

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**UPORABA BIM MODELA PRI PROJEKTIRANJU
IN IZGRADNJI PROIZVODNO POSLOVNEGA
OBJEKTA**

Kandidat: Klemen Potnik

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: dr. Ksenija Golob

Mentor v podjetju: Karel Bogatin, inž. gradb.

Lektor: Anja Mihelič, dipl. slov. (UN) in dipl. geog. (UN)

Maribor, 2018

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Klemen Potnik sem avtor diplomskega dela z naslovom Uporaba BIM modela pri projektiranju in izgradnji proizvodno poslovnega objekta, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Ksenije Golob.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, september 2018

Podpis študenta:

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorici dr. Kseniji Golob za usmerjanje in strokovno pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Predvsem se zahvaljujem očetu za strokovno pomoč pri študiju. Hvala tudi vsem ostalim, ki ste me spremljali na moji študijski poti.

POVZETEK

Za projekt proizvodno poslovnega objekta je bil, z namenom nadgradnje projektne dokumentacije in izboljšanja procesa graditve, napravljen BIM model z uporabo programskega orodja Autodesk Revit 2018. Cilj izdelave modela je bila osvojitev potrebnih veščin za samostojno uporabo programa in nadaljnja uporaba teh znanj ter njihova vključitev v prihodnjem delu. Pri izdelavi modela smo opazili izboljšave pri načrtovanju v primerjavi z ustaljenimi CAD orodji, ki se na široko uporabljajo znotraj stroke. Ugotovili smo, da je BIM programsko orodje bistveno bolj prilagojeno potrebam gradbenih inženirjev in ostalih delov stroke, ki sodelujejo v procesu načrtovanja. Znotraj modela je bil izdelan popis del in projektantski predračun projekta, kar smo primerjali s popisom del izdelanim v programskem orodju Microsoft Excel 2018. Pri primerjavi rezultatov smo ugotovili, da prihaja do manjših odstopanj, ki so nastala zaradi specifik BIM programskega orodja. Glede na celotno vrednost stroškovne ocene primerjanih elementov je bila razlika 3,54 %. Na podlagi primerjave rezultatov in uporabniške izkušnje pri izdelavi smo ugotovili, da uporaba BIM modeliranja skrajša čas izdelave popisa del.

Poleg tega smo primerjali tudi proces izdelave terminskega načrta znotraj BIM modela s klasično izdelavo terminskega načrta v obliki gantograma. Ugotovili smo, da BIM tehnologija in programska orodja proizvajalca Autodesk, ki smo jih uporabljali, ne prinašajo bistvenih izboljšav pri izdelavi terminskega načrta v primerjavi z ustaljenimi metodami iz prakse. Razlog za to so predvsem licenčni pogoji proizvajalca programske opreme. Izdelavi BIM modela je sledila analiza smiselnosti uporabe te tehnologije v družinskem podjetju z ozirom na ceno licence in uporabnostjo v slovenskem gradbeništvu. Na podlagi podatkov proizvajalca programske opreme smo ugotovili, da je cena uporabe glede na dovršenost programskih orodij BIM temu primerno višja v primerjavi s CAD programi. Ocenjujemo, da je danes uporaba BIM tehnologije v slovenskem prostoru za majhna gradbena podjetja nezanemljiva, ker večina investorjev še ne povprašuje po tovrstnih storitvah. Poleg tega predstavlja nadgradnja programske opreme za izdelavo BIM modelov tudi velik strošek, kar je ovira predvsem za manjša gradbena podjetja.

Ključne besede: proizvodno poslovni objekt, projektiranje, digitalizacija, BIM, Autodesk, Revit

ABSTRACT

THE USE OF BIM MODELLING IN PLANNING AND BUILDING OF PRODUCTION-BUSINESS BUILDING

With the intention of upgrading the project documentation and building process of a combined production-business building, we generated a BIM model with the use of Autodesk Revit 2018 program interface. The goal of the model generation process was to acquire the basic skillset needed for independent work with the program with the intention of using these skills within further work. In the process of making the BIM model, we noticed some improvements in the planning process in comparison to the CAD programs which are currently being used within the construction sector. We discovered that the BIM program interface was better at addressing the needs of construction engineers and others who are included in the planning process. Within the model, we made a material quantitative estimation and a cost estimation of the project. Afterwards, we compared them to their counterparts which were made with the use of Microsoft Excel 2018. According to the comparison and our user experience, we found that there are some minor differences within the results. However, the use of BIM technology brings improvements in the quantitative and cost estimation process. Depending on the total value of the cost estimation of the elements compared, the difference was 3,54 %. Based on the comparison of results and user experience, we discovered that the use of BIM modelling reduces the time of making the material quantitative estimation. We also compared the process of generating a project schedule within BIM with the classic gantt project schedule. We found that the use of BIM and Autodesk programs we used does not contribute to improvements in comparison to existing methods. The main reason for that are the licencing terms of BIM program developers. We also analysed the feasibility of BIM technology usage in a small-scale family company. We focused on the licencing costs and the general usefulness of the technology within the Slovene construction sector. According to the software manufacturer's data, we discovered that the cost of using BIM software tools is higher compared to CAD programs. Our findings show that the use of BIM in smaller operations within the sector is not viable because most investors do not enquire such services. In addition, the upgrade of the software to produce BIM models is expensive which is a barrier especially for smaller construction companies.

Keywords: production-business building, planning, digitalisation, BIM, Autodesk Revit

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	11
2	INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB (BIM).....	12
2.1	ZGODOVINA IN RAZVOJ INFORMACIJSKEGA MODELIRANJA STAVB.....	14
2.2	OPIS TEHNOLOGIJE IN PROGRAMSKEGA ORODJA	15
2.2.1	Zrelost BIM modelov	16
2.2.2	Sestavni deli BIM modela	18
2.2.3	Programsko orodje Autodesk Revit.....	20
2.3	PRIMERJAVA PROGRAMSKIH ORODIJ AUTOCAD IN REVIT	24
2.4	UPORABA INFORMACIJSKEGA MODELIRANJA STAVB V TUJINI.....	25
2.5	INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB V SLOVENIJI	26
3	PROJEKT PROIZVODNO POSLOVNEGA OBJEKTA.....	30
3.1	PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA.....	31
3.1.1	Delo v projektnih skupinah.....	33
3.2	POPIS DEL ZA IZGRADNJO.....	36
3.3	TERMINSKI NAČRT DEL	38
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	40
4.1	BIM MODEL.....	40
4.2	POPIS DEL IN STROŠKOVNA OCENA	45
4.3	TERMINSKI NAČRT DEL	49
5	SKLEP	51
6	VIRI, LITERATURA.....	54
7	PRILOGE.....	56

KAZALO SLIK

SLIKA 1: IZBOLJŠAVE, KI JIH PRINAŠA BIM	13
SLIKA 2: BEW-RICHARDS ALI UK BIM ZRELOSTNI MODEL	16
SLIKA 3: TRINOŽNI STOL BIM	18
SLIKA 4: PRIKAZ DELOVANJA FUNKCIJE WORKSHARING V PROGRAMU AUTODESK REVIT	23
SLIKA 5: PROJEKT V FAZI IDEJNE ZASNOVE.....	30
SLIKA 6: IDEJNA UMESTITEV OBJEKTA.....	34
SLIKA 7: PRIMER POPISA DEL ZA ZEMELJSKA DELA POSLOVNO PROIZVODNEGA OBJEKTA	37
SLIKA 8: KONČNI IZGLED BIM MODELA	40
SLIKA 9: STENSKI IN STREŠNI PANEL IZDELAN V AUTODESK REVIT 2018.....	41
SLIKA 10: PRIKAZ TOČKOVNIH TEMELJEV IN GRED POSLOVNO PROIZVODNEGA OBJEKTA S PASOVNIMI TEMELJI ANEKSOV	42
SLIKA 11: PRIKAZ IZDELANE KOVINSKE KONSTRUKCIJE	44
SLIKA 12: PRIMER TABEL FUNKCIJE SCHEDULES ZA TOČKOVNE TEMELJE	46
SLIKA 13: IZSEK GANTOGRAMA IZDELANEGA V PROGRAMU GANTTPROJECT	50

KAZALO TABEL

TABELA 1: PRIMERJAVA NEKATERIH STROŠKOVNIH OCEN IZ MODELA IN POPISA DEL.....	48
--	----

SEZNAM OKRAJŠAV

2D	Dvodimenzionalno
3D	Trodimenzionalno
4D	Štiridimenzionalno
BIM	Building information modelling – informacijsko modeliranje stavb
CAD	Computer aided design – računalniško podprto načrtovanje
EU	Evropska unija
EUR	Euro
IPE	Evropski standardni I valjani profil z vzporednima pasnicama
MGRT	Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo
PGD	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
PID	Projekt izvedenih del
PZI	Projekt za izvedbo
UPE	Evropski standardni U valjani profil z vzporednima pasnicama

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Skupaj z razvojem tehnologije se razvija tudi gradbena panoga, ki že vrsto let svoje ovire in izzive rešuje z uporabo raznih računalniških orodij. V zadnjem obdobju se inženirji vse bolj srečujejo z informacijskim modeliranjem stavb ali BIM – Building Information Modelling – kot se tehnologija imenuje v izvirniku.

Gradbeništvo je v primerjavi z drugimi panogami manj učinkovito, kar se odraža v neuspešno opravljenem delu, izgubi sredstev in kapitala. Panogo je močno prizadela gospodarska kriza, ki je povzročila propad večjih podjetij in razdrobitev celotnega sektorja. Od leta 2016 se stanje z gospodarsko rastjo postopoma izboljšuje, saj so se skupaj z oživitvijo gospodarstva povečala tudi vlaganja v panogo. Še vedno pa celotno gradbeništvo močno zaostaja v uporabi naprednih tehnologij in digitalnih orodij. To je zagotovo tudi eden izmed številnih vzrokov za povečano neučinkovitost, kar pa po drugi strani predstavlja tudi priložnosti za številne izboljšave. Digitalizacijo panoge so v zadnjem obdobju pričeli promovirati tako na evropskem kot tudi na nacionalnem nivoju. Izdanih je bilo več publikacij in akcijskih načrtov, ki predvidevajo kako bi povečana uporaba tehnologije lahko oživila gradbeni sektor. Pri tem ima osrednjo vlogo BIM tehnologija, ki naj bi optimizirala proces graditve objektov.

Velik problem, s katerim se sooča gradbena panoga, je tudi vse manjši interes med mladimi za študij in zaposlitev na tem področju. Razlog za takšno stanje je, da študij ni tako vabljiv kot druge inženirske veje. Očiten je tudi negativni vpliv gospodarske krize, ki je močno prizadela gradbeništvo, kar se je v tem času odražalo tudi pri nižjem vpisu v študijske programe gradbeništva. Vsekakor je potrebno najti način, kako ustrezno predstaviti gradbeništvo kot vabljivo področje za študij in delo bodočim mladim strokovnjakom. Tako si bo stroka zagotovila lasten obstoj in ohranitev dragocenega znanja, ki je bilo pridobljeno skozi čas. Vsekakor lahko BIM tehnologija pomembno vpliva na takšne odločitve, saj se mladi raje usmerjajo v tehnološko razvitejše poklice. Na tak način lahko BIM izboljša zaposlitveno konkurenčnost gradbenega sektorja in stroko še dodatno oplemeniti.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Pri družinskem podjetju MP inženiring Marjan Potnik, s.p. smo v lokalnem okolju s strani manjših podjetij zaznali povečano povpraševanje po proizvodno poslovnih prostorih. Zato smo se odločili, da zgradimo poslovne prostore, ki jih bomo kasneje ponudili v najem ali odkup zainteresiranim podjetnikom.

Zgraditi nameravamo objekt, ki bo kupcem omogočal opravljanje proizvodne dejavnosti, kot tudi nudil poslovne prostore za nemoteno poslovanje. To bomo zagotovili s kombinacijo jeklene montažne industrijske hale, ki ji bomo priključili klasično grajene poslovne prostore.

Z izdelavo BIM modela na primeru omenjenega projekta nameravamo nadgraditi izdelano dvodimenzionalno projektno dokumentacijo. Poleg trodimenzionalnega prikaza bo model vključeval še popis del in terminski načrt. Izdelan model bo služil lažji predstavi dejanske lokacijske situacije in za trženje poslovnih enot, ki jih bomo dali v prodajo. Ob ogledu BIM modela poslovno proizvodnega objekta si bo potencialni kupec namreč lahko še pred pričetkom gradnje lažje predstavljal, kako bodo izgledali njegovi bodoči poslovni prostori.

Cilj diplomskega dela je osvojiti osnovne veščine, ki so potrebne za izdelavo BIM modela z uporabo programskega orodja Autodesk Revit 2018. Pridobljeno znanje želimo v prihodnje uporabiti pri svojem delu. Poleg tega bomo tudi analizirali stanje gradbene panoge tako v Sloveniji kot po svetu z vidika digitalizacije poslovanja. Pri tem bomo pozorni predvsem na digitalne rešitve, ki bi izboljšale poslovanje omenjenega družinskega podjetja.

V raziskavi predpostavljamo naslednje hipoteze:

H1: Uporaba BIM modela prinaša izboljšave pri izdelavi popisa del.

H2: Uporaba BIM modela prinaša izboljšave pri izdelavi terminskega načrta del.

H3: Informacijsko modeliranje stavb izboljša proces načrtovanja stavb.

H4: Nakup licence BIM programskega orodja za uporabo v majhnem podjetju je smiselna.

1.3 *Predpostavke in omejitve*

Veljavnost navedenih hipotez bomo preverili s primerjavo rezultatov BIM modela izdelanega s programskim orodjem Autodesk Revit 2018 s klasičnimi metodami izdelave popisa del, terminskega načrta gradnje in samega načrtovanja. Rezultati primerjave bodo v veliki meri odvisni od izdelanega BIM modela. Glede na to, da se pred izdelavo modela za potrebo diplomskega dela nismo še nikoli srečali z BIM tehnologijo, lahko to predstavlja težave pri preverjanju rezultatov. Izdelava popisa del in terminskega načrta del v BIM modelu zahteva veliko mero natančnosti in uporabo naprednih funkcij programa. Kot neizkušenemu uporabniku se lahko zgodi, da pri uporabi funkcij napravimo napako, ki lahko bistveno vpliva na sprejetje oziroma ovrženje zastavljenih hipotez.

Omejitev pri izdelavi modela in omenjenih komponent lahko predstavljajo tudi licenčni pogoji proizvajalcev programske opreme.

1.4 *Uporabljene raziskovalne metode*

V teoretičnem delu diplomskega dela so bili uporabljeni strokovni viri, s pomočjo katerih smo razložili vse komponente empiričnega dela diplomskega dela in raziskali področje BIM tehnologije. Strokovna literatura služi širšemu razumevanju gradbene panoge, problemov s katerimi se soočamo in kako se vanjo umešča BIM ter kakšne rešitve ponuja.

V empiričnem delu diplomskega dela je bil izdelan BIM model proizvodno poslovnega objekta. Izdelan je bil na podlagi projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Skozi proces izdelave modela smo bili pozorni na morebitne izboljšave, ki jih BIM prinaša pri načrtovanju, v primerjavi s CAD orodji, ki so v uporabi. Znotraj BIM modela je izdelana finančna ocena projekta, ki jo primerjamo s popisom del izdelanim v programu Microsoft Excel 2018, z ozirom na natančnost in učinkovitost obeh metod. Primerjamo tudi proces izdelave terminskega načrta v BIM modelu s klasično izdelavo gantograma, s pomočjo programa GanttProject. Z mentorjem iz podjetja smo iz praktičnega vidika tudi primerjali uporabljene metode, njihove prednosti, pomanjkljivosti in morebitno uporabnost BIM modeliranja v podjetju. Pri tem smo bili pozorni predvsem na licenčne pogoje proizvajalca programske opreme in razširjenost BIM tehnologije v slovenskem gradbeništvu.

2 INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB (BIM)

Osnovna ideja BIM modelov je od vsega začetka bila v virtualnem okolju »zgraditi« stavbo in tako zmanjšati riziko nastopa napak, ko se bo projekt prenesel v naravo. Tako lahko v digitalnem okolju oblikujemo, analiziramo in raziščemo celoten projekt ter izločimo morebitne napake pred samo gradnjo.

Informacijsko modeliranje stavb BIM omogoča povezavo med geometrijskimi in negeometrijskimi informacijami gradbenega projekta. Za razliko od klasičnega dvodimenzionalnega projekta, izdelanega s pomočjo CAD programskega orodja, je že osnova BIM-a tridimenzionalni prikaz stavbe. Temu prikazu s pomočjo programske opreme BIM dodamo informacije, ki niso geometrijskega značaja in pomembno vplivajo na gradbeni projekt. Tako lahko posameznim elementom v programu določimo materialne lastnosti, funkcije, ceno itd. Na ta način lahko v fazi projektiranja s pomočjo zbranih informacij natančneje predvidevamo potek gradnje, ga analiziramo in ustrezno priredimo. Uporaba tako natančnih orodij za projektiranje nam omogoči manj zamudno delo, nižanje stroškov, učinkovitejše interdisciplinarno sodelovanje, sprotne popise del in reševanje problemov preden ti sploh nastanejo. V bistvu gre pri BIM-u za celostno informacijsko rešitev inženirskih problemov (Cerovšek, 2010).

Tehnologija spreminja načine načrtovanja, gradnje, upravljanja zgradb in infrastrukture. Olajšuje nam sprejemanje pravih odločitev in viša kvaliteto izvedenih projektov. BIM prinaša novosti za vse inženirske poklice, ki so vpeti v proces načrtovanja in izgradnje projekta (AUTODESKa, 2018).



Slika 1: Izboljšave, ki jih prinaša BIM

Vir: (EU BIM taskgroup, 2017)

Iz slike 1 je razvidno, da prinaša BIM izboljšave iz socialnega, okoljskega in ekonomskega vidika, saj omogoča učinkovitejšo rabo financ v javnem sektorju, natančnejše naročanje materiala in s tem zmanjšanje količine odpadkov, povečano produktivnost, nižjo porabo energije pri gradnji. Poleg tega omogoča optimizacijo porabe energije preden je stavba sploh v uporabi in natančno oceno njenega življenjskega ciklusa, kar je pomembno pri upravljanju stavb. BIM ima pomemben vpliv na gradbeno panogo, saj s tehnološkim razvojem izboljšuje konkurenčnost sektorja, povečuje njegove izvozne zmogljivosti in v panogo z digitalizacijo privablja mlad kader. Iz vidika digitalizacije predstavlja BIM tehnologija izboljšave tudi na področju varnosti podatkov in učinkovitejši rabi virov pri podatkovni infrastrukturi. Posredno vpliva tudi na delovna mesta v gradbeništvu, ki so ob uporabi BIM-a čistejša in varnejša.

2.1 Zgodovina in razvoj informacijskega modeliranja stavb

Gradbena panoga je v zadnjih petdesetih letih doživela veliko tehnoloških inovacij na področjih kot so: materiali, energetska učinkovitost, prefabrikacija in »ekološka« gradnja. Tehnologija, ki se uporablja za projektiranje in gradbeni menedžment, pa v tem času ni doživela bistvenega napredka. Dandanes pa postajajo inovacije kot je BIM tisto, kar razlikuje razvojno naravnana podjetja od svojih konkurentov. Tako se počasi tudi v gradbeništvu vzpostavlja okolje, v katerem podjetja veliko vlagajo v tehnološki razvoj, kar se odraža tudi v razvoju vedno boljših orodij, ki so na voljo na trgu.

BIM kot orodje je tesno povezano z razvojem računalniške industrije. Ideja, da bi v digitalnem okolju načrtovali stavbe, je bila prisotna že od petdesetih let 20. stoletja. Prvo CAD orodje je bilo razvito že leta 1963. Od šestdesetih let dalje se je pospešeno razvijala tako računalniška kot tudi gradbena industrija, znotraj teh dveh pa tudi modeliranje stavb. Pojem Building Information Modelling je bil prvič uporabljen leta 1992. Takrat je BIM postal tudi komercialno dostopen, saj so bili računalniki procesno dovolj zmogljivi, da so omogočali izdelavo 3D CAD modelov. V teh letih se je v svetu računalništva počasi pričnela revolucija, ki je v začetku tega stoletja z internetom dosegla svoj vrhunec. V tem obdobju so se ustanovila start up podjetja kot so Autodesk, Revit, NavisWorks, ki so oblikovala CAD in BIM programska okolja in so še danes vodilna na tem področju. Po letu 2007 je BIM postal vedno bolj popularen, zaradi česar so pospešeno nastajale nove aplikacije, dodatki in izboljšave programskih orodij. Z naraščajočo popularnostjo in hitrim tehnološkim napredkom je bilo na trgu na voljo vedno več različnih programskih orodij. Prvi uporabniki BIM-a so z nakupi novih, zmogljivejših tehnologij tekmovali, da bi ostali zanimivi ponudniki storitev v tem poslu. Poleg tega so BIM kot koristno orodje prepoznali tudi veliki naročniki kot so: General Services Administration (GSA), ameriška vojska, Disney, Google, Coca-Cola in drugi. Vse to je bistveno pospešilo razvoj BIM programskih orodij in njihovih implementacij v panogi (Hardin & McCool, 2015).

Pospešena uporaba BIM orodij je razvidna iz poročila BIM SmartMarket Report, ki navaja, da je leta 2007 BIM uporabljalo 27 odstotkov podjetij, leta 2012 pa je ta delež znašal 74 odstotkov (McGraw-Hill Construction, 2012).

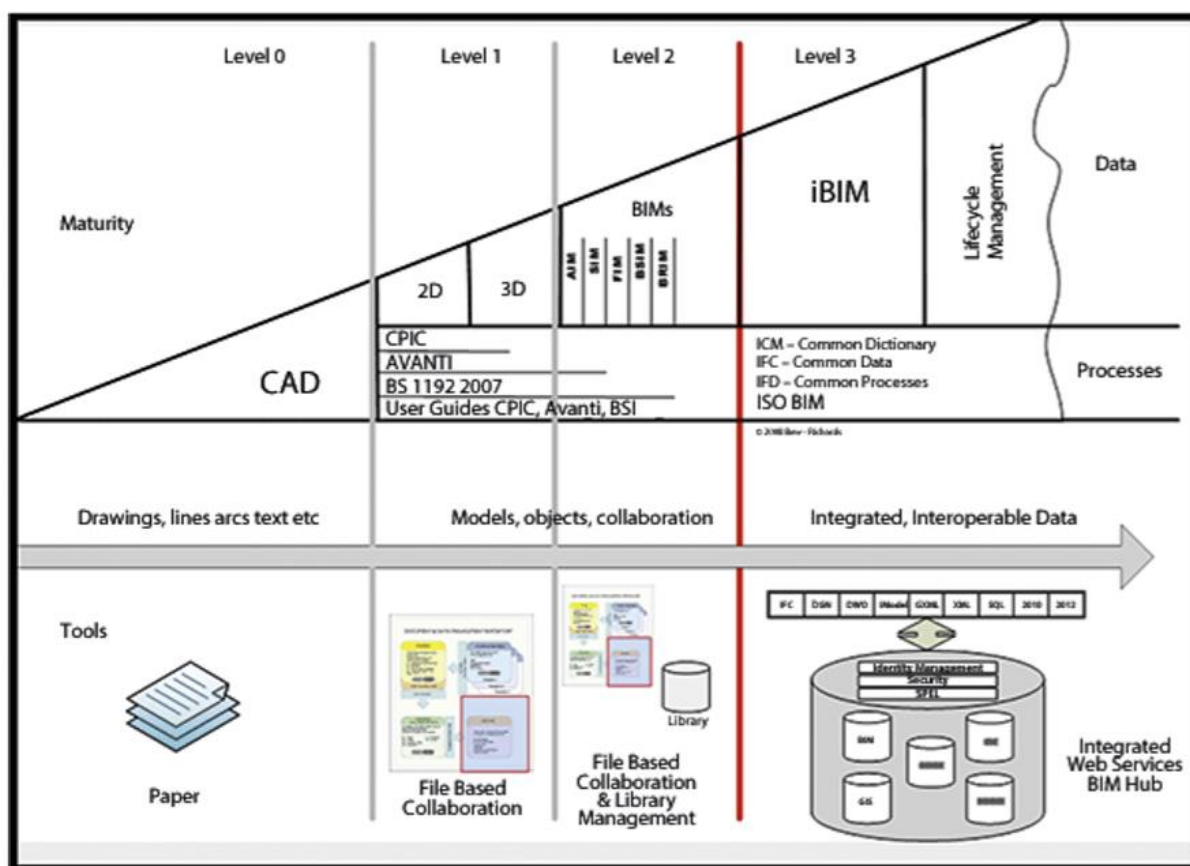
Iz raznih statistik in prakse je razvidno, da je BIM tehnologija trenutno v polnem razmahu. Vse več je uporabnikov in z njimi se odpira vse več možnosti za razvoj. Večje število uporabnikov pomeni, da se v razvoj orodij priliva vse več sredstev, ki ga lahko še dodatno poganjajo. Za nas uporabnike to pomeni vedno več aplikacij, programov, vtičnikov, združljivostnih možnosti itd. Kot uporabniki smo tudi del tega razvoja, saj nam razvijalci programov omogočajo, da javljamo morebitne napake, predlagamo izboljšave ... Razvoj je skozi leta omogočal pospešeno rast tržnega deleža BIM in hiter napredek tehnologije, ki se obeta še v prihodnje. Glede na dosednji razvojni tempo lahko od tega orodja v prihodnosti pričakujemo še veliko novosti.

2.2 Opis tehnologije in programskega orodja

BIM model se lahko zaradi svoje vsestranskosti uporablja za raznorazne namene. Olajšuje vizualizacijo projekta, saj je njegova osnova tridimenzionalni prikaz. V samem projektu lahko izdelamo prikaze različnih sistemov instalacij, dodajamo in odstranjujemo elemente. Pri delu nam programska orodja omogočajo zaznavanje neskladij v modelu, saj sama zaznajo kolizije med sistemi. Možno je izdelati terminski načrt del na projektu, kar nam pomaga pri časovno natančnejšem naročanju materialov in storitev. Sproti lahko v programu pripravimo popis del, kar ni le bolj učinkovito kot klasična metoda, ampak je hkrati tudi natančno. Ko imamo napravljen popis del je posameznim nosilcem potrebno določiti še stroške in tako lahko v modelu izdelamo še stroškovno oceno projekta. Model nam omogoča tudi lažje upravljanje z zgradbo potem, ko je ta že predana v uporabo. V fazi projektiranja projektantom olajšuje delo s simulacijskimi modeli, saj lahko v modelu grafično prikažemo karakteristike objektov kot so analiza osončenosti, analiza naravnega prezračevanja, toplotne izgube itd. S pametno združitvijo podatkovnih baz je BIM model dostopen vsem akterjem projekta hkrati, tako da lahko vsi v realnem času delajo na projektu in spremljajo ves napredek, kar znatno poveča produktivnost.

2.2.1 Zrelost BIM modelov

BIM je zelo širok pojem, ki opisuje proces zbiranja digitalnih informacij o gradbenem projektu. Torej ni vsak model enako dovršen kot tudi ni vsaka stopnja modela primerna za uporabo na vsakem projektu. Zato je tudi nastala potreba po definiciji zrelostnih stopenj modelov. Zrelost modela opisuje njegovo dovršenost in kvaliteto. Z leti je nastalo več modelov za ocenjevanje zrelosti. Najbolj znan je Bew-Richards model, ki definira zrelostne stopnje BIM modelov za potrebe gradbeništva v Veliki Britaniji. Imenujejo ga tudi UK BIM zrelostni model (Dakhil, Al Shawi, & Underwood, 2015).



Slika 2: Bew-Richards ali UK BIM zrelostni model

Vir: (Dakhil, Al Shawi, & Underwood, 2015)

Slika 2 prikazuje zrelostni model, ki se od leta 2008 uporablja pri implementaciji BIM-a v Veliki Britaniji. Od prve uporabe do danes je postal glavna sestavina strategije uvajanja BIM

modeliranja v njihovo nacionalno gradbeništvo. Model je sestavljen iz štirih stopenj (Dakhil, Al Shawi, & Underwood, 2015):

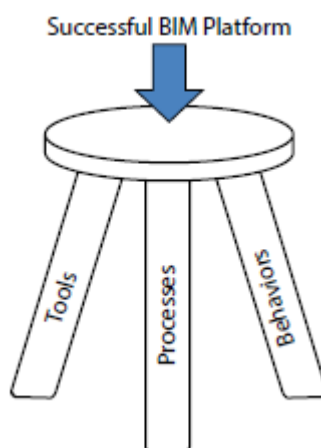
- Stopnja 0: uporaba 2D CAD.
- Stopnja 1: 2D ali 3D CAD model z vključenimi osnovnimi podatki o materialih in osnovno stroškovno oceno.
- Stopnja 2: 3D CAD model, ki vključuje parametrične in komercialne podatke materialov, stroškovno oceno in terminski načrt.
- Stopnja 3: je popolnoma interoperabilen model, ki je podizvajalcem na projektu dostopen preko serverja. Na tej stopnji se model imenuje s kratico iBIM – integriran BIM.

Kot že omenjeno obstaja za določitev zrelostne stopnje BIM modelov več metod, ki sicer definirajo enako stvar, vendar se v definiciji zelo razlikujejo. Vse metode so razdeljene na več stopenj dovršenosti, prehod med stopnjami pa določajo razni kazalniki znotraj modela. Ti kazalniki se razlikujejo od metode do metode in predstavljajo izvor njihovih razlik. Zato je znotraj stroke vse bolj prisotna debata o standardizaciji določitve zrelosti modelov in njihovih minimalnih zahtev. Ker gre za relativno novo področje in tehnologijo, ki je zaenkrat še pomanjkljivo regulirana, so se v različnih okoljih oblikovale različne smernice. To predstavlja problem predvsem pri internacionalnem sodelovanju znotraj stroke, ki je v primeru visoko tehnoloških orodij – kot je BIM – vse pogostejše. Težko je tudi določiti kvaliteto izdelanega BIM modela, če merila niso enotno določena.

Standardizacija tega področja predstavlja tudi dodatne ovire, saj se pri BIM-u odpirajo nova vprašanja, ki pred tem na področju načrtovanja niso bila tako pereča. Ob projektiranju in hrambi podatkov v oblaku je pomembno vprašanje podatkovne varnosti in varnosti večjih podatkovnih baz.

2.2.2 Sestavni deli BIM modela

Uspešen BIM model je sestavljen iz treh ključnih delov: procesov, tehnologije in ustreznega obnašanja. Predstavljamo si jih lahko kot trinožni stol, kjer bi ob odvzemu ene od nog stol v celoti izgubil svojo funkcijo (Hardin & McCool, 2015).



Slika 3: Trinožni stol BIM

Vir: (Hardin & McCool, 2015)

Vsaka na novo predstavljena tehnologija in vsako novo orodje potrebujeta za svoje uspešno delovanje poseben pristop oz. proces. Zato se je potrebno ob uvajanju novih tehnologij tudi ustrezno poučiti o tem, kaj to pomeni za delovni proces. Kajti ob uporabljanju novih tehnologij v kombinaciji s starim načinom dela ne moramo pričakovati, da bomo želi ves uspeh, ki jih novejša orodja omogočajo. Dober primer bi bila projektantska ekipa, ki dela na BIM modelu in bi se tedensko srečevala, da bi usklajevala svoje delo na projektu, ker so tako navajeni še od prej. Ob primerni uporabi procesov BIM-a bi ta ekipa lahko prihranila dragocen čas in vzporedno v oblak vnašala spremembe na projektu. Vsak član ekipe bi bil v realnem času obveščen o vnosih v projekt in vsi bi točno vedeli, kako projekt napreduje. Potrebe po fizičnem srečanju in usklajevanju v tem primeru torej ni.

Vseskozi se moramo zavedati, da je kot kladivo ali žaga tudi BIM le orodje. Ob uporabi pravih procesov nam to orodje omogoča velik napredek in nam lajša naše delo. V kolikor pa

želimo kombinirati nova orodja s starimi delovnimi procesi, potem pa se bomo morali odpovedati določeni meri njihove uspešnosti (Hardin & McCool, 2015).

Uspešna integracija BIM-a v podjetju je mogoča le če uporabljamo BIM orodja, ki dejansko delujejo. Glede na vedno večjo popularnost BIM modeliranja je na trgu mogoče dobiti široko paleto različnih orodij. Zato je potrebno skrbno izbrati, s katerim orodjem bo organizacija uspešno dosegala zastavljene cilje (Hardin & McCool, 2015).

Izmed vseh treh ključnih delov uspešne vključitve BIM-a v podjetje je najtežja sprememba našega obnašanja. Obstaja celo rek, da je BIM sestavljen iz 10 odstotkov tehnologije in 90 odstotkov sociologije (Hardin & McCool, 2015).

Ta rek ponazarja kako velike spremembe je uvedla uporaba BIM-a v delovanju gradbeno inženirskih ekip. Zato je zelo pomembno, da ljudje iz stroke skupaj z novimi orodji in tehnologijami spremenijo tudi svoje obnašanje. Dandanes so zato zelo uspešna tista podjetja, ki so se vseskozi spogledovala z inovacijami in negovala kulturo inovativnosti. V okolju, ki zavrača novosti in inovacije seveda ni mogoča uspešna integracija BIM modeliranja. Uspešna uporaba BIM tehnologije namreč zahteva od uporabnika, da je vseskozi v koraku z inovacijami.

Kot uporabniki smo torej tudi mi sestavni del BIM modela in moramo ravnati v skladu z njegovo logiko, če želimo, da pridejo do izraza vse izboljšave, ki jih ponuja. Sami se razvijamo skupaj z orodji in obratno, česar se moramo tudi zavedati. Danes je v razvoju digitalnih orodij vse bolj pomembna skupnost, ki jih uporablja. Razvijalci programske opreme se vse bolj učijo od skupnosti in se prilagajajo njenim potrebam. Zato je pomembno, da smo v naravi inženirskih poklicev, ki jih opravljamo, pozorni na pomanjkljivosti programskih orodij in da na njih tudi opozarjamo. V ta namen so se vzpostavili razni mehanizmi znotraj programov, kot tudi forumi in spletne strani, ki so posvečene določenim programom. Na ta način lahko tudi mi prispevamo svoj delež k razvoju tehnologije.

2.2.3 Programsko orodje Autodesk Revit

Revit je programsko orodje za informacijsko modeliranje stavb, ki ga je razvilo podjetje Autodesk. Izdan je bil 5. aprila 2000, najnovejša verzija je izšla aprila 2018. Program je prilagojen potrebam arhitektov, gradbenih inženirjev, inštalaterjev in oblikovalcev. Sposoben je generiranja 4D BIM modela, torej 3D modela z dodano stroškovno oceno gradnje (AUTODESKb, 2018).

Revit omogoča uvoz podatkov iz drugih CAD programov ali generiranje novih modelov v programu samem. Ponuja osnovno paleto elementov, ki jih lahko izrisujemo v 2D ali v 3D pogledu. Elementi v modelu so programsko povezani, tako da ne moramo na primer v programu premakniti celotne stene brez vrat, ker to tudi fizično ni mogoče. Program nas sprti tudi opozarja o nastalih kolizijah med elementi in nesmislih kot je na primer okno, ki jo želimo namestiti v talno ploščo. Tako program zmanjšuje nastanek neželenih napak in posledično povečuje učinkovitost dela na modelu.

Številni elementi so znotraj programa ločeni glede na njihovo funkcijo po posameznih zavihkih. Tako se znotraj programa pri izboru željenega elementa za vnos orientiramo s pomočjo naslednjih zavihkov: arhitektura, struktura in sistemi. Znotraj teh najdemo večino elementov, ki so potrebni za izpeljavo projekta v gradbeništvu. Preko arhitekturnega zavihka lahko v model vnašamo: nenosilne zidove, stavbno pohištvo, ostrešje, streho, tlake, spuščene stropne, obešene fasade, stopnice itd. Strukturni zavihki omogoča vnos naslednjih nosilnih elementov zgradbe: nosilni zidovi, stebri, nosilci, nosilna tla, diagonalne podpore, temelji. Poleg tega omogoča tudi vnos armature in izdelavo armaturnega načrta. Znotraj zavihka obstaja tudi posebna funkcija za povezavo posameznih strukturnih elementov. Sistemski zavihki zajema instalacije in omogoča vnos: električnih napeljav, osnovnih električnih naprav, vodovodnih cevi, kanalizacijskih cevi, prezračevalnih sistemov in naprav, ki omogočajo delovanje teh sistemov. Pri vnosu elementa nam program ponudi možnost določitve njegovih lastnosti. Vsak že vnešen element lahko po potrebah projekta spreminjamo, kar nam omogočajo orodja znotraj programa. Lahko jih premikamo, režemo, delimo, združujemo, spreminjamo razne parametre itd. Vsaka sprememba se nato tudi posodobi skozi vse poglede modela.

Pri prej omenjenih funkcijah gre za parametrične podatke zgradbe. Poleg parametričnih podatkov predstavljajo osnovo BIM modelov še podatki o karakteristikah vgrajenih materialih. Te podatke pri izdelavi modela vnašamo sproti v posebnem okencu. V kolikor želimo v modelu uporabiti specifične materiale in elemente, ki niso že vnešeni v program, nam ta omogoča tudi njihovo prosto izdelavo. Te lahko nato po želji dajemo v prosto uporabo preko internetnih knjižnic BIM elementov.

Program omogoča poleg izgradnje objekta tudi njegovo umestitev v prostor. To lahko storimo s pomočjo zavihka »Massing and Site«. Zemljišču, na katerem je predvidena gradnja objekta, določimo velikost, topografske podatke, vstavljamo lahko tudi nekatere rastlinske vrste, cestne površine, parkirna mesta in drugo. Te možnosti so privzeto vključene v programu, glede na potrebe posameznega projekta, lahko seveda uvozimo tudi druge elemente.

Objektu lahko znotraj programa določimo tudi njegovo orientacijo in natančnejšo geografsko lego. S pomočjo teh podatkov lahko v programu izdelamo vizualno predstavitev poti sonca po nebu in njegov vpliv na načrtovan objekt. To je uporabno pri izdelavi tako imenovane solarne študije, ki preučuje vpliv naravne svetlobe na zunanost in notranost objekta. S pomočjo študije se lahko odločimo kakšna bo orientacija zgradbe. V pomoč je tudi pri izračunu toplotnih dobitkov, ki nastanejo kot rezultat sončnega sevanja.

Zaradi odprtega okolja in interdisciplinarnega sodelovanja pri BIM projektih se je na spletu z leti uporabe oblikovalo kar nekaj spletnih strani, ki so posvečene BIM elementom. To omogoča uporabnikom prenos elementa ali materiala, uvoz v program in njegovo uporabo v modelu.

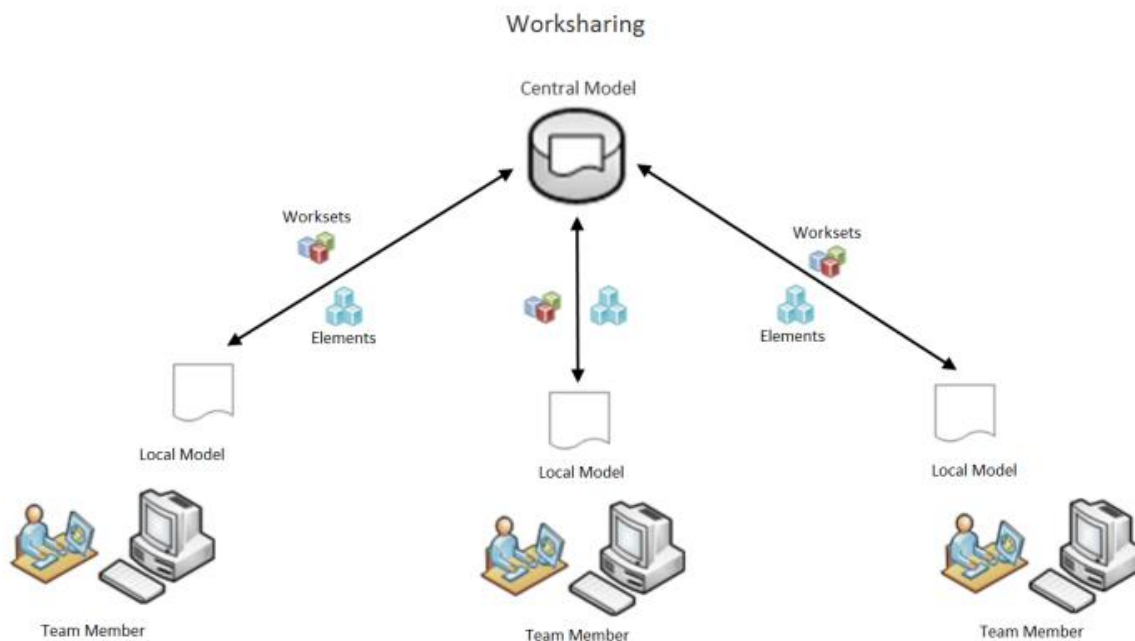
V okviru implementacije BIM tehnologije so v Veliki Britaniji oblikovali nacionalno BIM knjižnico, kjer lahko projektanti dostopajo do certificiranih BIM elementov. Za to so oblikovali tudi poseben standard, ki narekuje minimalne geometrijske, informacijske in prezentacijske zahteve elementov. Takšne pridobitve še dodatno nadgrajujejo združljivostne možnosti programa Revit (NBS, 2018).

Veliko elementov in materialov je dostopnih tudi s strani ponudnikov, ki tako promovirajo lastne rešitve in projektantom olajšajo modeliranje. Tako lahko denimo na spletni strani podjetja URSA dostopamo do datoteke z vsemi njihovimi materiali, ki jih ponujajo na slovenskem trgu. S pomočjo te lahko v programu uporabimo materiale, ki so v našem okolju dostopni in smo hkrati gotovi v natančnost izdelanega modela, saj imajo datoteke, ki so pripravljene s strani proizvajalca materialov praviloma vnešene vse osnovne karakteristike, ki jih je mogoče vnesti v programu Revit.

Količino potrebnih materialov za vgradnjo lahko kadarkoli izvlečemo iz programa. Ti podatki nam olajšajo pregled nad potrebami projekta in so nam lahko v oporo pri izdelavi popisa del. Funkcija se v programu Revit imenuje »Scheduling«.

Tabelo lahko ustvarimo kadarkoli v procesu izdelave modela. Ko je tabela izdelana se spoti s spremembami parametričnih podatkov tudi ta posodablja. Tabela lahko vsebuje razne podatke o elementih BIM modela. Elemente lahko sortiramo glede na prostor, družino itn. Program nam lahko preračuna njihovo površino, prostornino in razne druge fizikalne lastnosti. Ko določimo elementom ustrezno enoto mere, jim lahko znotraj te tabele določimo tudi ceno. Program nam glede na naše vhodne podatke nato izračuna stroškovno oceno. Podatke, ki jih zberemo v programu, lahko izvozimo v programe za urejanje podatkov kot je Microsoft Excel, kar je uporabno pri izdelavi popisa del.

Zelo pomembno pri BIM modeliranju je na kakšen način so projektni podatki shranjeni in kako različni akterji na projektu sodelujejo. Sestavni del interaktivnega BIM modela je server, kjer je shranjen projekt in hkrati dostopen vsem, ki trenutno na njem delajo. V programu Revit imenujejo to funkcijo »Worksharing«. Centralni model je shranjen na serverju in je v obliki lokalnega modela dostopen posameznim projektantom. Ti svoje delo periodično shranjujejo v lokalni model, ki je shranjen na njihovem računalniku. Lokalni model se nato sproti sinhronizira s centralnim modelom, tako da so vse spremembe vidne vsem članom ekipe (AUTODESKb, 2018).



Slika 4: Prikaz delovanja funkcije Worksharing v programu Autodesk Revit

Vir: (AUTODESKd, 2018)

Sestavni del osnovne ideje BIM tehnologije je med drugim tudi združljivost uporabnikov, programskih orodij in programskih formatov, kar odlikuje tudi Revit. Ta podpira široko paleto aplikacij in vtičnikov, ki jih lahko uporabljamo pri modeliranju. Do teh dostopamo preko knjižnice aplikacij na spletnem mestu ponudnika Autodesk. Ta je tudi razvijalec večine aplikacij, obstajajo pa tudi številne rešitve, ki so jih razvili uporabniki programa in jih ponudili skupnosti. Aplikacije in vtičniki rešujejo predvsem specifične probleme, s katerimi se srečujejo naprednejši uporabniki. Vsem uporabnikom je na voljo tudi Autodesk forum, »Autodesk knowledge network« in Autodesk univerza. Na tem mestu je uporabnikom omogočeno vse od učenja osnov programa do uporabe zahtevnejših operacij. Združljivost programa je visoka tudi z vidika podpore številnih programskih formatov. Uvažanje in izvažanje datotek je zaradi tega enostavno in omogoča lažji potek dela. Za naše razmere je pomembna podpora datotek formata .dwg, ki jih lahko zlahka uvažamo in izvažamo. Program ima tudi možnost izvažanja 2D risb, v kolikor nastane potreba po prenašanju podatkov na papir. Razvidno je torej, da se BIM tehnologija ne temelji le na razvoju in uporabi programskih orodij. Pomemben del BIM-a sestavlja močna skupnost uporabnikov za potrebe katerih se tehnologija nenehno nadgrajuje in s tem tudi celotno podporno okolje.

2.3 Primerjava programskih orodij AutoCAD in Revit

Autodesk je razvijalec vodilnih programskih orodij na področju CAD in BIM. V gradbeni panogi sta trenutno najbolj uporabljeni programski orodji AutoCAD in Revit (AUTODESKc, 2018).

Z razvojem računalnikov je napredovalo tudi načrtovanje izdelkov v strojni industriji in gradbeništvu. Z uvedbo CAD programskih orodij se je oblikovalni in načrtovalni proces iz papirja preselil v računalniško okolje. To je v zadnjih 20. letih revolucioniziralo strojništvo na področju letalstva in avtomobilske industrije. V teh industrijah omogočajo 3D CAD modeli natančno sestavljanje manjših komponent v večjo celoto. V gradbeništvu pa se večinoma uporabljajo CAD programska orodja za izdelavo 2D načrtov. Na trgu je veliko CAD programskih orodij, med katerimi so najbolj poznani AutoCAD, SketchUp, SolidWorks in Catia. V gradbeni panogi se najpogosteje srečujemo z AutoCAD-om, ostali so bolj prilagojeni uporabi v strojništvu (The BIM hub, 2017).

Glavna razlika med AutoCAD risbo in BIM modelom izdelanim v Revitu je ta, da v CAD-u vsak posamezen element stavbe narišemo s številnimi črtami, medtem ko v BIM model vstavljamo celotne elemente. Tem elementom v BIM-u določimo njihove karakteristike, kar v CAD programih ni mogoče. Posplošeno rečeno je AutoCAD digitalna risalna površina, medtem ko je Revit tridimenzionalna informacijska podatkovna baza.

V AutoCAD-u je potrebno vsak načrt narisati posebej, tako da je rezultat projekta skupek risb. BIM zajame vse informacije v enem modelu iz katerega lahko izvlečemo posamezne tlorise ali druge potrebne načrte stavbe. Poleg tega vsaka napravljena sprememba v Revit-u posodobi celoten model stavbe, tako da je razvidna z vseh pogledov modela. Pri uporabi AutoCAD-a moramo željeno spremembo vnesti v vsak načrt posebej, ker ti niso povezani. Zaradi skupka informacij, ki jih vnesemo v BIM model, je mogoče znotraj modela napraviti razne analize zgradbe in finančno oceno. Revit je torej programsko orodje, ki je posebej oblikovano, da zadovolji potrebe arhitektov, gradbenih inženirjev, konstruktivnih inženirjev in oblikovalcev. AutoCAD na drugi strani – kot programsko orodje – ni tako specializirano za uporabo v

gradbeništvu, vendar kljub temu s svojo vsestranskostjo zadovoljuje potrebe večine uporabnikov v stroki.

Tekom študija sem se ponovno seznanil tako z uporabo programa AutoCAD kot tudi Revit. Pri delu z obema orodjema sem ugotovil, da je za osvojitev vsakega potrebno najprej usvojiti osnovno logiko po kateri deluje. Vsako orodje ima svoje specifike glede uporabe, kljub temu pa lahko opazimo, da sta oba programa prišla iz iste hiše, ker obstajajo med njima določene vzporednice pri uporabi. Zato sem tudi prej osvojil osnove Revit-a, ker sem se pred tem že seznanil z uporabo AutoCAD-a. Čeprav je za temeljito poznavanje vsakega izmed teh programov potrebnih veliko praktičnih izkušenj, je AutoCAD bistveno lažje osvojiti kot Revit. V slednjem razpolagamo pri načrtovanju z več funkcijami, ki so tudi bolj kompleksne v primerjavi s tistimi v AutoCAD-u.

Zaradi velike razlike v dovršenosti in specifičnosti omenjenih orodij prihaja do razlike tudi v ceni nakupa licence. Letna licenca za uporabo programa AutoCAD 2018 stane 1.575 \$, medtem ko znaša letna licenca za uporabo programa Revit 2018 2.250 \$. Tudi zaradi cenovne razlike posegajo uporabniki še vedno raje po programu AutoCAD kot Revit (AUTODESKc, 2018).

2.4 Uporaba informacijskega modeliranja stavb v tujini

Trenutno v svetu po implementaciji BIM tehnologije prednjačijo naslednje države: ZDA, Velika Britanija, Avstralija, Kanada, Kitajska, Združeni arabski emirati, Hong Kong in Evropska unija.

BIM modeliranje se masovno uporablja že od leta 2007. Z leti uporabe je nastala tudi potreba po regulaciji področja, zato so vodilne države na tem področju določile standarde in na državnem nivoju postavile zahteve za implementacijo BIM modelov, v primeru javnih in zasebnih projektov. V praksi je regulacija prvi korak k uspešni vključitvi nove tehnologije v panogo.

Poleg standardizacije BIM modeliranja se po svetu oblikujejo različne strategije uvajanja BIM tehnologije v nacionalna gradbeništva. Te temeljijo predvsem na izobraževanju kadra v tej smeri in z uvajanjem zahtev po BIM modelih za državne projekte. Z uvajanjem BIM-a poročajo določene države o povečani učinkovitosti, vendar pa zaenkrat še niso na voljo študije z empiričnimi podatki, ki bi podkrepile te izjave.

Družba McGraw Hill Construction je v Združenih državah Amerike med gradbenimi podjetji, ki uporabljajo BIM tehnologijo, raziskovala morebitne prednosti, ki jih te opazijo. Med anketiranimi podjetji jih je 41 % opazilo zmanjšanje napak na projektih, 35 % podjetij poroča o izboljšani komunikaciji med deležniki na projektu, 31 % jih je opazilo zmanjšanje števila projektnih sprememb. Poleg tega navaja 23 % podjetij, ki so zmanjšali stroške gradnje objektov, 21 % poroča o boljšem pregledu nad izdatki, 19 % podjetij je skrajšalo čas gradnje in si omogočilo dostop do novih trgov (McGraw-Hill Construction, 2012).

Skozi uporabo BIM tehnologije v popolnoma različnih gradbenih okoljih je tudi razvidno, kakšna je njena univerzalna uporabnost. To prepoznavajo uporabniki širom sveta, ki jih je iz leta v leto več.

2.5 Informacijsko modeliranje stavb v Sloveniji

Letos je ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo izdalo Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji. Poudarek akcijskega načrta je predvsem v implementaciji BIM modeliranja v gradbeništvo. Dokument predstavlja osnovno podlago za pričetek digitalizacije gradbene panoge. Cilj je, da se področje ustrezno prilagodi z vidika zakonodaje, izobraževanja in tehničnih regulativ oz. standardov.

V okviru akcijskega načrta je bila opravljena ocena trenutnega stanja digitalizacije in implementacije BIM-a v slovenskem gradbeništvo. Glede na stopnjo implementacije BIM tehnologije se Slovenija uvršča na sam vrh spodnje tretjine članic Evropske unije (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2018).

Leta 2017 je bila napravljena raziskava Digitalisierungsbarometer v Nemčiji, Švici, Avstriji in Sloveniji. Raziskovali so kakšen je nivo uporabe BIM-a v teh državah. V raziskavi je sodelovalo 1818 inženirjev, arhitektov, investorjev, nadzornikov, uporabnikov in drugih. Ugotovili so, da je v Sloveniji BIM najbolj uveljavljen med gradbenimi inženirji starimi med 26 in 45 let. Ugotovili so tudi neposredno povezavo med uporabo BIM tehnologije in vpeljanostjo digitalizacije v gradbenih podjetjih. Prav tako so dokazali, da obstaja obratno sorazmerje med stopnjo digitaliziranosti in višino stroškov podjetja. V Sloveniji uporabljajo BIM modele predvsem večja podjetja. Zrelost BIM modelov je v Sloveniji, v primerjavi z drugimi državami, ki so sodelovale v raziskavi, nizka. Povprečna zrelost BIM modela v Sloveniji je BIM stopnja 2, kar pomeni, da je izdelan le tridimenzionalni model objekta. Izdelava 4D, 5D in 6D BIM modelov predstavlja v celotni regiji le 15 % vseh modelov (Jus & Tibaut, 2017).

Uporaba BIM modelov v praksi je tesno povezana tudi z uporabo informacijskih sistemov s strani inštitucij, ki sodelujejo pri gradbenih projektih, kot so Geodetska uprava Republike Slovenije in upravne enote. Trenutno poteka projektiranje gradenj v skladu z veljavnim zakonom, v veliki večini z uporabo CAD programskih orodij. Čeprav torej obstajajo digitalne verzije načrtov, je potrebno te informacije še vedno prenašati na papir in jih v takšni obliki posredovati lokalnim upravnim enotam za izdajo gradbenega dovoljenja. Nov Gradbeni zakon, ki je vstopil v veljavo s 1. 6. 2018 sicer predvideva uvedbo digitalizacije procesov graditve do leta 2021. S tem letom naj bi bilo možno brezpapirno poslovanje na področju gradnje objektov. Država do takrat torej še ne bo pripravljena, da popolnoma izkoristi prednosti BIM-a, saj sistemsko ni urejena izmenjava projektnih podatkov v obliki podatkovnih baz.

Leta 2015 je sicer bil vzpostavljen državni računalniški oblak, ki omogoča državnim institucijam njegovo uporabo, vendar ima bolj značaj pilotnega projekta. Poleg tega je dolgoročni cilj Ministrstva za okolje in prostor tudi, da se BIM vključi v shemo eGraditve in, da se v prihodnosti projektna dokumentacija oddaja v digitalni obliki preko spleta (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2018).

Za uspešno implementacijo BIM-a je v slovenskem gradbeništvu potrebna tudi izdelava smernic – tako za zasebne kot tudi za javne naročnike. Potreben je državni klasifikacijski sistem

in izdelava standardnih minimalnih zahtev za BIM projekte. S tem so povezane tudi gradbene knjige in arhivi gradbenih projektov, ki se trenutno vodijo večinoma na papirju. Vse to je mogoče vključiti v proces BIM modeliranja.

Zelo pomembna je seveda vključitev javnega sektorja v proces digitalizacije gradbeništva in implementacije BIM-a. Javna naročila predstavljajo namreč velik delež naročil v slovenskem gradbenem prostoru.

Prvi gradbeni projekt, kjer se je uporabilo informacijsko modeliranje stavb, je bil Razgledni stolp Vinarium v Lendavi, čigar naročnik je bila občina Lendava. DARS je leta 2015 uporabil BIM tehnologijo pri izgradnji vzhodne cevi avtocestnega predora Karavanke. Prav tako so uporabili BIM pri projektu nadgradnje železniške proge med Mariborom in Šentiljem. Stanovanjski sklad Republike Slovenije želi na osnovi BIM modela v Ljubljani upravljati določen delež svojih objektov, za kar so že objavili javni razpis. Pri tem se bo uporabil 6D BIM model. Družba DRI upravljanje investicij, d.o.o., ki je v lasti države, je leta 2016 z BIM tehnologijo seznanila vsaj 150 zaposlenih. V okviru lastnih kompetenčnih centrov dodatno izobražuje inženirje iz gradbene stroke za uporabo BIM (Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2018).

BIM modeliranje je uspešno vključeno v izobraževalni program gradbenih fakultet Univerze v Mariboru in Univerze v Ljubljani. Temu primerno je visoko znanje BIM modeliranja med mladimi diplomanti. Tudi v raziskovalnem sektorju se slovenski strokovnjaki na področju BIM-a uvrščajo med najboljše v panogi. V Sloveniji je veliko aktivnih raziskovalcev, ki objavljajo znanstvene publikacije v uglednih znanstvenih revijah.

Poleg omenjenih institucij pri promociji in implementaciji BIM tehnologije sodeluje tudi Inženirska zbornica Slovenije, ki je aprila 2018 izdala Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM pristopa za gradnje. Zbornica za arhitekturo in prostor Slovenije si prizadeva, da se najde pravi način sodelovanja med inženirji, arhitekti in oblikovalci. Poleg teh sodelujejo v aktivnostih še Gospodarska zbornica Slovenije, Slovenski inštitut za

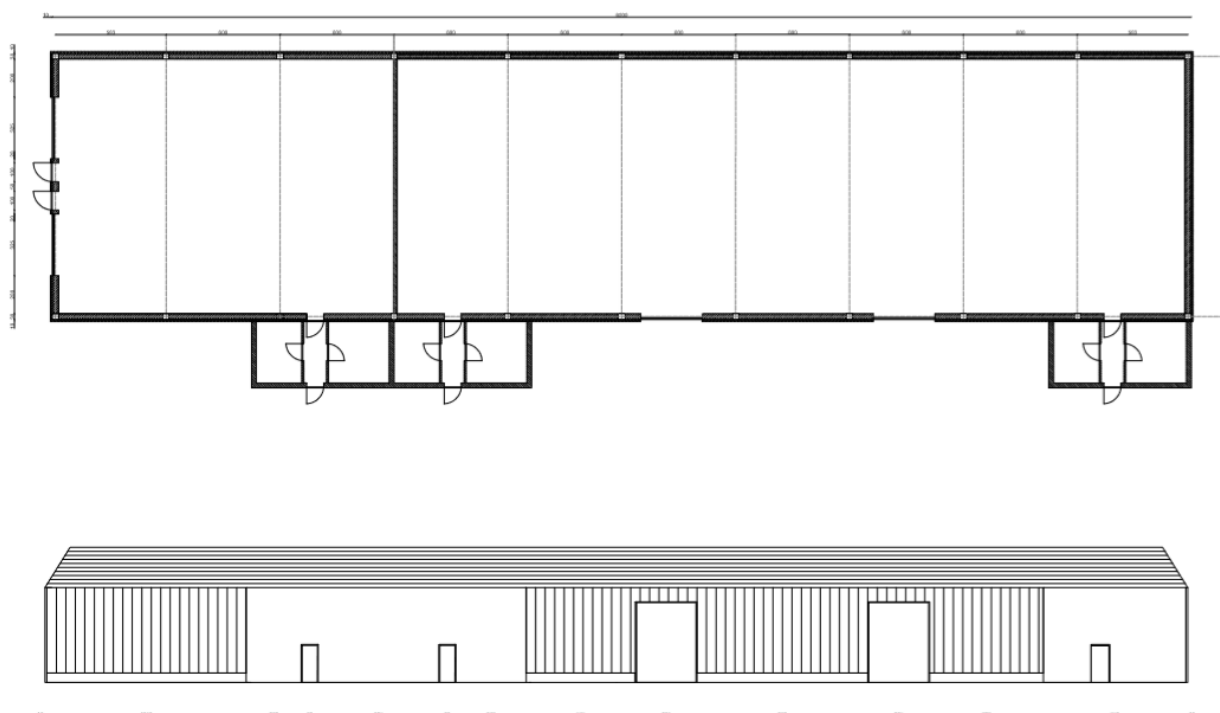
standardizacijo, Slovensko društvo za podzemne gradnje, Obrtna zbornica Slovenije, Združenje asfalterjev Slovenije in drugi.

Tudi s strani podjetij je v Sloveniji možno zaznati povečano vlaganje v nove tehnologije na področju projektiranja. S tem želijo povečati svojo konkurenčnost na Slovenskem kot tudi na svetovnem trgu. Preko izobraževanj, ki jih izvaja predvsem združenje SiBIM, je prišlo do dviga vložkov v naprednejše tehnologije in izobraževanje kadrov ter prilagoditev delovnih procesov. S tem prihaja tudi BIM v vedno več slovenskih podjetij in z njim duh digitalizacije, ki spreminja način dela celotnega sektorja.

V okviru diplomskega dela z naslovom »Informacijsko modeliranje stavb v Sloveniji v letu 2016« je avtorica Mojca Ferk pripravila anketni vprašalnik z naslovom »Je CAD preteklost in BIM prihodnost?« – tega je posredovala 160 projektivnim podjetjem, ki so vpisana pri Inženirski zbornici Slovenije. Izmed vseh naslovljenih se je odzvalo 46 podjetij, kar predstavlja 30 % vseh anketirancev. Od vseh sodelujočih v anketi, jih je na vprašanje ali poznajo BIM programska orodja z DA odgovorilo 59 %. Od teh jih je 22 % takšnih, ki BIM programska orodja redno uporabljajo pri svojem delu. To predstavlja le 13 % od vseh sodelujočih v anketi. Podjetja, ki BIM poznajo a ga ne uporabljajo, so mnenja, da implementacija BIM-a ne bi prinesla željenih pozitivnih učinkov. Menijo, da bi bila uporaba nove tehnologije in delovnih procesov predraga. Glavno oviro vidijo v tem, da stroka po večini še ne uporablja BIM programskih orodij, kar predstavlja problem pri prenašanju projektov in dokumentacije. Podjetja, ki BIM že uporabljajo pri svojem delu pa so prepričana v uspešnost nove tehnologije. 85 % uporabnikov BIM-a je mnenja, da lahko slovenski gradbeni prostor bistveno zmanjša stroške dela z uporabo BIM tehnologije. Uporabniki BIM-a so opozorili tudi na nekatere slabosti tehnologije. Glavni problem opazijo pri združljivosti različnih programskih orodij, kar omejuje sodelovanje projektantov znotraj stroke. Poleg tega so kritični tudi do implementacije BIM tehnologije v slovenskem gradbeništvu, saj jih 70% navaja, da slovenski investitorji ne kažejo interesa za uporabo BIM modela na njihovih projektih (Ferk, 2016).

3 PROJEKT PROIZVODNO POSLOVNEGA OBJEKTA

Proizvodno poslovni prostori bodo sestavljeni iz industrijske hale proizvajalca kot na primer Srebr in štirih enot poslovnih prostorov. Industrijska hala je v celoti sestavljena iz kovinske konstrukcije IPE in UPE profilov različnih dimenzij. Na kovinsko konstrukcijo bodo pritrjeni kovinski strešni in fasadni paneli s poliuretanskim izolativnim polnilom, debeline 10 cm. Proizvodna hala bo v širino merila 13,6 metrov, dolga bo 90,4 metrov. V notranjosti bo s predelnimi stenami razdeljena na štiri proizvodne enote, ki bodo imele dostop do poslovnih prostorov. Poslovni prostori bodo enonadstropni, grajeni s porobetonskimi bloki in priključeni pripadajočim proizvodnim enotam. Merili bodo 7,3 metrov v dolžino in 3,5 metrov v širino. Proizvodni prostori bodo opremljeni z osebnim prehodom in dvostenski lamelnimi industrijskimi vrati. Pred posameznimi proizvodnimi enotami bo urejen dovoz in parkirišče za uporabnike. Diplomskemu delu je pod prilogo 1 priložena risba idejne zasnove projekta.



Slika 5: Projekt v fazi idejne zasnove

Vir: (Lasten, 2018)

3.1 Projektna dokumentacija

Projektna dokumentacija je rezultat načrtovanja gradnje določenega objekta. Temu se določijo lokacijske, oblikovne, tehnične in funkcionalne lastnosti. Rezultat načrtovanja je urejen sestav načrtov, katerim so priložena poročila, strokovna mnenja, izračuni, tehnični opisi in druge priloge. Sestav načrtov mora biti izdelan in urejen, v skladu z zakonom in pravili stroke. Projektna dokumentacija služi pridobitvi gradbenega dovoljenja, izvedbi gradnje, uporabi objekta in njegovega evidentiranja. Pri izdelavi sodelujejo, glede na namembnost in zahtevnost objekta, strokovnjaki različnih strok. Večji del projektne dokumentacije izdelata projektant, ki je pod njo tudi podpisan. Poleg njega morajo biti navedeni tudi vsi strokovnjaki, ki so sodelovali pri njeni izdelavi.

Podrobnejšo vsebino in sestavne dele projektne dokumentacije določa Pravilnik o projektni dokumentaciji. V pravilniku se glede na namen uporabe projektna dokumentacija razvršča na naslednje projekte (Pravilnik o projektni dokumentaciji, 2008):

- idejna zasnova (IDZ),
- idejni projekt (IDP),
- projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD),
- projekt za izvedbo (PZI),
- projekt izvedenih del (PID).

Projektna dokumentacija mora izpolnjevati naslednje bistvene zahteve (Pravilnik o projektni dokumentaciji, 2008):

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom,
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

Z izpolnjevanjem bistvenih zahtev z naslova mehanske odpornosti in stabilnosti zagotavljamo, da tekom življenjske dobe objekta ne bo prišlo do porušitve ali večjih deformacij. Z vidika varstva pred požarom je potrebno zagotoviti, da se zmanjša nevarnost nastanka požara, prenosa požara na sosednje objekte in da je omogočeno ustrezno interveniranje v primeru nastanka požara. Higijenska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice je bistvena zahteva, ki obravnava zmanjšanje škodljivega vpliva na človeka in okolje. Predpisuje zmanjšanje prisotnosti nevarnih plinov in nevarnih delcev v zraku, zmanjšanje emisij, zmanjšanje onesnaževanja voda ali zemlje in preprečuje napačno ravnanje z odpadki ter napačno odvajanje odpadnih voda. Pri zagotavljanju izpolnitve bistvene zahteve varnosti pri uporabi, je potrebno zagotoviti, da pri normalni rabi objekta ne pride do zdrsov ali padcev uporabnikov, opeklin, eksplozije, električnega udara in nezgod zaradi gibanja vozil. Zaradi izpolnjevanja bistvene zahteve zaščite pred hrupom, je potrebno projektno dokumentacijo pripraviti na način, da je zagotovljeno varstvo pred hrupom, ki prihaja po zraku, udarnim hrupom, hrupom instalacij in pred zunanjim hrupom. Za izpolnitev bistvene zahteve varčevanje z energijo in ohranjanje toplote moramo z izbiro ustreznega oboda stavbe, hlajenja, ogrevanja in prezračevanja zagotoviti, da objekt letno ne preseže dovoljene dovedene energije.

(Pravilnik o projektni dokumentaciji, 2008) navaja, da projektno dokumentacijo sestavljajo po zaporedju:

- vodilna mapa,
- načrti in
- elaborati.

V vodilni mapi so navedeni osnovni podatki o projektu, udeležencih na projektu, o lokacijskih lastnostih stavbe ter prostorski akti. Vodilni mapi sledijo načrti projektne dokumentacije, ki morajo biti ustrezno številčeni in zloženi v naslednjem vrstnem redu (Pravilnik o projektni dokumentaciji, 2008):

- načrti arhitekture,
- načrti krajinske arhitekture,
- načrti gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti,

- načrti električnih inštalacij in električne opreme,
- načrti strojnih inštalacij in strojne opreme,
- načrti telekomunikacij,
- tehnološki načrti,
- načrti izkopov in osnovne podgradnje.

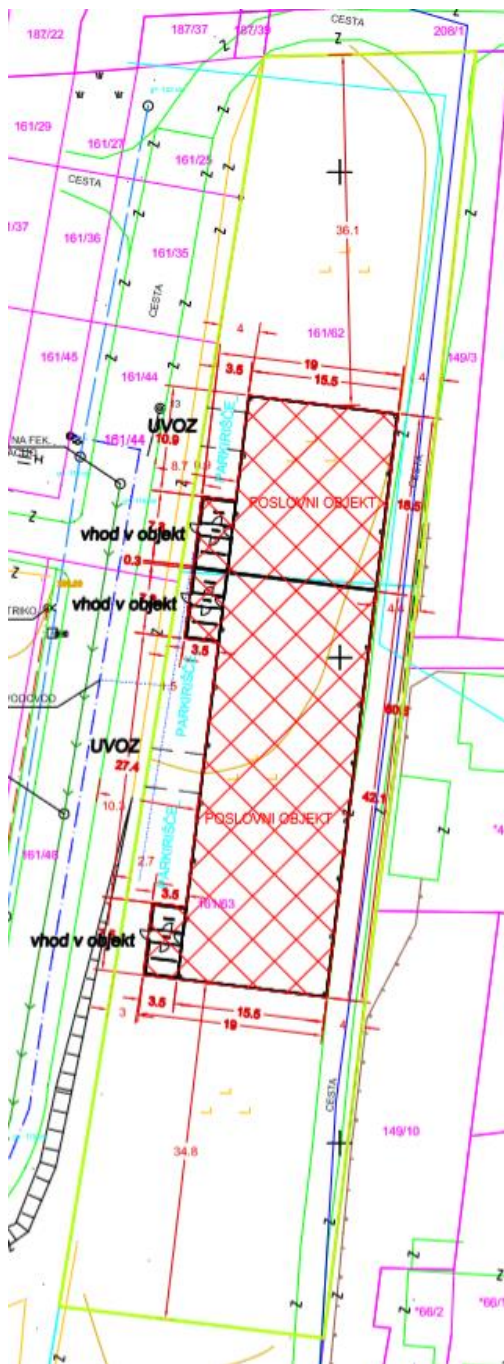
Projektne dokumentacije morajo biti v primeru, da gre pri projektu za stavbo, obvezno priloženi naslednji elaborati (Pravilnik o projektne dokumentaciji, 2008):

- geodetski načrt,
- študija požarne varnosti oz. zasnova požarne varnosti,
- načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki,
- konservatorski načrt,
- elaborat gradbene fizike,
- ocena zvočne izolacije.

3.1.1 Delo v projektne skupinah

Pred pričetkom izdelave diplomskega dela smo imeli v prostorih Academie vodeno srečanje, kjer smo vsi bodoči diplomanti rešili Belbinov popis tima in Myers Briggsov test osebnosti. Na podlagi rezultatov obeh testov smo se razporedili v projektne skupine, v katerih smo na srečanjih skupinsko delali v okviru svojih diplomskih del. Skupina je bila sestavljena iz vodje projekta, projektanta, komercialista, kalkulanta in osebe zadolžene za pripravo dela. V skupini sem opravljal vlogo vodje projekta, zaradi rezultata osebnostnih testov in dobrega poznavanja samega projekta. Kot vodja sem sodeloval pri vseh opravilih na projektu.

Na prvem srečanju sem skupini predstavil, kakšna je idejna zasnova projekta, za kakšen objekt gre in kje ga nameravamo v družinskem podjetju zgraditi. Skupinsko smo preučili možnosti lokacijske umestitve projekta in zasnovali idejno umestitev objekta, ki je prikazana na sliki 6.



Slika 6: Idejna umestitev objekta

Vir: (Lasten, 2018)

Idejno umestitev projekta smo izdelali na podlagi geodetskega posnetka, ki je bil predhodno izdelan za potrebo pridobitve gradbenega dovoljenja. Vanj smo v ustreznem merilu vstavili risbo idejne zasnove projekta, ki sem jo pripravil. Glede na določila lokacijske informacije lokalne uprave, smo skupaj s kolegi določili odmike od parcelnih mej. Pri tem smo upoštevali tudi kako je smiselno umestiti objekt v prostor glede na njegovo namembnost. Objekt smo umestili tako, da je odmik od severne parcelne meje 36,1 metrov, od južne parcelne meje je objekt odmaknjen 34,8 metrov. V želji po čim boljšem izkoristku gradbene parcele smo zaradi lege prometnice, ki poteka na zahodnem delu nepremičnine, objekt pomaknili bolj proti vzhodni meji. Na ta način bo možno urediti uvoz do poslovnih prostorov in parkirišče za uporabnike. Od vzhodne parcelne meje smo objekt odmaknili za 4 metre, od zahodne pa za 10 metrov.

V skupini smo raziskali kateri so sestavni deli projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja in razpravljali o možni vključitvi BIM tehnologije v procesu pridobitve gradbenega dovoljenja.

S celotno skupino smo dela na projektu okvirno razdelili po postavkah, izvedli predizmere in pripravili okvirni projektantski predračun. Končni popis del in projektantski predračun smo nato sami oblikovali, glede na specifične diplomskega dela posameznega diplomanta. V mojem primeru je bil končni popis del in projektantski predračun izdelan s pomočjo izobraževalca v podjetju.

Delo v projektnih skupinah je potekalo uspešno, vloge v skupini so bile dobro razporejene. Čeprav je vsak v skupini imel točno določene naloge, smo večino problemov reševali skupaj, tako da smo z argumentirano debato prišli do rešitve. Skupno smo prišli do zaključka, da lahko od dobro organiziranega skupinskega dela vsi vključeni v projekt veliko pridobijo.

3.2 Popis del za izgradnjo

Popis del za izgradnjo dopolnjuje grafične načrte in izračune, ki so del projektne dokumentacije. Izvede se na podlagi gradbenih normativov, ki določajo količino potrebnega materiala in časa za izvedbo posameznega dela v gradbeništvu ali opravljene storitve. Ob tem je potrebno upoštevati pripadajoče standarde, ki določajo pravila in smernice za vgrajene materiale, izdelke, procese in izvedene storitve.

Zaradi specifičnosti vsakega gradbenega projekta je potrebno na ustrezen način tudi organizirati proizvodnjo, tehnološki proces, načrtovanje del in ugotavljanje stroškov posameznega projekta. V želji po čim natančnejši stroškovni oceni je dela na projektu potrebno razdeliti na čim manjše stroškovne nosilce ali postavke. Na tak način lažje določimo količino potrebnega materiala in delo, ki je potrebno, da se zaključi posamezna delovna operacija projekta. Pri popisu del jim glede na potrebe projekta določimo količino, ceno na enoto mere in izračunamo končen znesek posamezne postavke. Običajno posamezne elemente združujemo po dejavnostih oz. gradbenih fazah v zaporedju, kot si bodo te sledile na gradbišču. Tako denimo glede na skupino del ločimo gradbena dela od obrtniških del. Znotraj teh pa združimo manjše elemente v posamezne vrste del kot so na primer zemeljska dela, betonska dela, zidarska dela, krovsko kleparska dela ...

Rezultat takšne razdelitve so številne postavke, ki označujejo posamezne zaključene delovne operacije. Te so smiselno urejene glede na skupino in vrsto del. Vsaka postavka je količinsko opredeljena, zmnožek količine in cene na enoto mere nam pove končen znesek posameznega stroškovnega nosilca. Seštevek stroškovnih nosilcev nam pokaže stroškovno oceno posameznih vrst del. Vsota vrst del nam nadalje poda, kakšen je strošek posamezne skupine del. Končno stroškovno oceno gradbenega projekta dobimo, ko seštejemo stroške, ki so nastali po skupinah del.

Primer ločitve del (Žemva, 2010):

Skupina del (gradbena dela, obrtniška dela, inštalacijska dela, notranja oprema)

Vrsta del (zemeljska dela, betonska dela, zidarska dela, krovsko kleparska dela)

Postavka (Strojni izkop gradbene jame širine 2 m v zemlji II. kategorije)

#	POSTAVKA	ENOTA	KOL	CENA	VREDNOST
A	ZEMELJSKA DELA				
1	Široki strojni odziv zemljine III. ktg.	m3	800,40	2,50 €	2.001,00 €
2	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo temeljnih gredi	m3	38,02	4,00 €	152,06 €
3	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo točkovnih temeljev	m3	115,20	4,50 €	518,40 €
4	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo pasovnih temeljev aneksa	m3	82,00	4,50 €	369,00 €
5	Dobava in vgradnja gramoznega tampona z zbijanjem po plasteh	m3	461,40	15,00 €	6.921,00 €
6	Zasutje za temelji z izkopanim materialom	m3	30,00	4,00 €	120,00 €
7	Nakladanje in odvoz odvečnega izkopanega materiala na trajno deponijo s plačilom takse	m3	900,00	6,00 €	5.400,00 €
	SKUPAJ				15.481,46 €

Slika 7: Primer popisa del za zemeljska dela poslovno proizvodnega objekta

Vir: (Lasten, 2018)

Slika 7 prikazuje kako izgleda popis del za zemeljska dela, ki je bil izdelan za poslovno proizvodni objekt, za potrebo izdelave tega diplomskega dela. Popis del je bil izdelan s pomočjo programa Microsoft Excel 2018, saj omogoča učinkovito delo, omogoča uporabo potrebnih računskih funkcij in je nasploh primeren za takšne operacije, zaradi svoje tabelarične zasnove. Pri izdelavi popisa del je potrebno najprej dobro razmisliti, katera opravila so potrebna za izgradnjo projekta, za katerega ga izdelujemo. Potem ko identificiramo ta opravila jih moramo smiselno urediti po skupinah in vrstah. V praksi jih najprej ločimo na gradbena in obrtniška dela, nato pa dalje glede na vrsto del. Za vsako opravljeno delo moramo oblikovati smiselno postavko, iz katere so razvidne vse potrebne podrobnosti, ki jih moramo zajeti. Sledi izdelava izmer, ki jih izračunamo na podlagi projektne dokumentacije. Vsaki postavki moramo določiti tudi smiselno enoto mere. Izdelan popis del mora vsebovati tudi stolpca, kamor lahko vpišemo ceno na enoto mere in skupno vrednost postavke. Pri izdelavi je najbolje, da v programu nastavimo vse funkcije za izračun teh zneskov in za izračun skupne vrednosti posameznih vrst del. To še dodatno avtomatizira celoten proces, kar nam prihrani čas in poveča produktivnost celotnega procesa. Izdelan popis del je pripravljen za posredovanje podizvajalcem, za uporabo v razpisu ali za lastno uporabo.

3.3 Terminski načrt del

Vsak gradbeni projekt ima zastavljen predviden rok zaključitve, ki ga kot izvajalci zasledujemo. V želji po uspešnem vodenju gradbenih projektov moramo zagotoviti pravočasnost, ekonomičnost in kakovost. To lahko dosežemo le z dobrim pregledom nad delovnimi procesi, pri čemer nam je v pomoč dobro razdelan terminski načrt del.

V primeru terminskega načrta del za potrebe organizacije gradbišča govorimo o operativnem načrtovanju. To so kratkoročni terminski načrti, s katerimi opredelimo časovno odvijanje projekta, potrebe po delovnih sredstvih in delavcih. Po namembnosti ločimo operativne plane v generalne in detajlne. Generalni so namenjeni predvsem za potrebe investitorjem, medtem ko so detajlni terminski načrti namenjeni obratom, delavnicam in gradbišču (Pšunder, 2011).

Glavni namen terminskih načrtov je da časovno opredelimo proces gradnje. Dodatni cilj pa je racionalno razpolaganje s sredstvi, mehanizacijo in delovno silo. Zato so terminskim načrtom navadno priloženi še spremljajoči operativni plani.

Terminski načrt del prikazujemo grafično. Zaradi različnih potreb prikazovanja, so se skozi leta razvile naslednje tehnike (Pšunder, 2011):

- gantogramske,
- ortogonalne,
- ciklogramske in
- tehnike mrežnega planiranja.

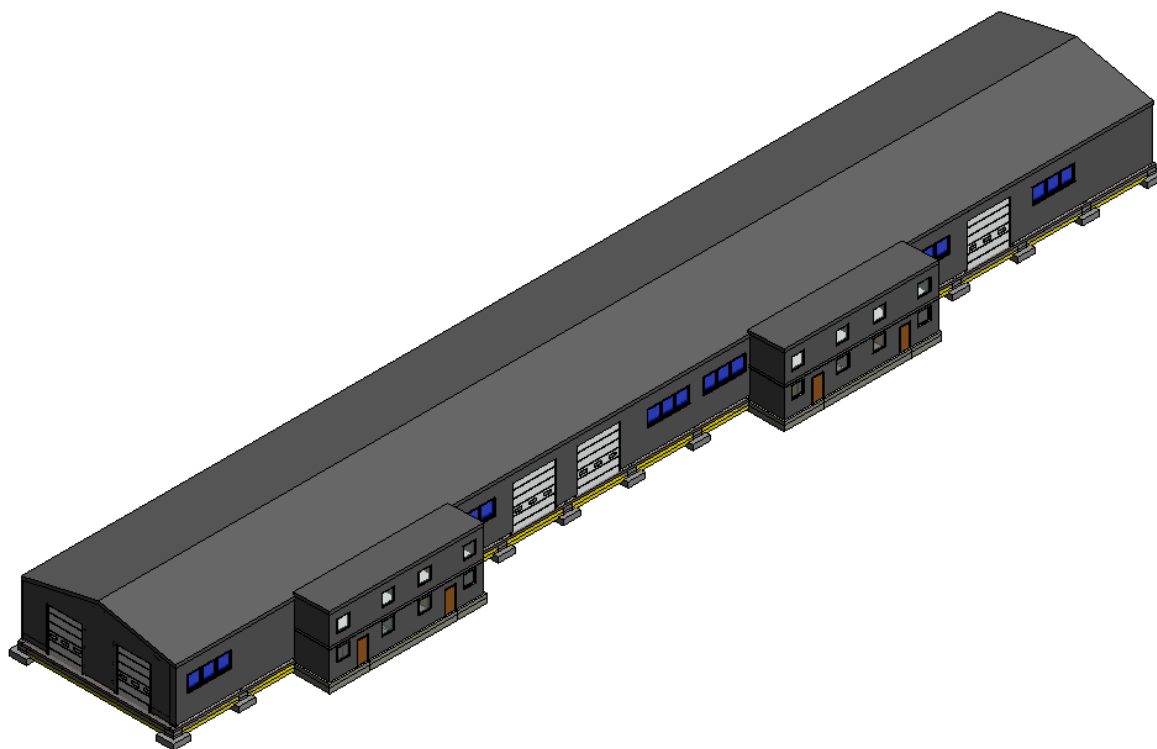
Gantogram je razvil Henry Gantt v začetku 20. stoletja in predstavlja enostaven način grafičnega prikaza trajanja posameznih faz projekta in s tem skupnega napredka na projektu (Inloox, 2015).

Gantogram uporablja vodoravne črte, ki označujejo začetek in konec posameznega opravila. Vodoravna os grafa predstavlja čas, na vertikalno os pa vnašamo posamezna opravila, ki so potrebna za zaključitev projekta. Z uporabo gantogramov lahko na enostaven način spremljamo napredek na projektu in načrtujemo prihodnje aktivnosti. Takšen način terminskega načrtovanja je primeren predvsem za enostavnejše projekte. Njegova glavna pomanjkljivost je, da ne omogoča prikaza soodvisnosti posameznih delovnih nalog, kar pa lahko pri kompleksnejših projektih privede do velikih napak. Gantogram lahko izdelamo s pomočjo programskih orodij Microsoft Excel, Microsoft Project ali posebnih programskih orodij za projektni menedžment.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 BIM model

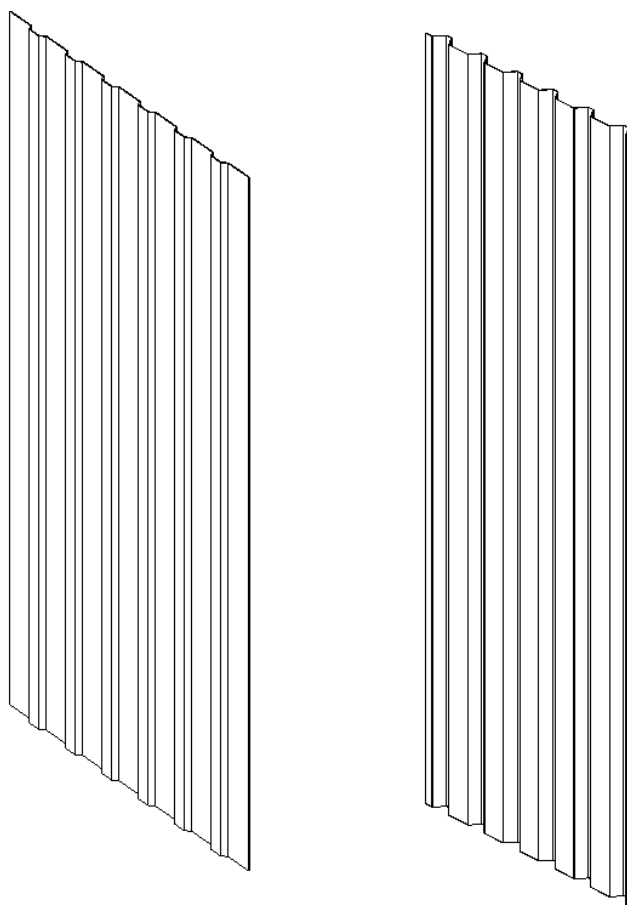
Pri izdelavi BIM modela je bilo uporabljeno programsko orodje Autodesk Revit 2018. Model je bil izdelan na podlagi podatkov s projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Končni rezultat je tridimenzionalni prikaz proizvodno poslovnega objekta v tretji gradbeni fazi. V modelu niso vključene strojne instalacije, ki so natančneje določene v projektu strojnih instalacij. Poleg tega zaradi zahtevnosti v modelu ni izrisana armatura pri armirano betonskih elementih. Izdelan BIM model je pod prilogo 3 v digitalni obliki priložen diplomskemu delu na podatkovnem nosilcu.



Slika 8: Končni izgled BIM modela

Vir: (Lasten, 2018)

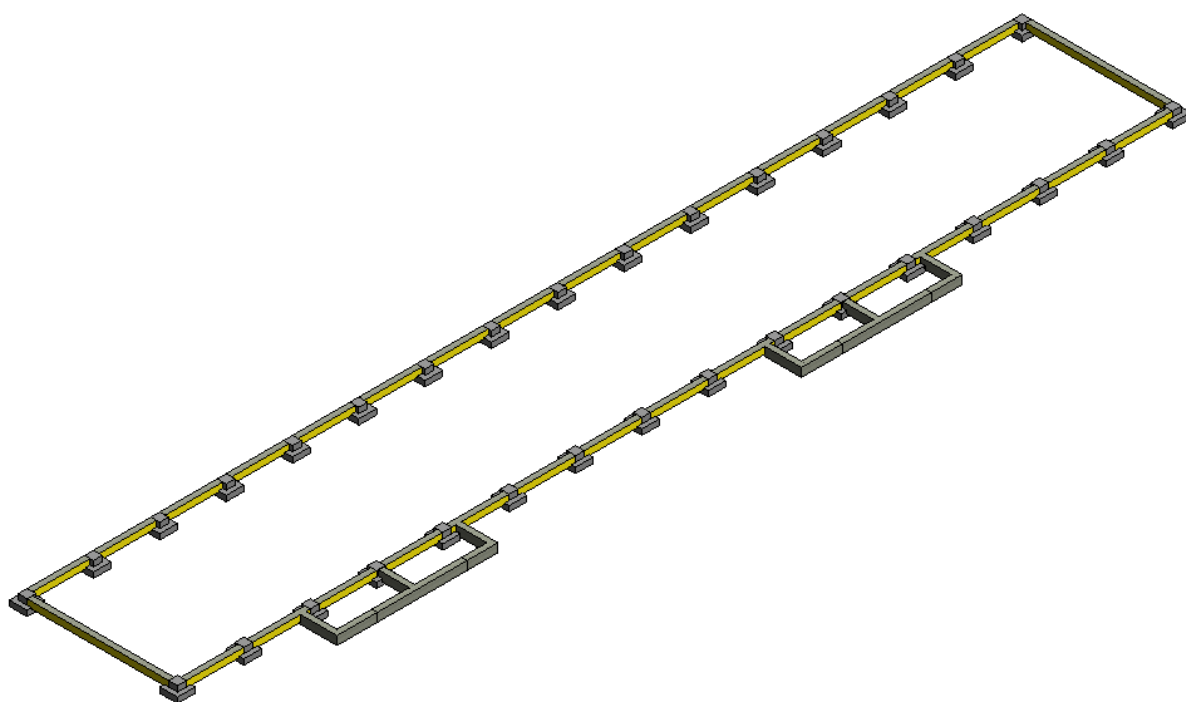
Iz slike 8 je razviden končni izgled BIM modela poslovno proizvodnega objekta. Razvidno je, da znotraj modela stavbe nismo postavljali v prostor, torej ne vključuje topografije in nima določene orientacije. Prvotno sem želel stavbo tudi lokacijsko prikazati, vendar to zaradi omejitev znotraj programa ni bilo mogoče. Vidno je tudi pomanjkanje detajlov strešnih in fasadnih panelov, ki so na modelu prikazani kot ravna ploskev, v resnici pa bodo rebrasti. Za namen uporabe v modelu sta sicer bila posebej izdelana elementa strešnega in fasadnega panela glede na podatke izbranega proizvajalca. Ta sta imela znotraj programa določeno namembnost kot panel viseče fasade, kar ustreza njuni dejanski funkciji na objektu. Vendar je pri vnašanju v model prišlo do težav, saj program ni omogočal vnosa oken in vrat v omenjene panele. Zato sem bil primoran namesto fasadnih panelov uporabiti funkcijo stene in namesto strešnih panelov funkcijo strehe. Slika 9 prikazuje vizualizacijo stenskega in strešnega panela, kot ju prikazuje Autodesk Revit 2018.



Slika 9: Stenski in strešni panel izdelan v Autodesk Revit 2018

Vir: (Lasten, 2018)

Izdelava modela poteka od tal navzgor, približno tako kot si tudi v praksi sledijo opravila pri izgradnji objekta. Pričetek izdelave modela so bili temelji, pri čemer je bilo potrebno najprej izdelati posebno t.i. družino točkovnih temeljev, da so ti ustrezali potrebam projekta. Točkovni temelji so sestavljeni iz temeljne pete in temeljne čaše. Tako temeljna peta kot čaša sta visoki 0,5 m, skupna višina točkovnega temelja je torej 1 m. Oba elementa sta tlorisno gledano kvadratne oblike, stranica pete meri 1,6 m, stranica čaše pa 0,8 m. Izdelane točkovne temelje sem v ustreznih zamikih v model vnesel 32-krat, povezal sem jih s temeljnimi gredami in s pasovnimi temelji aneksov. Temelji projekta so razvidni iz slike 10.



Slika 10: Prikaz točkovnih temeljev in gred poslovno proizvodnega objekta s pasovnimi temelji aneksov

Vir: (Lasten, 2018)

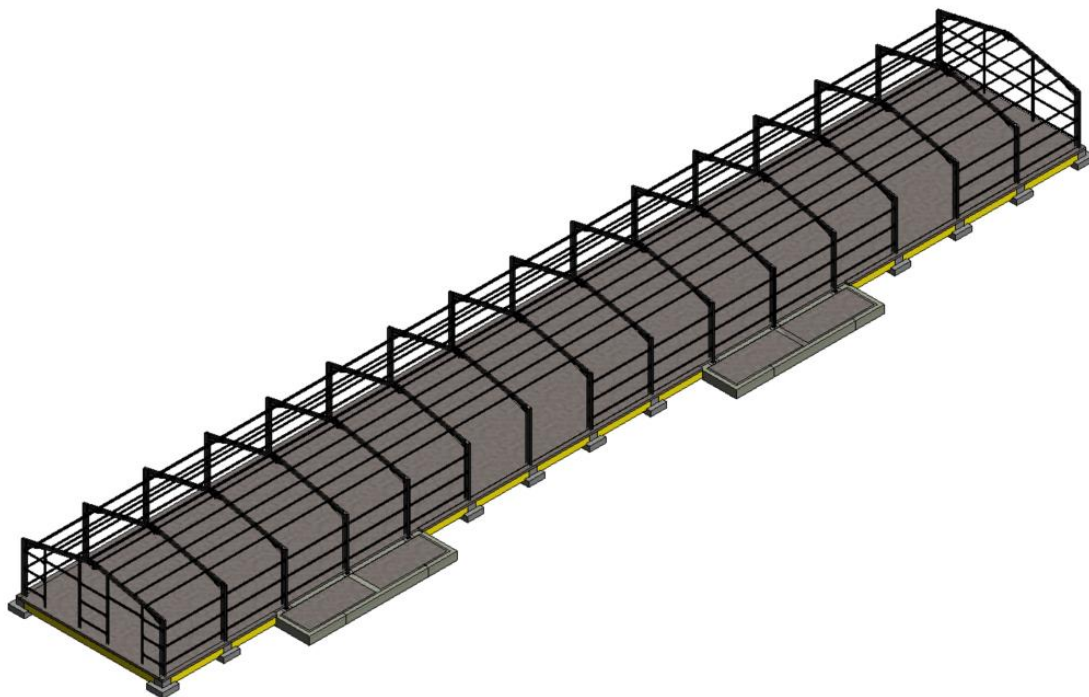
Temeljne gredi, ki so v prečnem prerezu kvadratne oblike, so 0,5 m široke in 0,5 m visoke. S slike 10 je razvidno, da se temeljne gredi nalegajo na pete točkovnih temeljev in se s strani ploskovno stikajo s čašami točkovnih temeljev. V modelu so temeljne gredi glede na projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja tudi vertikalno izolirane s toplotno izolacijo XPS debeline 10 cm. Temeljem industrijske hale so priključeni pasovni temelji obeh aneksov, kjer bodo urejeni

poslovni prostori. Pasovni temelji aneksa potekajo pod nosilnimi zidovi in so 0,5 m široki ter 0,7 m visoki. Kvaliteta vgrajenega betona točkovnih temeljev, temeljnih gredi in pasovnih temeljev aneksa je C25/30.

Temeljem je sledila izdelava kompozita talne plošče, ki sem ga po plasteh definiral v programu, glede na projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja. Tako si po plasteh sledijo:

- gramozno nasutje debeline 25 cm,
- podložni beton kvalitete C12/15 debeline 10 cm,
- hidroizolacija s predhodnim hladnim bitumenskim premazom, kot na primer Izotekt V4 proizvajalca Fragma,
- toplotna izolacija debeline 10 cm z visoko tlačno trdnostjo - 0,50 N/mm² in toplotno prevodnostjo $\lambda_D = 0,034$ W/mK, kot na primer XPS proizvajalca URSA,
- betonska plošča kvalitete betona C25/30, armirana z armaturnimi mrežami Q 335 v tlačni in natezni coni.

Za tem je bila izdelana kovinska konstrukcija, kot je bila z načrtom podana s strani izbranega proizvajalca in izrisana v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja. Pri tem je nastalo tudi največ dela, saj je bilo najprej potrebno v program uvoziti dodatke za izdelavo kovinskih konstrukcij in strukturnih povezav, kar je omogočalo vnos potrebnih elementov. Na točki, ko je bila izdelana kovinska konstrukcija, je model sestavljalo 990 elementov, od teh je 283 nosilcev in 38 stebrov, ki so povezani s 588. povezavami. Po vnosu vseh nosilnih elementov je potrebno vsakega posebej povezati z naslednjim in povezavo ustrezno definirati. Iz slike 11 je viden napredek BIM modela na tej točki.



Slika 11: Prikaz izdelane kovinske konstrukcije

Vir: (Lasten, 2018)

Izdelano kovinsko konstrukcijo sem lahko nato oblekel s steno, znotraj proizvodnih prostorov so vnešene tri predelne stene iz porobetonskih blokov, ki razmejujejo posamezne enote. Aneksom proizvodne enote sem določili višino etaže, ki meri 2,5 m, vstavil zidove in armiranobetonsko talno ploščo. Glede na projekt sem vnesel predelne stene, okna in vrata poslovnih prostorov. Med stebri proizvodne enote je vstavljen tudi parapetni zid višine 80 cm in debeline 20 cm, grajen z betonsko opeko. Ta je z notranje strani ometan s fino cementno malto in služi zaščititi stenskih panelov pred mehanskimi poškodbami, ki bi jih lahko povzročili z delovnimi stroji. Na zunanjo stran parapetnega zidu sem v modelu namestil toplotno izolacijo XPS, debeline 10 cm in tankoslojni zaključni omet. Z zunanje strani predstavlja parapetni zid »cokl« objekta. V stene proizvodne enote je glede na projekt vstavljenih skupno 36 PVC oken dimenzij 145/135 cm. Okna so vgrajena na višini parapeta 2,2 m v skupinah po 3, od katerih imata zunanji dve okni možnost nagibnega odpiranja, srednje okno pa ima možnost osno-nagibnega odpiranja. Okna so dvoslojno zastekljena s steklom debeline 4 mm in polnjena z argonom, kar omogoča učinkovito varčevanje z energijo in zadostno zaščito pred zunanjim

hrupom. Toplotna prehodnost posameznega okna je $U_w = 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$, zvočna izolativnost okna je ocenjena med 32 in 43 Db. Skupno je v model proizvodnega dela objekta vgrajenih tudi 5 dvostenskih lamelnih industrijskih vrat. Dvoje vrat je dimenzije 325/425 cm, ostale tri merijo 400/425 cm. Vrata so sestavljena iz lamel širine 50 cm in debeline 42 mm, ki so sestavljene iz jeklenega ovoja, znotraj katerega je poliuretansko polnilo, ki zagotavlja ustrezno toplotno izolativnost. Kadar so vrata zaprta je njihova toplotna prehodnost $U = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$. Iz notranje strani proizvodnih enot so nameščene jeklene montažne stopnice za dostop do mansarde poslovnih prostorov. Pri izdelavi modela sem se trudil vnašati materiale in elemente, ki bodo dejansko uporabljeni na projektu. Stene poslovnih prostorov so vse definirane s strani proizvajalca kot na primer YTONG, čigar porobetonski bloki bodo uporabljeni za izgradnjo. Vertikalna in horizontalna toplotna izolacija XPS debeline 10 cm je definirana s strani proizvajalca URSA, ki bo uporabljena na projektu. Prav tako so od proizvajalca kot na primer Hörmann določene podrobnosti industrijskih garažnih vrat, ki bodo vgrajene v proizvodnem delu objekta. Vse te podatke sem pridobil iz BIM knjižnic, ki jih omenjeni proizvajalci ponujajo v uporabo na njihovih spletnih mestih.

V tej točki je bil model iz vidika 3D vizualizacije zaključen. Končni model je sestavljen iz 1193 elementov 26 različnih kategorij.

4.2 Popis del in stroškovna ocena

Tridimenzionalni model poslovno proizvodnega objekta sem nato nadgradil s finančno oceno projekta znotraj programa. To sem storil z uporabo funkcije »schedules«, kjer sem definirал vhodne podatke in željene izhodne podatke. Vse izbrane elemente modela sem razvrstil glede na njihovo družino, potem pa sem stroške prikazal specifično glede na družino. V primeru betonskih konstrukcijskih elementov me je zanimalo število elementov, volumen posameznega elementa, njegova cena in skupna cena vseh elementov. Za stene in tla me je zanimala kvadratura, vnesel sem ceno glede na površinsko enoto in program je podal skupno ceno posamezne družine elementov. V primeru oken, vrat in stopnic je bila funkcija nastavljena tako, da je podala posamezen element s ceno po kosu ter skupno ceno vseh elementov glede na družino elementa, ki je bila definirana znotraj modela.

Takšnih tabel je bilo znotraj programa izdelanih 11 skupaj za naslednje elemente: nosilci, stebri, točkovni temelji, temeljne gredi, pasovni temelji, tla, stene, vrata, okna, strehe in stopnice. Znotraj tabel sem elementom določil stroške, ki jih predstavljajo na projektu. Tabele sem nato uvozil v program Microsoft Excel 2018, v katerem sem jih primerjali s predhodno pripravljenim popisom del. Na ta način sem preveril natančnost programa in njegovih izvlečkov, pod predpostavko, da je naš popis del točen.

Popis del je bil izdelan v skladu s prakso v stroki. Posamezna opravila na projektu sem definiral kot postavke, ki sem jih razporedil v gradbena in obrtniška dela. Vsaki postavki sem glede na projekt določil enoto mere in jo kvantificiral. Glede na cene materialov in normativov sem napravil analizo cene in izdelave posamezne postavke. Skupno ceno projekta sem nato primerjal s stroškovno oceno, ki jo je generiral program v okviru BIM modela. Popis del za izgradnjo poslovno proizvodnega objekta je pod priložo 2 priložen diplomskemu delu.

Že pri pripravi izvlečkov iz BIM modela sem ugotovil, da bo za izdelavo izvlečka primerljivega s popisom del potrebno napraviti nekaj vmesnih korakov. V popisu del so opravila na projektu ločena na – kar se da – majhne enote. Če želimo izdelati realno stroškovno oceno moramo seveda upoštevati tudi najmanjša opravila. Teh pa v program ne moramo vnesti, razen če jih vkalkuliramo v cene posameznih elementov. Tako imamo v popisu del recimo tri posebne postavke za izdelavo točkovnega temelja – opaženje in razopaženje; dobava, krivljenje in vezanje armature; dobava in vgradnja betona. V programu lahko prikažemo le strošek posameznega točkovnega temelja, torej moramo vse tri postavke združiti v eno. Enako se dogaja tudi pri kompozitih, kjer je element sestavljen iz več plasti npr. talna plošča v sestavi: tlak, armirano betonska plošča, toplotna izolacija, hidroizolacija, podložni beton in gramozno nasutje. Za stroškovno oceno takšnega kompozita znotraj programa je bilo potrebno združiti več postavk iz popisa del in izračunati ceno po kvadratnem metru. Določena odstopanja nastanejo tudi pri uporabljenih enotah, saj se denimo za zidanje zidov v praksi pri izdelavi popisa uporablja volumen. Program pa za zidove in vse nanesene zaključke v kompozitu uporablja površinsko enoto. Zaradi tega je bilo potrebno določene stvari predhodno preračunati, da sem lahko znotraj programa prišel do stroškovne ocene.

Kot že omenjeno je znotraj programa Autodesk Revit 2018 nemogoče zajeti vsa opravila, ki jih je na projektu potrebno opraviti. Že v začetku izdelave modela sem se odločil, da zaradi zahtevnosti v modelu ne bomo izdelali armature, ki zaradi tega tudi ni upoštevana v stroškovni oceni. Prav tako znotraj programa nisem uspel zajeti stroškov zemeljskih del kot so: široki strojni odriv, strojni izkop, ročni izkop, zasutje temeljev, odvoz odvečnega izkopanega materiala itd. Zaradi tega je tudi prišlo do določenih odstopanj, v primerjavi skupne stroškovne ocene iz popisa del in izvlečkov, ki sem jih pripravil s pomočjo programa. Iz tega razloga ni smiselno primerjati celotne stroškovne ocene, temveč le tiste dele projekta, ki so dejansko primerljivi.

	BIM model	Popis del	Razlika
Točkovni temelji	7.054,46 €	8.422,80 €	-1.368,34 €
Temeljne gredi	8.825,60 €	8.021,52 €	804,08 €
Pasovni temelji	2.826,84 €	3.726,10 €	-899,26 €
Kovinska konstrukcija	74.970,00 €	74.970,00 €	0,00 €
Tla	97.225,78 €	85.990,50 €	11.235,28 €
Stenski paneli	30.045,94 €	29.893,40 €	152,54 €
Strešni paneli	48.455,22 €	48.456,96 €	-1,74 €
Strehe aneksov	10.938,56 €	10.950,88 €	-12,32 €
Skupaj	280.342,40 €	270.432,16 €	9.910,24 €

Tabela 1: Primerjava nekaterih stroškovnih ocen iz modela in popisa del

Vir: (Lasten, 2018)

Iz tabele 1 je razvidno, da prihaja v primerjavi stroškovnih ocen iz BIM modela in iz popisa del do manjših odstopanj. Ta odstopanja so predvsem rezultat različnih izračunov predizmer. Ob pogledu na tabelo vidimo, da prihaja do največjega odstopanja pri stroškovni oceni izdelave tal, ki predstavljajo največji strošek in hkrati tudi največjo površino na projektu. Do tega je prišlo zaradi omejitev znotraj programa, saj sem v kompozitu talne plošče modela upošteval tudi gramozno nasutje, toplotno izolacijo in hidroizolacijo. Ti stroški so znotraj popisa del definirani s posebnimi postavkami. Do nekoliko večje razlike prihaja tudi pri oceni stroškov za izvedbo

stenskih panelov proizvodnega objekta, ki je rezultat razlike nastale pri izračunu stenskih površin. Stroškovne ocene ostalih elementov projekta so primerljive in bistveno ne odstopajo.

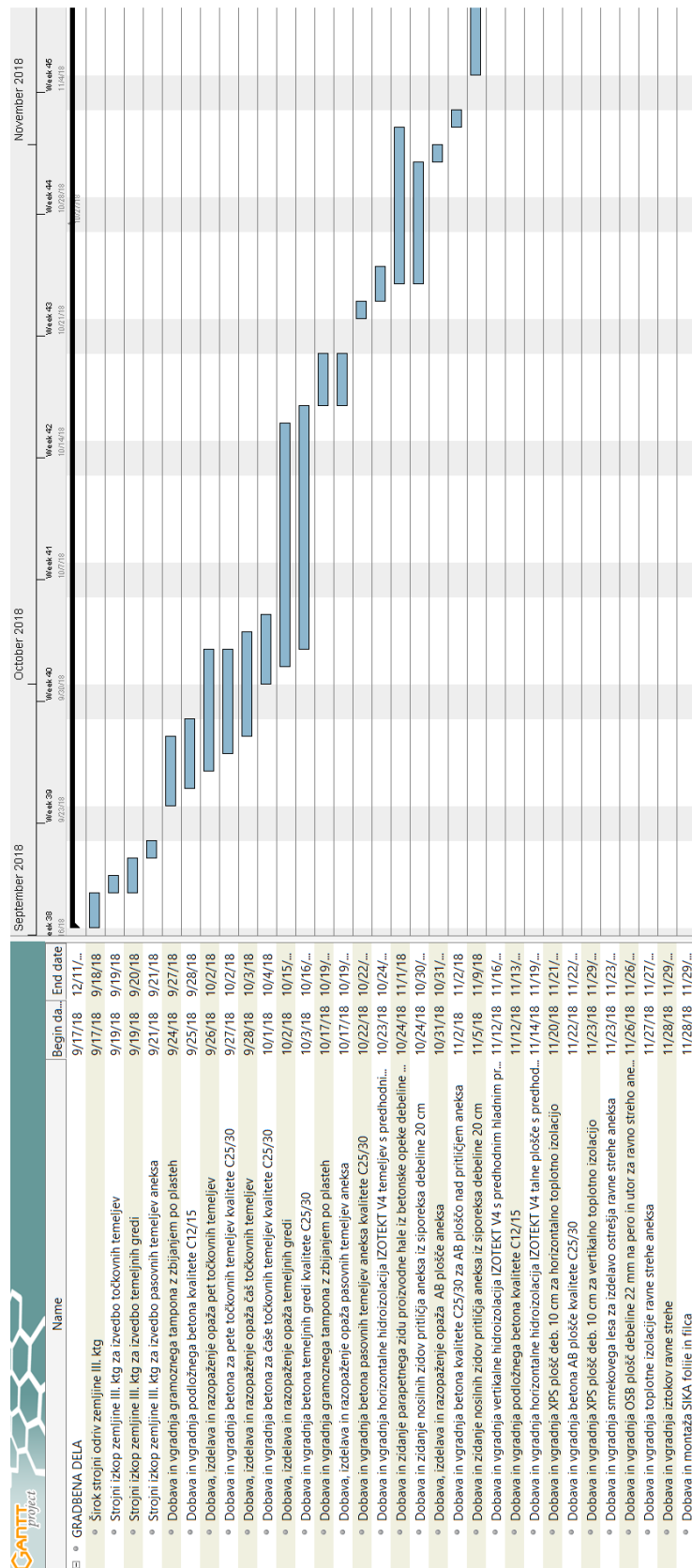
Iz tabele je razvidno, da je znotraj BIM modela stroškovna ocena primerjanih elementov višja od stroškovne ocene iz popisa del. BIM model ocenjuje vrednost teh elementov na 280.342,40 €, medtem ko znaša moja ocena 270.432,16 €. Prihaja torej do 9.910,24 € razlike, ki predstavlja 3,54 %, glede na celotno vrednost stroškovne ocene primerjanih elementov.

4.3 Terminski načrt del

Preveril sem tudi kakšne izboljšave prinaša uporaba BIM modeliranja na področju terminskega načrtovanja del. Kot v primeru popisa del, sem tudi v tem primeru najprej pripravil terminski načrt po ustaljeni praksi. Pripravil sem gantogram v programu GanttProject, ki je odprtokodni program, analogen programu Microsoft Project, ki se večinoma uporablja za pripravo terminskih načrtov. Za odprtokodno možnost sem se odločil, ker ni mogoče pridobiti študentske licence za uporabo programa Microsoft Project.

Gantogram sem pripravil tako, da sem uporabil postavke iz popisa del, ki sem jih kronološko razvrstil, kot si bodo sledile na gradbišču. Za predviden začetek del sem si izbral 17. september 2018. Od tega datuma sem vsaki postavki določil trajanje in dobil predviden zaključek gradbeno obrtniških del na objektu. Dela naj bi se po tem načrtu predvidoma zaključila 3. 1. 2019. Izdelan gantogram je v formatu GanttProject in Microsoft Project priložen diplomskemu delu pod priložo 4na priloženem podatkovnem nosilcu.

Pri izdelavi terminskega načrta znotraj BIM modela sem naletel na težavo zaradi licenčnih pogojev Autodesk. V Revitu namreč ni mogoče neposredno izdelati terminski načrt del. To je mogoče le z uvozom BIM modela izdelanega v Revitu v program Autodesk Navisworks. Uporaba tega programa ni mogoča pod študentsko licenco, zato znotraj BIM modela ni bil izdelan terminski načrt del.



Slika 13: Izsek gantograma izdelanega v programu GanttProject

Vir: (Lasten, 2018)

5 SKLEP

V okviru diplomskega dela sem izdelal BIM model objekta, s katerim sem preverjal predhodno predpostavljene hipoteze. Namen modela je bila nadgraditev obstoječe projektne dokumentacije, izdelava popisa del in terminskega načrta. Preko izdelave teh sestavnih delov diplomskega dela sem tudi prišel v stik z orodji in načini dela za izdelavo modela. Pri tem sem usvojil osnove programa Autodesk Revit 2018 in pridobil znanje, ki ga lahko uporabim pri svojem delu v prihodnosti. Obstoječa projektna dokumentacija objekta je prešla iz dvodimenzionalnega na štiridimenzionalen model, kateremu je posebej dodan še terminski načrt. Zastavljeni nameni in cilji diplomskega dela so torej bili doseženi.

Glede na izdelan model in dobljene rezultate lahko preverimo ali predpostavljene hipoteze držijo ali ne:

H1: Uporaba BIM modela prinaša izboljšave pri izdelavi popisa del.

Veljavnost hipoteze sem preverjal s primerjavo projektantskega predračuna z izvlečki iz programa Autodesk Revit 2018. Zaradi posebnosti in omejitev znotraj programa sem moral nekatere količine preračunati, da sem sploh prišel do primerljivih rezultatov. Za nekatere elemente pa sem ugotovil, da sploh niso primerljivi. Kljub temu je bilo večji del stroškov projekta možno primerjati. Pri teh je prišlo do manjših odstopanj, ki so rezultat različnih izračunov potrebnih količin materialov za vgradnjo. Pri primerjavi rezultatov sem opazil, da je popis del natančneje strukturiran kot izvlečki iz BIM modela. Poleg tega je popis del tudi bolj pregleden in je z njim tudi lažje upravljati, ker je vse zajeto znotraj ene datoteke. Izvlečki iz BIM modela pa so vsi predstavljeni posebej in jih ni mogoče urejati, kot je to mogoče v programu Microsoft Excel, v katerem je bil pripravljen popis del. Največja prednost, ki jo v tem primeru predstavlja BIM model, je hitrost izračuna količine potrebnih materialov za vgradnjo. Te količine se glede na moje rezultate, z manjšimi odstopanji, ujemajo s količinami, ki sem jih izračunal za popis del. Vsaka metoda ima torej svoje prednosti in slabosti. Zaradi hitrosti izračunov znotraj BIM modela, je te rezultate smiselno uporabiti pri izdelavi popisa del, tako da izvlečke iz modela uvozimo v Microsoft Excel. V tem programu nadaljujemo z izdelavo popisa, tako da vnesemo vsa opravila, ki jih BIM model do sedaj ni zajel. Na ta način si bistveno skrajšamo potreben čas za izdelavo popisa del.

Hipotezo 1 lahko potrdimo. Na podlagi uporabniške izkušnje sem ugotovil, da prinaša BIM model v kombinaciji z uporabo programa Microsoft Excel izboljšave pri izdelavi popisa del.

H2: Uporaba BIM modela prinaša izboljšave pri izdelavi terminskega načrta del.

Veljavnost hipoteze 2 sem želeli preveriti s primerjavo terminskega načrta del v obliki gantograma, izdelanega v programu GanttProject s terminskim načrtom izdelanim znotraj BIM modela. Ugotovil sem, da Autodesk Revit 2018 ne omogoča neposredno izdelavo terminskega načrta znotraj BIM modela. Tega ga lahko izdelamo le s programom Autodesk Navisworks, v katerega moramo uvoziti predhodno izdelan BIM model. Zaradi licenčnih pogojev podjetja Autodesk mi je bila uporaba programa Navisworks onemogočena, saj ne podpira študentske licence. V praksi bi torej morali za izdelavo terminskega načrta znotraj BIM modela kupiti licenco dveh programov od proizvajalca Autodesk. Pri klasični izvedbi gantograma sem uporabil postavke iz predhodno izdelanega popisa del, jih kronološko umestil v program in jim določil časovno trajanje. Gantogram sem pripravlil v nekaj urah.

Hipotezo 2 ovržemo. Zaradi enostavnosti uporabe že obstoječih programov za pripravo terminskega načrta in neugodnih licenčnih pogojev proizvajalca programskih orodij za BIM modeliranje, ocenjujem da te ne prinašajo bistvenih izboljšav pri izdelavi terminskega načrta del.

H3: Informacijsko modeliranje stavb izboljša proces načrtovanja stavb.

Veljavnost hipoteze sem preverjal na podlagi primerjave uporabniške izkušnje pri uporabi programskih orodij Autodesk Revit in AutoCAD. Pri izdelavi BIM modela sem opazil bistvene razlike v primerjavi z uporabo CAD orodij. V praksi je zelo razširjena uporaba programa AutoCAD, ki v primerjavi z Revitom ni tako prilagojen potrebam gradbenih inženirjev in arhitektov. Glavna razlika je v tem, da v CAD orodjih načrtujemo le s pomočjo črt, ki jim spreminjamo geometrijske karakteristike. V primeru Revita pa vnašamo v model elemente, ki nosijo poleg geometrijskih informacij tudi negeometrijske. Novejše verzije AutoCAD-a sicer omogočajo tudi izdelavo 3D modelov, vendar se v praksi uporablja predvsem za izdelavo 2D načrtov. Za razliko od tega je že sama osnova BIM modela 3D prikaz objekta. Poleg tega so znotraj programa vsi pogledi povezani, tako da se vsaka sprememba na modelu aktualizira na vseh nivojih. Iz modela lahko izvozimo poljubne prereze, tlorise, narise itd. V primeru

AutoCAD-a je vsak posamezen zorni potrebno posebej narisati. V primeru, da pride v procesu načrtovanja do spremembe na projektu, je vsako potrebno posebej vnesti v vse poglede, ki jih ta zadeva. Načrtovanje z uporabo programa Autodesk Revit 2018 je bistveno bolj učinkovito v primerjavi s programskim orodjem AutoCAD.

Hipotezo 3 potrdimo. Pri uporabi programskih orodij Autodesk Revit in AutoCAD sem na podlagi uporabniške izkušnje ugotovil, da prinaša informacijsko modeliranje stavb izboljšave v procesu načrtovanja.

H4: Nakup licence BIM programskega orodja za uporabo v majhnem podjetju je smiselna.

Smiselnost nakupa licence za uporabo BIM programskega orodja sem preverjal na primeru programa Autodesk Revit 2018, ki sem ga uporabil za izdelavo BIM modela poslovno proizvodnih prostorov. Program je najbolj primerljiv z AutoCAD-om, ki ga v podjetju že uporabljamo in se je tudi znotraj stroke izkazal kot uporaben. Glavni faktor pri nakupu licence za uporabo programa je vsekakor cena. Letna licenca za uporabo AutoCAD-a znaša, po trenutno objavljenem ceniku na spletni strani proizvajalca Autodesk, 1.354,78 €. Letna licenca za uporabo Autodesk Revit 2018 pa znaša – po trenutnem ceniku – 1.935,40 €. Torej znaša razlika v ceni za zakup letne licence med programoma 580,62 €. Cenovna razlika sicer ni tako velika, če deluje podjetje na področju oz. za naročnike, ki zahtevajo izdelavo BIM modelov. V primeru manjših podjetij, ki delujejo na področju visokih gradenj in nimajo opravka z večjimi naročniki, pa so potrebe po tovrstnih storitvah bolj redke. Poleg tega tovrstno programsko orodje ne predstavlja zamenjave za AutoCAD, ki ga zaradi široke uporabnosti znotraj stroke podjetje še vedno potrebuje, temveč njegovo nadgradnjo. Sicer se zadnje čase vzpostavlja trend uporabe BIM modelov, ki pa zaenkrat znotraj stroke še ni dosegel večjega posluha.

Hipotezo 4 ovržemo. Zaradi premajhne razširjenosti uporabe BIM modelov znotraj stroke in nizkega povpraševanja s strani naročnikov se nakup licence BIM programskega orodja za uporabo v podjetju ne zdi priporočljiv.

Skozi proces izdelave BIM modela in pisanja diplomskega dela na to temo sem pridobil mnogo novega znanja, ki mi bo vsekakor koristilo v prihodnosti. BIM tehnologija predstavlja odgovor na mnogo problemov, s katerimi se soočamo, zato upam, da se bo v prihodnje uporabljala v veliko večjem obsegu kot sedaj.

6 VIRI, LITERATURA

AUTODESKa (2018). *BIM*. Pridobljeno iz <https://www.autodesk.com/solutions/bim>.

AUTODESKb (2018). *Revit*. Pridobljeno iz <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>.

AUTODESKc (2018). *Revit vs. AutoCAD*. Pridobljeno iz <https://www.autodesk.com/solutions/revit-vs-autocad>.

AUTODESKd (2018). *Revit worksharing*. Pridobljeno iz <https://help.autodesk.com/cloudhelp/2018/ENU/Revit-Collaborate/images/GUID-A7FB7D75-7F78-4B62-B134-12BAD26E7528.png>.

Cerovšek, T. (2010). Informacijsko modeliranje zgradb (BIM). *Gradbeni vestnik*, 71–72. Pridobljeno iz <http://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-CYSPG4D4/3dfb9216-7287-4353-abcf-472bf64d3337/PDF>.

Dakhil, A., Al Shawi, M., & Underwood, J. (2015). *BIM Client Maturity: Literature Review*. Pridobljeno iz https://www.researchgate.net/publication/279293516_BIM_Client_Maturity_Literature_Review?enrichId=rgreq-212c4b69cd35888cbfa12b80468171f7-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3OTI5MzUxNjUzNDU3Njc5MzA1Nzg5NDRAmTQzNTYwNjg1ODQyOA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicatio.

EU BIM taskgroup (2017). *Priročnik za uvedbo informacijskega modeliranja gradenj v evropskem javnem sektorju*. Pridobljeno iz <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/07/GROW-2017-01356-00-00-SL-TRA-00.pdf>.

Ferk, M. (2016). *Informacijsko modeliranje stavb v Sloveniji v letu 2016 (Diplomsko delo)*. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo.

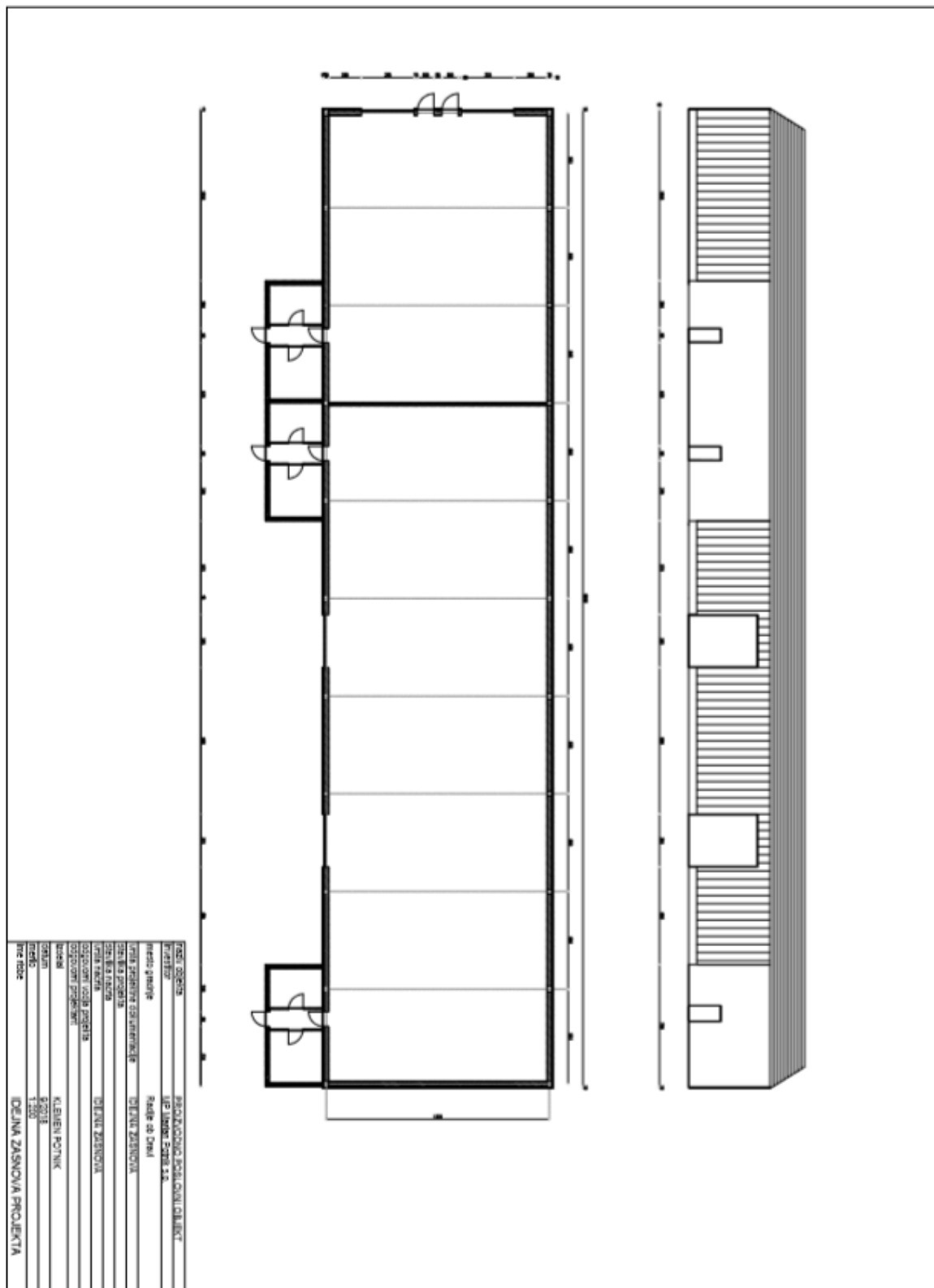
Gospodarska zbornica Slovenije (2018). *Gradbeni normativi in popisi del*. Pridobljeno iz https://www.gzs.si/zbornica_gradbenistva_in_industrije_gradbenega_materiala/vsebin/a/Gradbeni-normativi-in-popisi-del.

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc.

- Inloox (2015). *The importance of the Gantt chart and the critical path for project management*. Pridobljeno iz Inloox: <https://www.inloox.com/company/blog/articles/the-importance-of-the-gantt-chart-and-the-critical-path-for-project-management/>.
- Jus, A., & Tibaut, A. (2017). *BIM metrics. Digitalisierungsbarometer 2017: die Immobilienbranche im digitalen Wandel*. Pridobljeno iz <https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/forschung/projekte/detail/?pid=3278>.
- Lasten (2018).
- McGraw-Hill Construction (2012). SmartMarket Report, The business value of BIM in North America: Multi year trend analysis and user ratings (2007–2012). Pridobljeno iz <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2012/12/MHC-Business-Value-of-BIM-in-North-America-2007-2012-SMR.pdf>.
- Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo (2018). *Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji*. Pridobljeno iz http://sibim.si/f/docs/dokumenti/Akcijski_nacrt_uvedbe_digitalizacije_na_podrocju_grajenega_okolja_v_RS_7_5_2018.pdf.
- NBS (2018). *National BIM library*. Pridobljeno iz <https://www.nationalbimlibrary.com/en/>.
- Pravilnik o projektni dokumentaciji (2008). *Uradni list RS, št. 55/2008 (4. 6. 2008)*. Pridobljeno iz <https://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2008-01-2336>.
- Pšunder, M. (2011). *Operativno planiranje*. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru.
- The BIM hub. (2017). *CAD vs. BIM: Advantages and disadvantages*. Pridobljeno iz <https://thebimhub.com/2017/11/21/cad-vs-bim-advantages-disadvantages/>.
- Zakon o graditvi objektov. (2002). *Uradni list RS št. 102/04 (29. 11. 2002)*. Pridobljeno iz <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO3490>.
- Žemva, Š. (2010). *Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov: priročnik za prakso*. Ljubljana: Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje.

7 PRILOGE

Priloga 1: Načrt idejne zasnove projekta



Priloga 2: Popis del za izgradnjo proizvodno poslovnega objekta

#	POSTAVKA	ENOTA	KOL	CENA	VREDNOST
A	ZEMELJSKA DELA				
1	Široki strojni odziv zemljine III. ktg.	m3	800,40	2,50 €	2.001,00 €
2	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo temeljnih gredi	m3	38,02	4,00 €	152,06 €
3	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo točkovnih temeljev	m3	115,20	4,50 €	518,40 €
4	Strojni izkop zemljine III. ktg za izvedbo pasovnih temeljev aneksa	m3	82,00	4,50 €	369,00 €
5	Dobava in vgradnja gramoznega tampona z zbijanjem po plasteh	m3	461,40	15,00 €	6.921,00 €
6	Zasutje za temelji z izkopanim materialom	m3	30,00	4,00 €	120,00 €
7	Nakladanje in odvoz odvečnega izkopanega materiala na trajno deponijo s plačilom takse	m3	900,00	6,00 €	5.400,00 €
	SKUPAJ				15.481,46 €
B	BETON				
1	Dobava in vgradnja podložnega betona kvalitete C12/15	m3	147,72	95,00 €	14.033,40 €
2	Dobava in vgradnja betona za pete točkovnih temeljev kvalitete C25/30	m3	41,00	95,00 €	3.895,00 €
3	Dobava in vgradnja betona za čaše točkovnih temeljev kvalitete C25/30	m3	10,30	98,00 €	1.009,40 €

4	Dobava in vgradnja betona temeljnih gredi kvalitete C25/30	m3	45,70	95,00 €	4.341,50 €
5	Dobava in vgradnja betona pasovnih temeljev aneksa kvalitete C25/30	m3	18,40	93,00 €	1.711,20 €
6	Dobava in vgradnja betona AB plošče kvalitete C25/30	m3	254,20	98,00 €	24.911,60 €
7	Dobava in vgradnja Tal-M kvarca z rezanjem in kitanjem dilatacij	m2	1266,00	9,00 €	11.394,00 €
8	Dobava in vgradnja betona kvalitete C25/30 za AB ploščo nad pritličjem aneksa	m3	14,30	98,00 €	1.401,40 €
9	Dobava in vgradnja betona kvalitete C25/30 za vertikalne in horizontalne vezi	m3	8,40	100,00 €	840,00 €
10	Dobava, krivljenje, vezanje in polaganje armature	kg	40000,00	1,00 €	40.000,00 €
SKUPAJ					103.537,50 €
C	TESARSKA DELA				
1	Dobava, izdelava in razopaženje opaža pet točkovnih temeljev	m2	102,40	15,00 €	1.536,00 €
2	Dobava, izdelava in razopaženje opaža čaš točkovnih temeljev	m2	38,40	16,00 €	614,40 €
3	Dobava, izdelava in razopaženje opaža temeljnih gredi	m2	182,80	14,50 €	2.650,60 €
4	Dobava, izdelava in razopaženje opaža pasovnih temeljev aneksa	m2	72,00	14,50 €	1.044,00 €
5	Dobava, izdelava in razopaženje opaža AB plošče aneksa	m2	88,04	16,00 €	1.408,64 €
6	Dobava, izdelava in razopaženje opaža vertikalnih in horizontalnih vezi	m2	85,82	20,00 €	1.716,40 €

7	Dobava in vgradnja smrekovega lesa za izdelavo ostrešja ravne strehe aneksa, povprečne porabe do 0,05m ³ /m ²	m ²	108,00	25,00 €	2.700,00 €
8	Dobava in vgradnja OSB plošč debeline 22 mm na pero in utor za ravno streho aneksa	m ²	88,00	16,00 €	1.408,00 €
SKUPAJ					13.078,04 €
C	ZIDARSKA DELA				
1	Dobava in vgradnja horizontalne hidroizolacija IZOTEKT V4 s predhodnim hladnim premazom	m ²	1376,20	11,00 €	15.138,20 €
2	Dobava in vgradnja vertikalne hidroizolacija IZOTEKT V4 s predhodnim hladnim premazom	m ²	176,40	12,00 €	2.116,80 €
3	Dobava in vgradnja XPS plošč deb. 10 cm za horizontalno toplotno izolacijo	m ²	1274,00	14,50 €	18.473,00 €
4	Dobava in vgradnja XPS plošč deb. 10 cm za vertikalno toplotno izolacijo	m ²	291,20	16,00 €	4.659,20 €
5	Dobava in zidanje parapetnega zidu proizvodne hale iz betonske opeke debeline 20 cm	m ³	33,60	120,00 €	4.032,00 €
6	Dobava in zidanje nosilnih zidov aneksa iz siporeksa debeline 20 cm	m ³	73,80	180,00 €	13.284,00 €
7	Dobava in vgradnja mikroarmiranega cementnega estriha v sestavi: STIROPOR deb. 5 cm ESTRIH deb. 6 cm	m ²	176,00	9,00 €	1.584,00 €
8	Izdelava in vgradnja fine cementne malte na notranji strani parapetnega zidu proizvodne hale	m ²	126,00	8,00 €	1.008,00 €

9	Dobava in vgradnja toplotne izolacije kot npr. KNAUF insulation $\lambda=0,035$ ravne strehe debeline 26 cm	m2	88,00	18,00 €	1.584,00 €
10	Dvakratno kitanje siporeks sten z vstavljanjem PVC mrežice	m2	404,00	8,00 €	3.232,00 €
SKUPAJ					65.111,20 €
SKUPNA VREDNOST					197.208,20 €

#	POSTAVKA	ENOTA	KOL	CENA	VREDNOST
A	KLJUČAVNIČARSKA DELA				
1	Dobava in vgradnja kovinske konstrukcije proizvodne hale	kg	44100,00	1,70 €	74.970,00 €
2	Dobava in vgradnja kovinskih montažnih stopnic aneksov po detajlu projektanta	kom	4,00	4.000,00 €	16.000,00 €
3	Dobava in vgradnja ograje kovinskih stopnic aneksov	m	24,00	120,00 €	2.880,00 €
	SKUPAJ				93.850,00 €
B	KROVSKO KLEPARSKA				
B/1	STREHA				
1	Dobava in montaža strešnih panelov debeline 10 cm	m2	1247,52	33,00 €	41.168,16 €
2	Dobava in montaža slemena iz barvne pločevine s tesnilom	m	90,40	18,00 €	1.627,20 €
3	Dobava in montaža linijskih snegolovov	m	180,80	12,00 €	2.169,60 €
4	Dobava in montaža žlebov iz barvne pločevine deb.	m	152,80	15,00 €	2.292,00 €
5	Dobava in montaža kotličkov iz barvne pločevine	kom	10,00	20,00 €	200,00 €
6	Dobava in montaža kolen iz barvne pločevine	kom	10,00	20,00 €	200,00 €
7	Dobava in montaža cevi iz barvne pločevine	m	50,00	16,00 €	800,00 €
B/2	FASADA				
8	Dobava in montaža fasadnih panelov debeline 10 cm	m2	674,60	33,00 €	22.261,80 €
9	Dobava in montaža okenskih in vratnih obrob	m	227,40	12,00 €	2.728,80 €
10	Dobava in montaža vogalnih obrob iz barvne pločevine	m	50,00	12,00 €	600,00 €
11	Dobava in montaža obrob stika strehe in fasade	m	152,80	12,00 €	1.833,60 €
12	Dobava in montaža vetrnih obrob	m	22,00	15,00 €	330,00 €

13	Dobava in montaža odkapne obrobe iz barvne pločevine	m	152,80	14,00 €	2.139,20 €
B/3	RAVNA STREHA ANEKSA				
14	Dobava in montaža SIKA folije in filca	m2	88,04	22,00 €	1.936,88 €
15	Obdelava atike s SIKA folijo in filcem širine do 60 cm	m	72,40	20,00 €	1.448,00 €
16	Dobava in vgradnja iztokov ravne strehe	kos	2,00	50,00 €	100,00 €
17	Dobava in vgradnja zaključne kape atike iz barvne pločevine širine do 40 cm	m	72,40	25,00 €	1.810,00 €
	SKUPAJ				83.645,24 €
	SKUPNA VREDNOST				177.495,24 €

REKAPITULACIJA					
1	Gradbena dela	€ 197.208,20			
2	Obrtniška dela	€ 177.495,24			
	SKUPNA VREDNOST	€ 374.703,44			

Priloga 3: BIM model proizvodno poslovnega objekta - Na podatkovnem nosilcu

Priloga 4: Terminski načrt del za izgradnjo poslovno proizvodnega objekta - Na podatkovnem nosilcu