazi, predvsem z namenom odkrivanja in preprečevanja potencialnih napak, ki bi se lahko ugotovile šele v fazi gradnje, oziroma za optimizacijo projekta.

Osnovni namen uporabe BIM-pristopa je povečati učinkovitost vodenja investicije gradnje od zasnove, načrtovanja, pregledov, razpisov za izbiro izvajalca gradenj, gradnje, nadzora do predaje zgrajenega objekta v uporabo in upravljanje objektov ter izboljšati kakovost končnega objekta in procesov. Ključni cilji uporabe BIM-pristopa so:

Osnovno:

- zmanjšanje projektnih tveganj in potencialnih reklamacij;
- boljša usklajenost projekta;
- boljša predstavitev projekta naročniku in drugim deležnikom v celotni investicijski fazi in življenjski dobi objekta;
- hitrejša potrjevanje projektnih rešitev s strani naročnika;
- zagotavljanje učinkovite kontrole kakovosti;
- natančnejši izračun količin in potrebnih del za izvedbo gradnje;
- boljši nadzor nad gradnjo in evidentiranje sprememb;
- zmanjševanje stroškov investicije in upravljanja objektov;
- boljše časovno in finančno načrtovanje in spremljanje gradnje;
- boljše upravljanje z informacijami (arhiviranje ...) v življenjskem ciklu gradnje (objekta);
- lažje upravljanje in vzdrževanje gradnje (objekta);
- večja učinkovitost procesov načrtovanja, izvedbe in upravljanja investicije;
- izboljšana varnost (na delovišču, v obratovanju in pri uporabi investicije);
- optimalna vrednost za predvidene stroške – vrednostni inženiring (npr. optimizacija resursov, energetska učinkovitost – študija variant);
- preglednost investicije;
- povezovanje in hranjenje vseh informacij, ki so vezane na investicijski proces, gradnjo in upravljanje objekta v informacijskem modelu;
- uporaba informacij, izdelanih v različnih programskih okoljih na enem mestu.

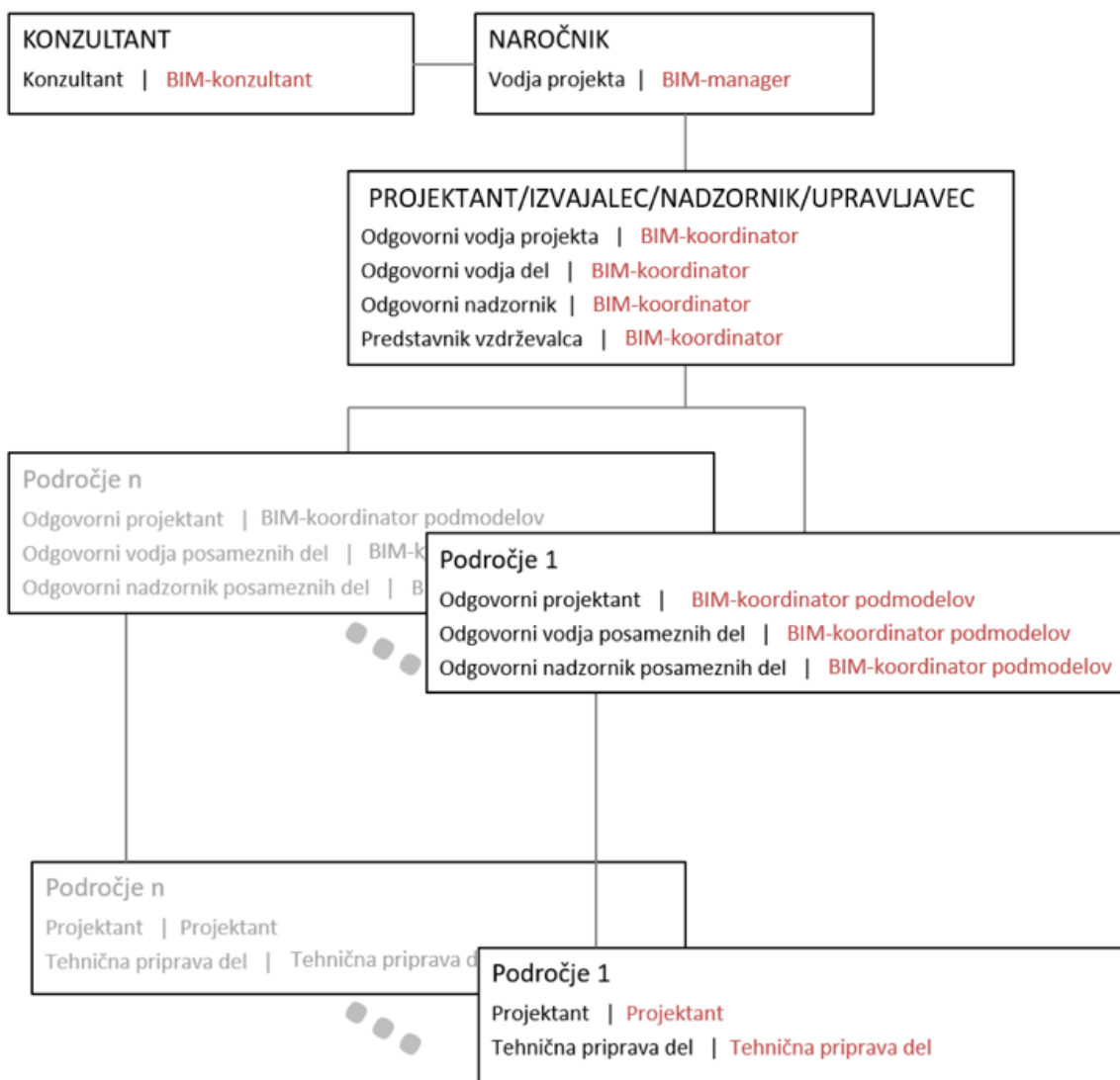
Sredstva za doseganje ciljev:

- modeliranje obstoječih pogojev,
- ocenjevanje stroškov,
- načrtovanje faz,
- oblikovanje mnenj,
- oblikovanje avtorskih pravic,
- analiza porabe energije,
- analiza konstrukcije,
- analiza razsvetljave,
- analiza naprav,
- 3D-koordinacija,
- 3D-nadzor in načrtovanje,
- načrtovanje tehnologij gradnje,
- 4D- in 5D-simulacija gradnje,
- 6D-upravljanje in vzdrževanje objekta,
- uporaba spletne izmenjave in hranjenje podatkov.

5 Organizacija BIM-procesa

5.1 VLOGE IN ODGOVORNOSTI

Za zagotovitev uspešne implementacije BIM-metodologije v projektu je treba zagotoviti aktivno sodelovanje tradicionalnih projektnih vlog – naročnika, odgovornega vodje projekta, odgovornih projektantov, odgovornih vodij del, odgovornih nadzornikov itd. – ter vlog, ki so povezane z izvajanjem dejavnosti, ki jih zahteva uvedba BIM-metodologije v projektu – BIM-managerja, BIM-koordinatorja in koordinatorjev BIM-podmodelov, ki lahko hkrati zasedajo tudi nekatere izmed tradicionalnih vlog v projektu.



Slika 1: Shematski prikaz tradicionalnih projektnih vlog in vlog, vezanih na implementacijo BIM-metodologije

Področja (1-n) predstavljajo različne dele projekta, kot na primer arhitekturo, gradbene konstrukcije, strojne inštalacije, elektroinštalacije, geologijo, geotehniko itd.

V spodnjem nivoju organizacijske sheme (projektanti in tehnična priprava del) se tradicionalne vloge in specifične vloge BIM-metodologije popolnoma združijo, saj gre v tem primeru vedno za dodatne kompetence in znanja uporabe BIM-orodij, ki jih morajo imeti projektanti oziroma kalkulanti, planerji in drugi udeleženci tehničnih služb izvajalskega podjetja.

Odgovornosti posameznih vlog so povzete v nadaljevanju.

5.1.1 BIM-manager

Predstavlja odgovorno osebo načrtovanja implementacije BIM-metodologije na strani naročnika. Ključne naloge, ki jih opravlja, so:

- načrtovanje implementacije BIM-a v projekt na najvišji ravni;
- priprava projektne naloge in zahtev, ki jih morajo izpolnjevati ponudniki BIM-storitev;
- preverjanje skladnosti predanih BIM-modelov in drugih dokumentov z zahtevami iz projektne naloge in izvajanje kontrole kakovosti naročnika (zunanja kontrola in validacija);
- sledenje uspešnosti implementacije BIM-a (stroški, roki, kakovost) na najvišji ravni;
- preverjanje ustreznosti izvedbenega načrta za BIM, ki ga je pripravil ponudnik BIM-storitev;
- vzpostavitev in upravljanje skupnega informacijskega okolja (angl. Common Data Environment – CDE).

5.1.2 BIM-koordinator

Odgovorna oseba na strani ponudnika, ki prevzame vodilno vlogo izvajanja implementacije BIM-metodologije. Ključne naloge, ki jih opravlja, so:

- načrtovanje in nadzor nad izvajanjem implementacije BIM-a;
- izdelava in posodabljanje izvedbenega načrta za BIM skladno z zahtevami naročnika in pogodbenimi obveznostmi;
- poročanje naročniku o stanju implementacije;
- terminsko planiranje in sledenje napredovanja aktivnosti;
- koordinacija dejavnosti, definiranih v izvedbenem načrtu za BIM;
- koordinacija modelov med posameznimi disciplinami oz. podmodeli;
- izvajanje notranje kontrole kakovosti (BIM-procesa);
- izdelava zbirnih modelov.

5.1.3 BIM-koordinatorji podmodelov

Odgovorne osebe posameznih podmodelov na strani ponudnika, ki prevzamejo vodilno vlogo izvajanja implementacije BIM-metodologije v posamezni podmodelih. Ključne naloge, ki jih opravljajo, so:

- koordinacija izdelave posameznih podmodelov,
- implementacija BIM-izvedbenega plana v procese izdelave modela,
- zagotavljanje izvajanja dejavnosti iz izvedbenega plana za posamezne podmodele,
- kontrola kvalitete podmodelov,
- izdelava posameznih podmodelov.

5.1.4 Projektanti in tehnična priprava del

Izdelovalci posameznih podmodelov. Ključne naloge, ki jih opravljajo, so:

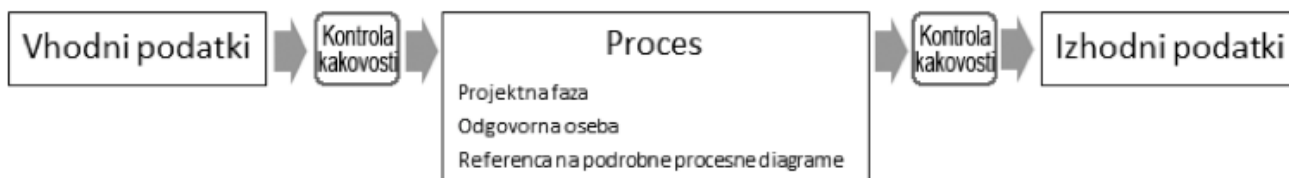
- izdelava modelov,
- preverjanje kakovosti modelov na dnevni ravni in
- uporaba modelov za tehnično pripravo del (kalkulacije, terminsko planiranje, načrtovanje ureditve gradbišča, spremljava gradnje itd.).

5.2 NAČRTOVANJE KLJUČNIH PROCESOV IMPLEMENTACIJE BIM-METODOLOGIJE

Za doseganje optimalnih rezultatov uporabe BIM-tehnologije v projektu je priporočljivo posebno pozornost posvetiti načrtovanju ključnih procesov uporabe tehnologije. V ta namen je treba izdelati generalni procesni diagram implementacije metodologije in podrobne diagrame za posamezne predvidene uporabe BIM-metodologije (npr. BIM-koordinacija, recenzija na osnovi modelov, energetska analiza, 4D-modeliranje, 5D-modeliranje itd.).

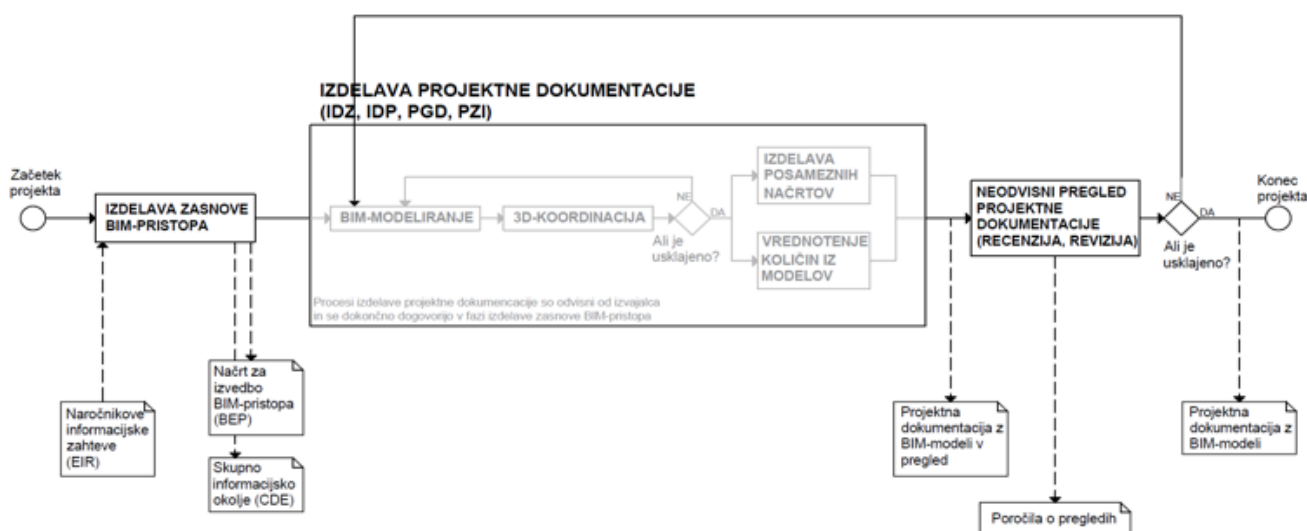
Pri načrtovanju procesov si lahko pomagamo z notacijo BPMN (angl. Business Process Modeling Notation). BPMN je grafična notacija za modeliranje poslovnih procesov in delovnih tokov.

Z načrtovanjem procesov v fazi inicializacije projekta definiramo predvidene procese, vhodne in izhodne podatke ter relacije med njimi. V fazi implementacije metodologije procesni diagrami izboljšujejo komunikacijo med udeleženci projekta.



Slika 2: Shematični prikaz procesnega diagrama
(notacija procesa lahko vsebuje podatke o projektni fazi, odgovorni osebi in referenci na druge – podrobnejše – procesne diagrame)

Predlagamo, da se v projektno nalogo doda osnutek generalnega procesnega diagrama, kjer je razviden celoten BIM-proces izdelave projekta (ponudnik generalni procesni diagram dopolni v skladu s svojimi procesi) ter vseh podrobnih procesnih diagramov, ki niso odvisni samo od ponudnika.



Slika 3: Shematični prikaz generalnega procesnega diagrama

5.3 STRUKTURIRANOST MODELA V POVEZAVI S PROJEKTNO NALOGO

V projektni nalogi je treba ponudniku pojasniti, na kakšen način in na katere BIM-podmodele se mora razdeliti BIM-model.

Predlagamo, da je BIM-model razdeljen na BIM-podmodele, ki so usklajeni s predvidenimi načrti v projektu. Pri tem se lahko posamezni BIM-pod modeli še nadalje razdelijo po posameznih tehničnih področjih. Za vsak BIM-podmodel je treba definirati tudi območje njegove obdelave in ali BIM-podmodel predstavlja stalno ali začasno rešitev v projektu.

5.4 PROTOKOL SODELOVANJA MED UDELEŽENCI PROJEKTA

Sodelovanje med udeleženci v projektu z BIM-pristopom se v splošnem ne razlikuje od tradicionalnega pristopa, uporabljajo se le sodobna informacijska orodja, ki povečajo učinkovitost udeležencev, sledljivost dogovorov in sprememb v projektu ter transparentnost sodelovanja. Sodelovanje med udeleženci lahko razdelimo v naslednje faze:

Aktivno delo: delo, ki poteka v projektantski skupini. To fazo lahko razdelimo na dva dela. Prvi del je namenjen delu in usklajevanju znotraj posamezne projektantske skupine, drugi del pa delu in usklajevanju projektantov različnih tehničnih področij.

Pregled: pregled dokumentov, ki jih je pripravil naročnik (ali njegov svetovalec).

Potrditev: shranjevanje dokumentacije, ki je usklajena, pregledana in potrjena s strani naročnika in pripravljena za končno predajo naročniku.

Arhiviranje: arhiviranje projektnih dokumentov.

5.4.1 Skupno informacijsko okolje

Za sodelovanje med udeleženci projekta je v projektni nalogi treba definirati skupno informacijsko okolje (CDE). Informacijsko okolje implicira minimalna pravila za sodelovanje oz. komunikacijo ter izmenjavo podatkov v projektu. Na trgu je dostopnih veliko različnih platform, tako komercialnih kot zastojnskih.

Minimalna priporočena funkcionalnost CDE-ja je naslednja:

Sistem za sinhrono in asinhrono komunikacijo med udeleženci projekta. Asinhrona komunikacija je lahko alternativa e-pošti, ker omogoča boljšo sledljivost in centralno arhiviranje komunikacije. Sinhrona komunikacija lahko omogoča video in govorno komunikacijo, deljenje ekrana, prenos dokumentov ipd.

- Sistem za upravljanje in arhiviranje projektnih dokumentov omogoča centralno skladiščenje dokumentov. Omogoča tudi upravljanje z udeleženci projekta kot uporabniki sistema vključno z dodeljevanjem vlog in pravic dostopa do delov sistema in do dokumentov. Koristno je tudi, če takšen sistem omogoča definicijo projektnih delotokov (od kreiranja, potrjevanja in objave dokumentov ipd.).
- Sistem za prezentacijo, arhiviranje in pregledovanje BIM-modelov (npr. BIM-strežnik) omogoča centralno skladiščenje (pod)modelov z namenom povezovanja podmodelov v zbirni BIM-model in razreševanje konfliktov med posameznimi gradniki zbirnega BIM-modela. Sistem lahko vključuje tudi sistem za koordinacijo BIM-podmodelov.
- Sistem za koordinacijo BIM-podmodelov bi moral podpirati kreiranje nalog za popravke BIM-modelov v fazi koordinacije. Tak sistem bi moral podpirati format BCF za izmenjavo informacij v posameznih delih modela v povezavi s pripadajočim slikovnim materialom (npr. detajl iz modela) in pripetimi komentarji projektanta in dodelitvijo virov (npr. osebe) za razrešitev naloge.

Če ima naročnik že svoje informacijsko okolje, ga mora v projektni nalogi podrobno opisati, tako da lahko ponudnik svoj BIM-pristop ustrezno prilagodi.

Če naročnik še nima svojega informacijskega okolja, je najbolje, da ga za predviden projekt vzpostavi (ali najame) sam, da bi lahko s tem spremljal vse faze projekta. Če vzpostavitev informacijskega okolja pri naročniku ni možna, je smiselno, da se to vzpostavi pri inženirju ali projektantu v fazi projektiranja, pri inženirju ali izvajalcu del v fazi gradnje in pri upravljavcu v fazi uporabe objekta. Pri tem je treba paziti, da se pri prenosu CDE-ja od enega do drugega upravljavca prenesejo vse informacije iz predhodne faze.

5.4.2 Komunikacija med udeleženci

Komunikacija na projektu mora potekati po pravilih:

- aktivno sodelovanje vseh udeležencev v projektu,
- vsa komunikacija mora biti sledljiva.

V projektni nalogi se predpiše način sinhrono komunikacije. Posebej je treba definirati način sledljivosti informacij o posameznih predajah v projektnih fazah ter odgovorno osebo za obveščanje.

6 Informacijske zahteve BIM-modela

6.1 NAČRTOVANJE STOPENJ RAZVITOSTI BIM-MODELOV V RAZLIČNIH FAZAH PROJEKTA

Projektna naloga mora vsebovati tabelo, s katero se za posamezno projektno fazo definira LOD BIM-modela. V tabeli je tudi definiran izdelovalec modela.

Tabela naj bo razdeljena na posamezne BIM-podmodele, ki so usklajeni s posameznimi načrti projekta in so definirani v poglavju »Strukturiranost modela v skladu s projektno nalogo« te projektne naloge. Priporočeno je, da se tabela še podrobneje razdeli na skupino gradnikov ali posamezne gradnike podmodela.

V to poglavje naj se tudi zapiše, če bodo ponudniku posredovani že izdelani BIM-modeli iz predhodne faze projekta oz. dodatne zahteve po vključevanju drugih BIM-modelov, katerih izdelava ni naloga ponudnika.

Preglednica 1: Preglednica stopenj razvitosti BIM-modela v različnih fazah projekta

Št. faze predaje	1		2		3a		3b		4a		4b		5x		6	
Projektna faza	IDZ		IDP		PGD		PGD		PZI		PZI		Gradnja		PID	
	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD	Izd.	LOD

Struktura BIM-modela

BIM-model																
BIM-podmodel 1																
Skupina gradnikov 1																
Skupina gradnikov 2																
Skupina gradnikov 3																
...																
BIM-podmodel n																
Skupina gradnikov 1																
Skupina gradnikov 2																
Skupina gradnikov 3																

*Izd. – izdelovalec

6.2 STRUKTURIRANOST (DELITEV) MODELOV

V projektni nalogi mora biti definirana struktura gradnikov BIM-modela, ki se zahteva pri modelu, ali pa morajo biti ponudniku podana osnovna navodila glede strukturiranosti gradnikov BIM-modela.

6.2.1 BIM-podmodeli

Poleg definirane strukturiranosti gradnikov BIM-modela se lahko v projektni nalogi zahteva za obravnavane objekte (zgradbe ali infrastrukturo) dodatna razdelitev BIM-modela na podmodele.

Za posamezne podmodele se lahko tudi predpišejo dodatne zahteve načina modeliranja, kot je razdelitev gradnikov na velikost, ki upošteva realen čas gradnje (delovni stiki, kampade ...) ipd.

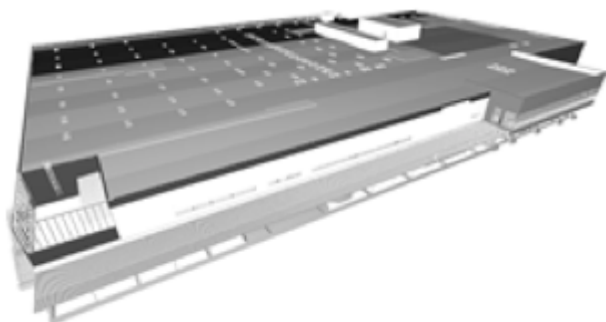
V projektni nalogi se lahko podrobneje definira način modeliranja posameznih gradnikov BIM-podmodela.

Za BIM-model zgradbe je mogoča razdelitev na naslednje BIM-podmodele:

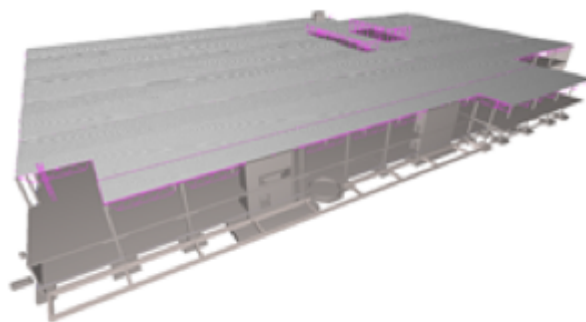
- podmodel arhitekture,
- podmodel gradbene konstrukcije,
- podmodel elektroinštalacij,
- podmodel strojnih inštalacij (prezračevanja, ogrevanja in hlajenja, šprinkler inštalacij, vodovoda in kanalizacije).

Pri BIM-podmodelih zgradb se lahko definirajo ravni (lokacija, oštevilčenje) in pripadnost gradnikov posamezni ravni.

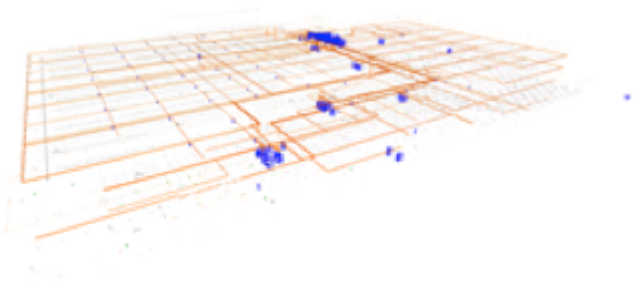
Primer razčlenitve zgradbe na podmodele je prikazan na spodnjih slikah:



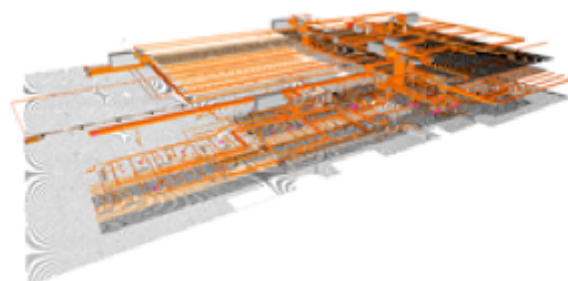
Podmodel arhitekture



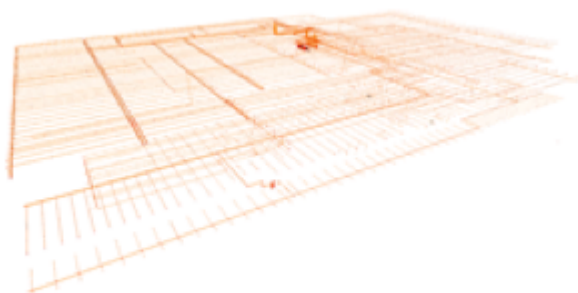
Podmodel gradbenih konstrukcij



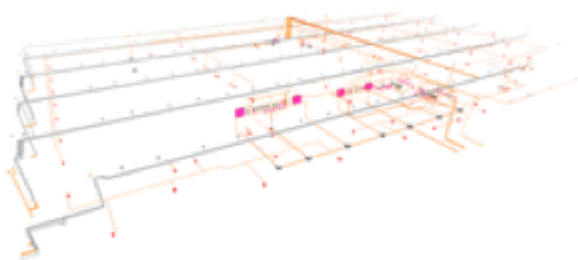
Podmodel elektroinštalacij



Podmodeli prezračevanja,
ogrevanja in hlajenja

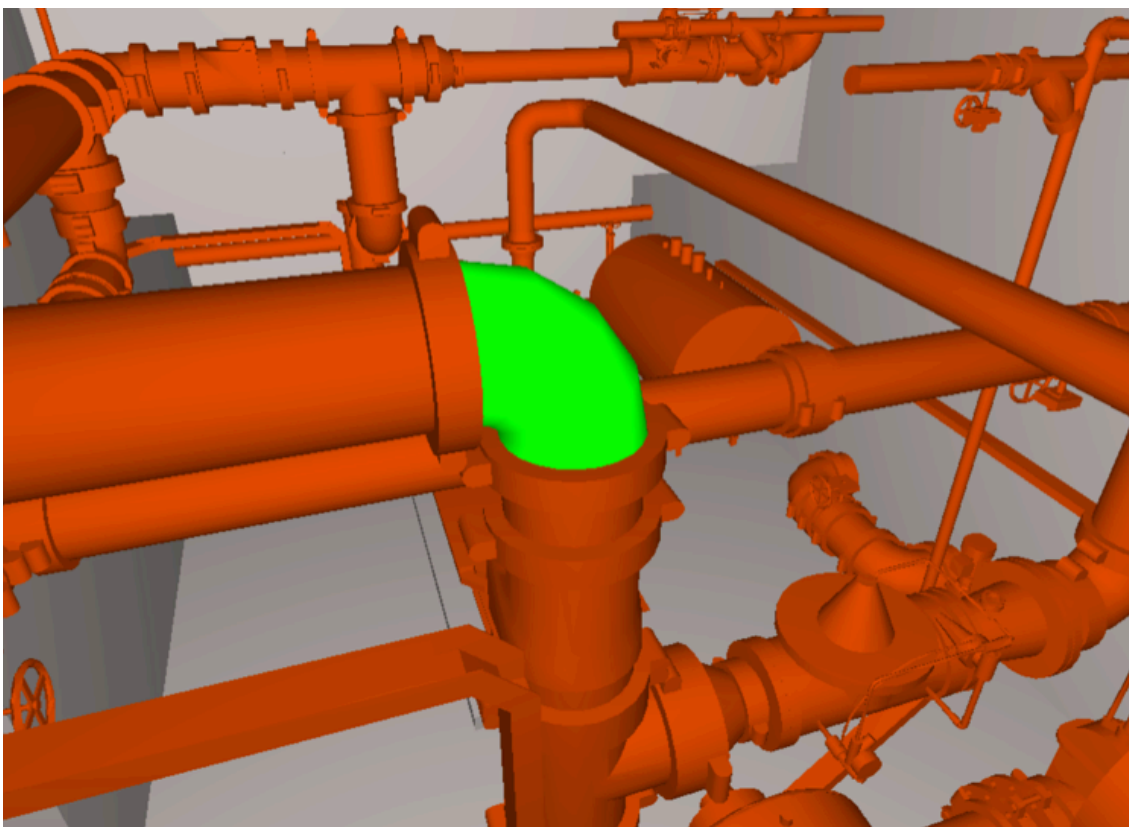


Podmodel šprinkler inštalacij



Podmodel vodovoda in kanalizacije

Slika 4: BIM-podmodeli



Slika 5: Primer gradnika (koleno) podmodela šprinkler inštalacije

Za BIM-model premostitvenega objekta je smiselna razdelitev na naslednje BIM-podmodele:

- podmodel nosilne konstrukcije (temeljenje, podporna konstrukcija, prekladna konstrukcija),
- podmodel opreme (vozišče, ležišča, dilatacije, hodniki, kanalizacija).

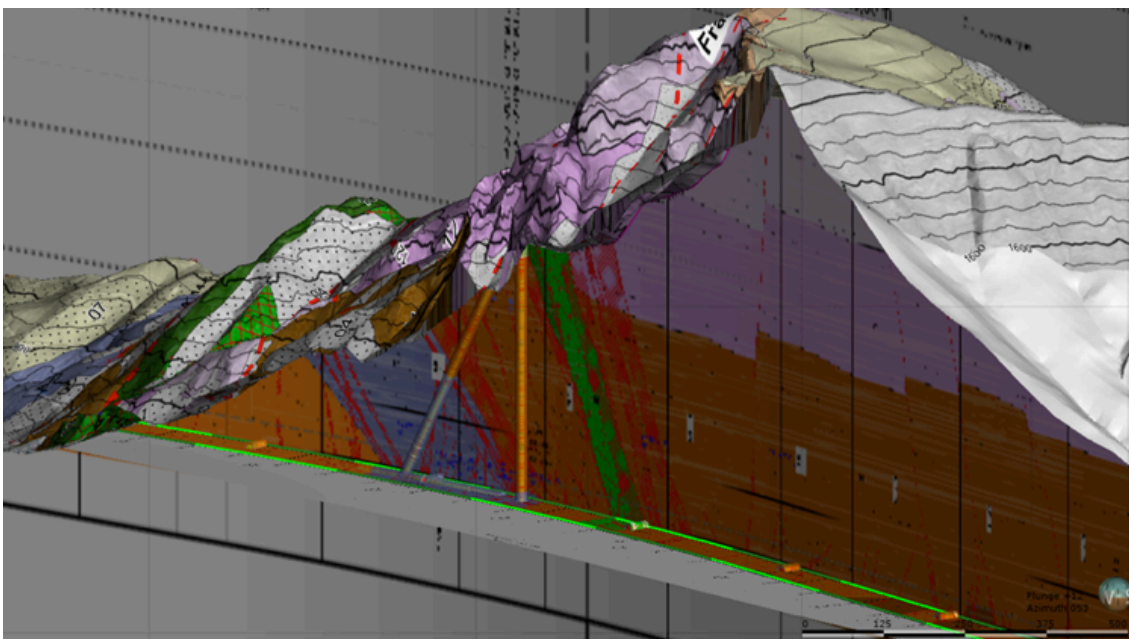
Za BIM-model predora je smiselna razdelitev na naslednje BIM-podmodele:

- podmodel izkopa in primarne podgradnje,
- podmodel notranje obloge in opreme predora,
- podmodel elektroinštalacij,
- podmodel strojnih inštalacij.

Podobna razdelitev se lahko izvede tudi za druge objekte (podporne in oporne zidove, pregrade ...).

Poleg BIM-podmodelov, ki prikazujejo v projektni nalogi obravnavane objekte (zgradbe ali infrastrukturo), se lahko dodatno zahtevajo naslednji BIM-pod modeli:

- podmodel geodetskega posnetka obstoječega stanja,
- podmodel geologije in terena.



Slika 6: Podmodel geologije in terena

6.2.2 Atributne tabele

V projektni nalogi je treba za gradnike BIM-modela definirati attribute, s katerimi se BIM-model informacijsko obogati. Če naročnik še nima določenih atributov za vse gradnike BIM-model, mora podati vsaj osnovna priporočila glede zahtevanih atributov posameznih gradnikov oz. navodila za izdelavo atributnih tabel. Smiselno se lahko uporabi specifikacija COBie.

Določeno mora biti tudi, v kateri projektni fazi in za kateri LOD so zahtevani posamezni atributi.

Atributne tabele naj vsebujejo naslednje informacije:

- ime atributa;
- podatkovni tip atributa;
- enote atributa;
- vse možne vrednosti atributa (kjer je mogoče);
- primer vrednosti atributa;
- informacije, pri katerem LOD-u je atribut zahtevan;
- informacije, v kateri projektni fazi je atribut zahtevan.

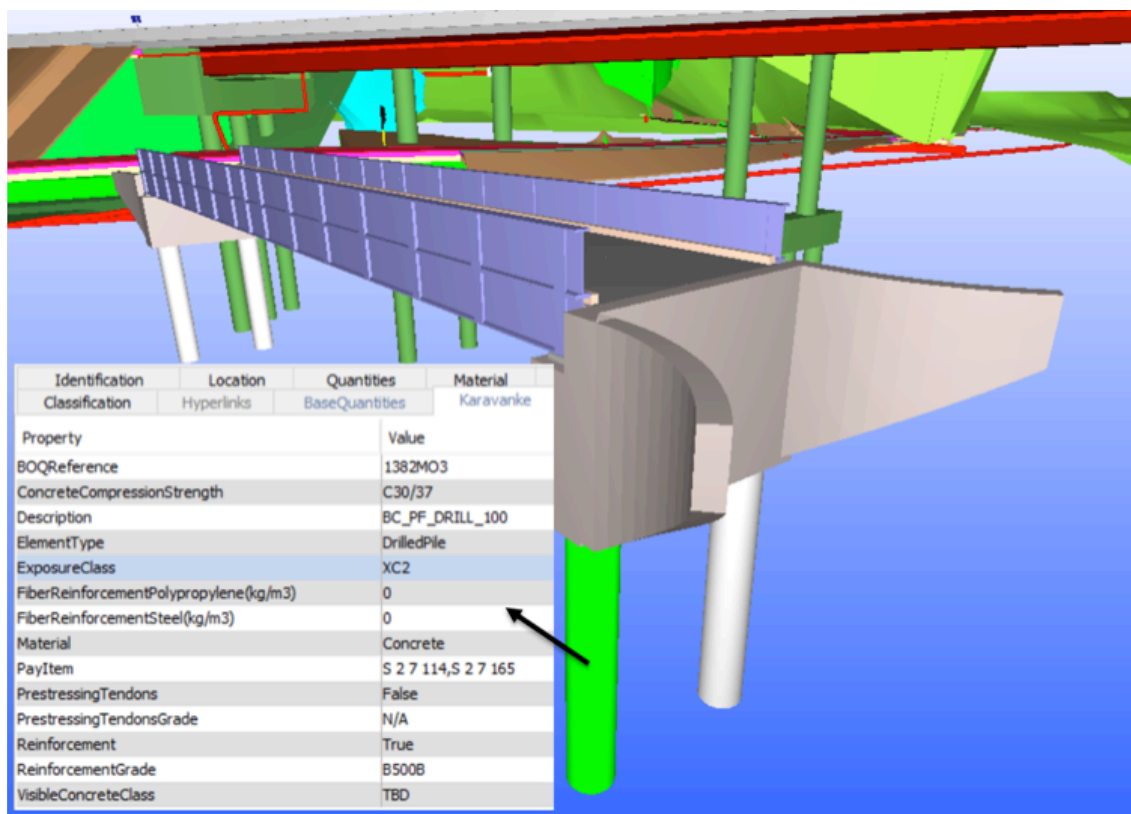
V splošnem naj se atributne tabele razdelijo po posameznih skupinah gradnikov (npr. atributi za AB-gradnike, atributi za jeklene gradnike, atributi za gradnike zemeljskih del ...). Za preglednejši prikaz se lahko atributi razdelijo na geometrijske in negeometrijske, nadalje pa se lahko posamezna skupina tudi razdeli na podskupine, za katere velja, da njeni atributi veljajo samo za določene gradnike te podskupine.

Armirani beton															
Ime	Tip podatka	1. del – opis atributov			2. del – LOD					3. del – projektna faza					
		Enote	Primeri	Komentar	100	200	300	350	400	IDZ	IDP	PGD	PZI	PID	
TipElementa	Tekst	N/A	Nosilec; Stena; Steber; Plosca; Temelji; Pilot; Kanaleta; Vodorovni; NotranjaOblaga; ZunanjaOblaga; Jasek; Opornizid; IzbniVenec; PilotnaGreda; PilotnaIzozina; Steber; Podpornizid; PrekladnaKonstrukcija; Hodnik; PrehodnaPlosca; ZalednaStena; KrilnaStena; Opornik; Podbeton; NaklonikBeton		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Opis	Tekst	N/A	AR, FU, RC	šifra gradnika po klasifikaciji	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Normativ	Tekst	N/A	N 3 1 XXX, N 3 1 XXX	šifra postavke popisa del		X	X	X	X					X	X
ReferencaPopisa	Tekst	N/A	S.4.1.1.	šifra poglavja popisa del (ustrezna raven)		X	X	X	X					X	X
Material	Tekst	N/A	A8		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BetonTrdnostniRazred	Tekst	N/A	C25/30, C30/37			X	X	X	X					X	X
Razredizpostavljenosti	Tekst	N/A	KC2, KC4 XD3 XF2,			X	X	X	X					X	X
BetonTipVlošnega	Tekst	M	V80, VBL, VB2, VB8,			X	X	X	X					X	X
BetonVelikostZrna-Dmax(mm)	Številčni	mm	16, 32			X	X	X	X					X	X
BetonKovinskiSloj(cm)	Številčni	cm	5	če ima element predpisane različne debeline, se vpiše vse			X	X	X					X	X
JekloZaArmiranje	Boolean	Drži/Ne drži	Da/Ne			X	X	X	X					X	X
ArmaturniTip	Tekst	N/A	B500 B			X	X	X	X					X	X
JekloZaPrednapenjanje	Boolean	Drži/Ne drži	Da/Ne			X	X	X	X					X	X
PrednapetjeKvalitetaKablov	Tekst	N/A	1680/1800			X	X	X	X					X	X
VlaknaZaArmiranje	Boolean	Drži/Ne drži	Da/Ne			X	X	X	X					X	X
VlaknaZaArmiranjeTipVlaken	Tekst	N/A	JV50/16(35kg), PV10(1kg)	jeklena vlakna JV50/16 (35 kg na 1 m ³), polipropilenska vlakna PV10 (1 kg na 1 m ³)		X	X	X	X					X	X
BetonProstornina(m ³)	Številčni	m ³	15			X	X	X	X					X	X

Slika 7: Primer atributne tabele za betonske gradnike

Za celoten BIM-model se morajo za vsak gradnik v atributnih tabelah definirati naslednji atributi:

- *Ime gradnika*: ime gradnika je sestavljeno iz informacij gradnika, ki so razporejene glede na strukturo gradnikov BIM-modela (npr. ime gradnika je sestavljeno iz informacij po naslednjem vzorcu: tehnično-področje_skupina-gradnikov_ime-gradnika_podrobni opis gradnika).
- *Material gradnika*: v tem atributu je po predpisanem ključu poimenovanja podana informacija o materialu gradnika.



Slika 8: Primer modela mostu s pripisanimi atributi za posamezne sklope gradnikov (na sliki so prikazani atributi pilota, ki definirajo lastnosti pilota, ki so potrebne v fazi projektiranja in izvedbe)

6.3 ZAHTEV ZA POIMENOVANJE DATOTEK IN OBJEKTOV V MODELIH

V projektni nalogi je treba definirati poimenovanje:

- datotek,
- BIM-gradnikov,
- atributov (imena in vrednosti).

Če naročnik še nima vzpostavljenega sistema poimenovanja datotek, se predlaga, da je v imenu zajeta informacija o projektu, njegovi fazi, posamezni disciplini oz. objektu, vrsti dokumenta, delu projekta, verziji datoteke in statusu datoteke. Če naročnik še nima vzpostavljenega sistema poimenovanja BIM-gradnikov, se predlaga, da so v imenu zajeti informacija o disciplini, skupina in podskupina, kamor gradnik spada, ter tip gradnika. V pomoč pri definiciji imen so lahko različne klasifikacijske tabele gradnikov (npr. omniclass klasifikacija, uniclass klasifikacija).

Ključ poimenovanja gradnikov in datotek mora biti v projektni nalogi jasno določen. Ime je lahko sestavljeno iz zaporedja znakov, ki predstavljajo posamezno informacijo o datoteki, ki so med seboj ločena z veznim znakom (»-« ali »_«).

Če naročnik še nima vzpostavljenega sistema poimenovanja atributov, se predlaga, da se za ime atributa in njegove besedilne vrednosti uporabi slovenski jezik, imenovalnik ednine, brez presledkov, posamezna beseda se začne z veliko začetnico.

6.4 DODATNE ZAHTEV NAROČNIKA PO VAROVANJU PODATKOV

V tem poglavju projektne naloge naročnik opiše svoje dodatne zahteve po varovanju podatkov, ki lahko vplivajo na delovne procese ponudnika.

7 Tehnične zahteve BIM-modela

7.1 FORMAT IZMENJAVE PODATKOV

V projektni nalogi je treba definirati, kateri pristop se bo v projektu uporabljal za izmenjavo podatkov.

V osnovi je mogoče vzpostaviti dva različna pristopa izmenjave podatkov:

- odprti BIM-pristop (angl. Open BIM),
- zaprti BIM-pristop (angl. Closed BIM).

Pri odprtem BIM-pristopu se modeli in podatki izmenjujejo s pomočjo standardiziranih odprtih formatov, med katere spadata IFC (Industry Foundation Classes) za izmenjavo modelov in BCF (BIM Collaboration format) za izmenjavo komentarjev, vezanih na gradnike modelov v fazi koordinacije. Predpiše se lahko tudi verzija standardov IFC (npr. IFC4) in BCF. Seznam certificiranih programov za delo z IFC-jem, ki omogočajo kakovosten uvoz in izvoz IFC formata, vodi organizacija buildingSmart in je dostopen na povezavi <http://buildingsmart.org/compliance/certified-software/>.

Pri zaprtem BIM-pristopu se izmenjujejo podatki in modeli v okviru predpisanih programov (in s tem formatov) posameznih proizvajalcev programske opreme, pri čemer ni mogoča izmenjava s programi, ki niso združljivi z izbranimi programi.

7.2 ZAHTEVANA IT-INFRASTRUKTURA

Če se za projekt predpiše odprti BIM-pristop, mora uporabljena programska oprema omogočati uvoz in izvoz s projektno nalogo predpisanega formata (npr. IFC določene verzije). Če se za projekt predpiše zaprti BIM-pristop, mora izvajalec za izdelavo uporabljati predpisano platformo določenega proizvajalca programske opreme.

7.3 OMEJITVE ZMOGLJIVOSTI IT-OPREME

Velikosti BIM-modelov lahko v projektu predstavljajo težavo pri prenosu in izmenjavi modelov. Zato je smiselno, da se naročnik v projektni nalogi glede na predpisani CDE zaveda težav, ki jih lahko povzročijo preveliki BIM-modeli. Paziti je treba na to, da bodo modeli obvladljivi z računalniško opremo projektantov.

7.4 PROJEKTNI KOORDINATNI SISTEM

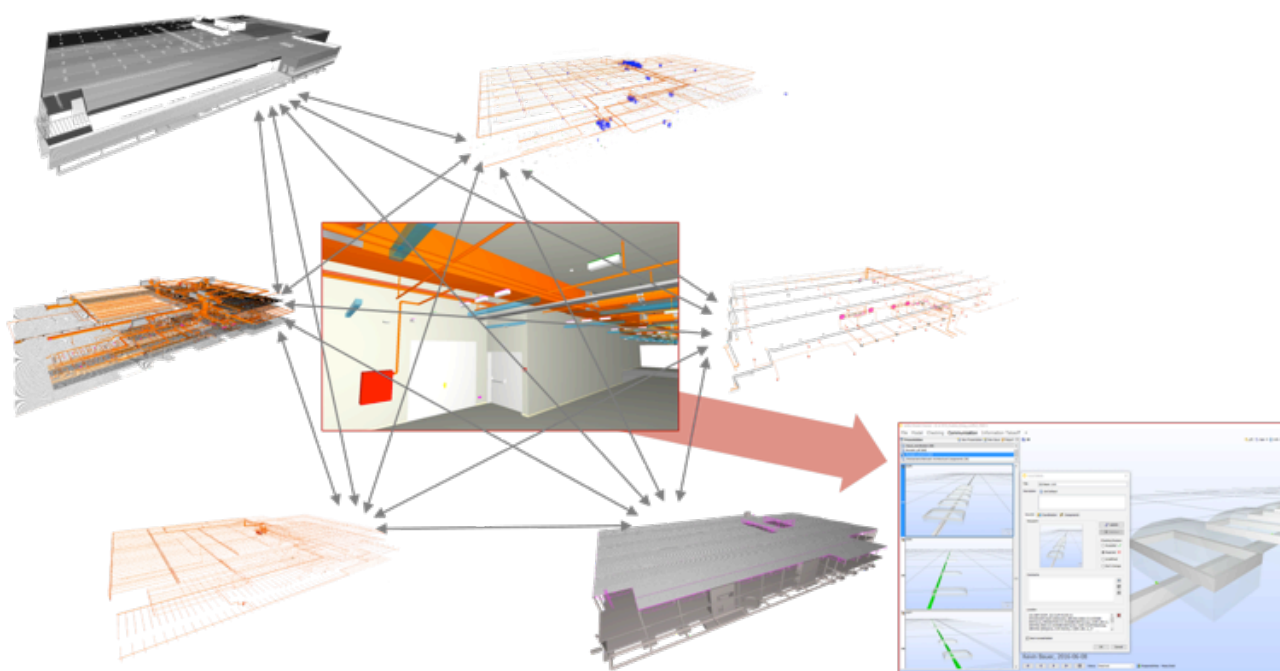
V projektni nalogi je treba definirati koordinatni sistem, ki bo uporabljen v osnovnem projektu in na katerega morajo biti georeferencirani vsi gradniki.

8 Kontrola kakovosti

Kontrola kakovosti je sestavljena iz dveh bistvenih delov, ki sta:

- kontrola kakovosti izvajalca – kontrola lastnih procesov (v skladu z BEP-om in veljavnimi standardi);
- kontrola kakovosti naročnika – zunanja kontrola in validacija.

Za izvajanje kontrole kakovosti se izdelata koordinacijski model, ki združuje vse podmodele in vključuje pravila za avtomatsko kontrolo kakovosti.



Slika 9: Shematični prikaz koordinacijskega modela, ki združuje več podmodelov

8.1 KONTROLA KAKOVOSTI IZVAJALCA

BIM-koordinator je v fazi izvedbe BIM-modela zadolžen za učinkovito zagotavljanje kontrole kakovosti v projektni skupini. Biti mora kompetentni strokovnjak, ki pozna področja dela in procese v projektu.

Dolžan je pregledovati celoten proces dela, usklajenost rešitev, natančnost modela, kolizije med gradniki in vsebnost potrebnih gradnikov. Posebno pozornost je treba posvetiti tudi kontroli poimenovanja datotek, gradnikov in atributov.

Pregled modela mora obsegati vsaj vizualne preglede, preglede neskladij (kolizij), preglede skladnosti s standardi, smernicami in navodili izvedbenega načrta za BIM. Pregledi morajo biti izvedeni vsaj pred vsako izmenjavo z drugim tehničnim področjem ter pred posamezno predajo naročniku.

Preglede neskladij (kolizij) je treba izvajati na treh ravneh:

- kontrola dejanskih križanj geometrije (angl. hard clash test),
- kontrola oddaljenosti (angl. clearance clash test),
- kontrola dvojnikov (angl. duplicate clash test).

V projektni nalogi naj se navedejo tudi vrednosti dovoljenih toleranc ter obseg izvajanja posameznih neskladij.

Predlagamo, da izvajalec notranje kontrole pripravi poročilo, ki bo osnovni dokument pregledovalca, določenega s strani naročnika.

8.2 KONTROLA KAKOVOSTI NAROČNIKA

Naročnik mora v fazi uporabe BIM-pristopa zagotoviti kontrolo kakovosti. Ta se lahko zagotavlja s pomočjo ene osebe za nezahtevne ali manj zahtevne modele, medtem ko je treba za zahtevne ali sestavljene modele zagotoviti skupino strokovnjakov, ki na osnovi poročila notranje kontrole pripravi detajlni pregled modela, za kar izdelajo poročilo o pregledu, kar je osnova za validacijo modela s strani naročnika.

Predmet pregleda:

- projektna naloga in izvedbeni načrt za BIM – kontrola kakovosti pregleda usklajenosti izvedenih del z navedenimi dokumenti;
- uporabljena pristop in metodologija;
- uporaba programske opreme;
- georeferenciranost;
- število in ustreznost modelov in podmodelov;
- stopnja obdelave in natančnosti modela in podmodelov;
- ujemanje oziroma neskladja med modeli;
- uporaba enot, določljivost količin oziroma atributov modela;
- povezanost informacij;
- preglednost, razumljivost in natančnost modelov;
- obseg informacij o modelu in njihova zanesljivost;
- povezljivost informacij z zapisom IFC.

Predlagamo, da izvajalec kontrole kakovosti pri naročniku že med samim izvajanjem oz. izdelavo projekta spremlja BIM-pristop in podaja svoje mnenje sočasno z razvojem projekta oz. modela. Izvajalci kontrole kakovosti BIM-modela pri izvajalcu in naročniku izdelajo poročilo, ki je sestavni del BIM-pristopa.

V projektni nalogi naj se obvesti ponudnika, da bo s strani naročnika pregledan in potrjen celoten BIM-pristop ponudnika.

9 Predaja BIM-projekta

V projektni nalogi je treba definirati lastništvo BIM-modela in drugih dokumentov, katerih izdelava je določena v projektni nalogi.

Ob zaključku posameznih faz se preda naslednje BIM-modele in dokumente:

1. načrt za izvedbo BIM-pristopa (BEP),*
2. dostop do informacijskega okolja (CDE),**
3. BIM-model,
4. poročila o notranji kontroli kakovosti,
5. dodatne zahtevane analize in posebne predaje:
 - a. popis količin iz BIM-modela,
 - b. BIM 4D-/5D-model,
 - c. analiza energetske učinkovitosti,
 - d. vizualizacije in simulacije projekta,
 - e. BIM 6D-model,
 - f. posebne datoteke.

V projektni nalogi je treba definirati faze predaje BIM-modela in drugih dokumentov. Posamezne faze predaje so po navadi povezane z/s:

- zaključenimi projektnimi fazami (IDZ, IDP, PGD, PZI, PID),
- vmesnimi projektnimi fazami (npr. oddaja v pregled/recenzija/revizija),
- predajo zaradi spremembe projekta med gradnjo.

Posamezne mejne faze predaje se lahko definirajo na način, prikazan v spodnji preglednici. Med projektom se lahko določijo tudi periodične predaje znotraj posamezne faze (npr. tedenske, mesečne).

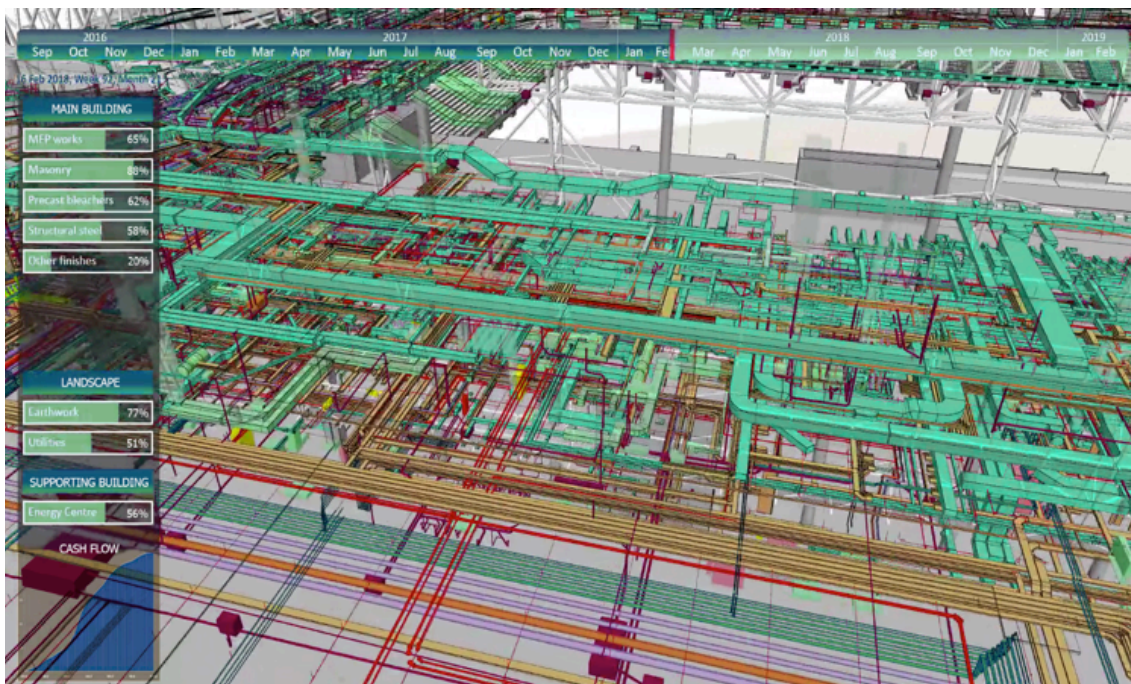
Preglednica 2: Preglednica posameznih mejnih faz predaje BIM-projekta

Projektna faza	Opis	Faza predaje modelov	Razlog	Zahtevani sklopi predaje	Rok predaje
1. IDZ	BIM-model na ravni IDZ-ja	1	/	/	/
2. IDP	BIM-model na ravni IDP-ja	2	/	/	/
3. PGD	BIM-model na ravni PGD-ja	3a	predaja projekta v pregled	3, 5.a	XX-YY-ZZZZ
		3b	predaja projekta po pregledu	3, 5.a, 5.b, 5.c	XX-YY-ZZZZ
4. PZI	BIM-model na ravni PZI-ja	4a	predaja projekta v pregled	3, 5.a, 5.d	XX-YY-ZZZZ
		4b	predaja projekta po pregledu	3, 5	XX-YY-ZZZZ
5. Gradnja	BIM-model na ravni PZI-ja v določeni fazi med gradnjo	5x***	predaja projekta	3, 5.a, 5.b, 5.d, 5.e	XX-YY-ZZZZ
6. PID	BIM-model na ravni PID-a	6	predaja projekta	3, 5	XX-YY-ZZZZ

*1. Načrt za izvedbo BIM-pristopa se predaja običajno na začetku projekta. Odvisno od pogodbe se lahko dopolnjuje BEP tudi med projektom.

**2. CDE, če naročnik ni njegov upravljavec, se običajno predaja na koncu projekta. Odvisno od pogodbe se lahko predaja CDE tudi med trajanjem projekta.

*** »x« predstavlja fazo med gradnjo, če se projekt v času gradnje spremeni toliko, da vpliva na časovni in finančni vidik projekta, da je treba BIM-model korigirati med samo gradnjo. V nasprotnem primeru se lahko spremembe BIM-modela vnesejo po končani gradnji oz. v BIM-modelu na ravni PID-a.



Slika 10: Primer 4D-/5D-simulacije

9.1 NAČRT ZA IZVEDBO BIM-PRISTOPA (1.)

Načrt za izvedbo BIM-pristopa ali izvedbeni načrt za BIM (BEP) pripravlja ponudnik v sodelovanju z naročnikom in je odgovor na projektno nalogo in naročnikove informacijske zahteve, ki so definirane v njej. Podane informacije in zahteve so podlaga za pripravo izvedbenega načrta za BIM.

V pregled in končno potrditev se preda v določenem časovnem obdobju po začetku projekta (npr. uvedba v delo, sklenitev pogodbe ipd.).

Izvedbeni načrt za BIM se predaja v digitalnih formatih (.pdf, .docx, .xlsx).

Predlagamo, da naročnik v projektni nalogi definira vsaj minimalno vsebino izvedbenega načrta za BIM, ki naj bi obsegala:

- povzetek izvedbenega načrta za BIM;
- bistvene informacije o obravnavanem projektu;
- cilje BIM-projekta, ki so definirani z razpisno dokumentacijo;
- identifikacijo, opis in analizo uporabe BIM-a, potrebne za doseg želenih ciljev BIM-projekta;
- opis organizacijskih vlog, kadrov in mejnikov projekta;
- z generalnim procesnim diagramom ter posameznim procesnim diagramom uporabe BIM-a prikazan potek implementacije BIM-tehnologij v projektu;
- sheme prenosa informacij o modelih, ki so potrebni za izvedbo posameznega procesa – te lahko zajame le grob prikaz informacij, kot so dobitnik in prejemnik informacije ter tip datoteke, do natančnejšega prikaza (Priročnik z informacijami – IDM), ki vsebuje tudi natančnost modela v posamezni fazi, prikaz vhodnih in izhodnih informacij v procesu z opisom in avtorjem manjkajočih informacij;
- seznam dodatnih zahtev naročnika;
- strategijo sodelovanja z opisanimi postopki komunikacije, načrtom izmenjave informacij za potrebe posameznih procesov, ki vsebuje vsaj prejemnika, pošiljatelja,

časovno obdobje izmenjav, vrsto modela, uporabljeno programsko orodje ter začetni in končni tip datoteke;

- celostno strategijo zagotavljanja kakovosti z opisanimi vrstami kontrol kakovosti modelov ter zahtevano natančnost in toleranco izvedbe modela;
 - seznam uporabljene programske opreme in potrebne strojne opreme za uporabo modela;
 - smernice za modeliranje, ki vsebujejo splošne ter minimalne zahteve glede modeliranja gradnikov, strukturo gradnikov, ključ poimenovanja, enote in koordinatni sistem;
 - načrt predaje modelov z informacijami o končnih in delnih predajah.
- Za preglednejši prikaz se lahko izdelata generalni načrt dostave informacij (MIDP).

9.2 PLATFORMA ZA IZMENJAVO PODATKOV – CDE (2.)

Če je izvajalec zadolžen za vzpostavitev CDE-ja in njegovo upravljanje med trajanjem projekta, mora ta po zaključku projekta naročniku omogočiti dostop do tega CDE-ja.

9.3 BIM-MODEL (3.)

Predaja BIM 3D-modelov naj obsega predajo v:

- odprtem formatu IFC,
- izvornem formatu v kompletu z vsemi pripadajočimi knjižnicami, od katerih je model odvisen, ki naročniku omogočajo pregled in spreminjanje BIM-modela.

Pri mejnih in vmesnih fazah predaj je treba celotni model uskladiti z vsemi informacijami, ki so predpisane v projektni nalogi in izvedbenem načrtu za BIM.

V primeru periodičnih predaj znotraj posameznih faz pa se lahko predpiše stopnja usklajenosti BIM-modela. Stopnja usklajenosti se v grobem lahko deli na dva dela:

- predaja posameznih nedokončanih BIM-podmodelov, ki vsebujejo veljavne rešitve v času predaje brez kakršnega koli usklajevanja,
- delna usklajenost BIM-modela, kjer se določi potrebna stopnja usklajenosti BIM-podmodelov med seboj, njihove geometrije in atributov.

9.4 POROČILA KONTROLE KAKOVOSTI (4.)

Vsaka predaja modelov mora tudi vsebovati poročilo o notranji kontroli kakovosti BIM-procesa, ki mora vključevati podrobno kontrolo konfliktov BIM-modela, in njihovi odpravi.

Poročilo o kontroli konfliktov BIM-modela naj vsebuje vsaj kontrolo izpolnjevanja zahtev projektnih nalog ter izvedbenega načrta za BIM, kontrolo usklajenosti geometrije BIM-modela ter vseh informacij modela vključno s poimenovanjem BIM-gradnikov in atributov.

Poročilo o kontroli kakovosti BIM-modela se lahko preda v različnih formatih (.pdf, .docx, .xlsx, .bcf datoteke).

9.5 DODATNE ZAHTEVANE ANALIZE (5.)

Naročnik mora biti pri izdelavi projektne naloge in s tem pri naročanju dodatnih zahtevanih analiz, ki jih je mogoče pridobiti iz BIM 3D-modela, pazljiv. Čeprav se spodaj opisane dodatne analize že pojavljajo v praksi, pa njihova implementacija ni preprosta in zahteva veliko dodatnega znanja in dela.

Če naročnik potrebuje posamezne dodatne analize, mora v projektni nalogi podati podrobne zahteve, ki ponudniku ustrezno opišejo zadano nalogo.

9.5.1 Popis količin iz BIM 3D-modela (5.a)

Popis količin iz natančnega BIM 3D-modela omogoča IFC-standard ISO 16739:2013 v odprtokodnem formatu. Danes obstajajo BIM programske rešitve, ki podpirajo IFC format, in pričakuje se, da bo v prihodnosti takšnih rešitev še več. Če uporabljene programske rešitve ne podpirajo IFC-formata, se priporoča izvoz v druge usklajene odprtokodne formate.

9.5.2 4D-/5D-analiza (5.b)

4D-/5D-analize predstavljajo integracijo BIM 3D-modela z dinamiko gradnje (4D) in stroškov (5D). IFC-standard ISO 16739:2013 omogoča predajo 4D-/5D-analiz v odprtokodnem formatu. Obstajajo BIM programske rešitve, ki podpirajo del IFC-formata za 4D- in 5D analize, in pričakuje se, da bo v prihodnosti takšnih rešitev še več. Če uporabljene programske rešitve ne podpirajo IFC-formata, se priporoča izvoz v druge usklajene odprtokodne formate. Na osnovi 4D- in 5D-modeliranja je tudi možno izdelati in predati ustrezne animacije gradnje v odvisnosti s časom in stroški gradnje.

9.5.3 Analiza energetske učinkovitosti (5.c)

Rezultat analiz energetske učinkovitosti je prav tako (leta 2017) še zelo odvisen od uporabljene programske opreme, zato je smiselno te rezultate predati v tabelarni in grafični obliki. Organizacija buildingSMART je izdelala specifikacije za izmenjavo podatkov v obliki MVD-formata. Pričakuje se, da bodo BIM programske rešitve v prihodnosti uporabljale to specifikacijo.

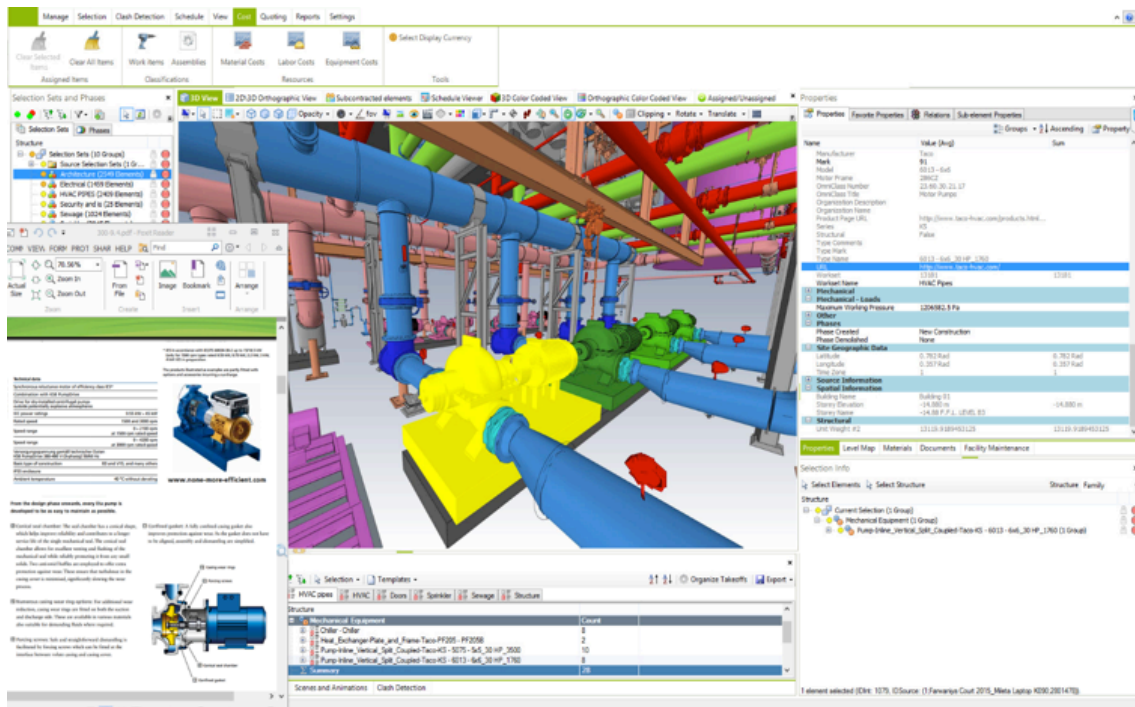
9.5.4 Vizualne simulacije projekta (5.d)

Če naročnik potrebuje animirane prikaze, nadaljnje predstavitve ipd., kot npr. slike BIM-modela, animirani videoprikaz objekta in simulacijo gradnje, je treba v projektni nalogi definirati njihov obseg, format in kakovost.

9.5.5 BIM 6D-model (5.e)

Predstavlja model izgrajenega objekta, ki je povezan s potrebnimi atributi, podatki in dokumenti o izvedbi in vgrajeni opremi (vključno z navodili za obratovanje in vzdrževanje). Uporablja se za podporo upravljanju in vzdrževanju objektov. IFC-standard ISO 16739:2013 omogoča, da se atributi in povezave na ustrezne dokumente shranijo v odprtokodnem formatu. Obstajajo BIM programske rešitve, ki podpirajo IFC-format, in pričakuje se, da bo v prihodnosti

takšnih rešitev še več. Če uporabljene programske rešitve ne podpirajo IFC-formata, se priporoča izvoz v druge usklajene odprtokodne formate.



Slika 11: Primer BIM 6D-vzdrževanja med uporabo objekta

9.5.6 Posebne datoteke (5.f)

Če naročnik potrebuje dostavo podatkov v posebni obliki (npr. obveščanje med gradnjo objekta o že izvedenih BIM-gradnikih), je treba v projektni nalogi predpisati obliko in format predaje teh datotek.

10 Usposobljenost ponudnika

V postopku naročanja BIM-pristopa mora naročnik definirati minimalno potrebno usposobljenost izvajalca, ki jo ta izkaže z dokazljivimi pridobljenimi kompetencami in referencami ter s ponudbenim izvedbenim načrtom za BIM, ki ga ponudnik preda skupaj z drugo ponudbeno dokumentacijo.

10.1 REFERENCE

Reference se praviloma zahtevajo na ravni pravne osebe, prevzemnika posla in referenc nosilcev procesa.

Reference pravne osebe:

- število uspešno izvedenih BIM-projektov,
- navedba faz izvedenih BIM-projektov,
- opis prednosti, ki jih je BIM-metodologija prispevala, na primerih iz referenčnih projektov,
- opis postopka implementacije BIM-metodologije na referenčnih projektih,
- opis kompleksnosti BIM-modelov,
- navedba pridobljenih BIM-certifikatov.

Reference nosilcev procesa:

- navedba izobrazbe,
- navedba opravljenih izobraževanj na področju BIM-a,
- navedba pridobljenih BIM-kompetenc,
- navedba položaja v BIM-procesu, ki ga je nosilec uspešno izvedel.

10.2 PONUDBENI NAČRT ZA IZVEDBO BIM-A

Ponudnik je dolžan v sklopu ponudbene dokumentacije predložiti ponudbeni načrt za izvedbo BIM-a, s katerim naročniku dokaže sposobnost in predstavi postopke, ki se jih bo držal pri izvedbi naročila. Po izboru ponudnika se ponudbeni načrt za izvedbo BIM-a nadgradi v izvedbeni načrt za BIM, ki je osnova za implementacijo BIM-metodologije v projektu.

Ponudbeni načrt za izvedbo BIM-a vsebuje ključne informacije, ki jih lahko razdelimo v naslednje vsebinske sklope:

- splošne informacije o projektu;
- seznam ključnih kadrov za implementacijo BIM-metodologije;
- opis izpolnjevanja ciljev implementacije BIM-metodologije iz projektne naloge;
- predlog strukturiranosti modelov;
- koncept strategije zagotavljanja kakovosti;
- koncept strategije sodelovanja med udeleženci projekta;
- seznam predvidene IT-infrastrukture (programov), s katero ponudnik razpolaga in je potrebna za doseganje ciljev iz projektne naloge;
- predlagani formati izmenjave modelov in koncept zagotavljanja interoperabilnosti med programi;
- glavni mejniki in način predaje modelov in drugih zahtev iz projektne naloge.

