

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Skvarča, M., 2016. Izdelava modela 5D BIM za projekt trgovsko-parkirne hiše. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Cerovšek, T.): 52 str.

Datum arhiviranja: 06-02-2017

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Skvarča, M., 2016. Izdelava modela 5D BIM za projekt trgovsko-parkirne hiše. Master Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Lipar, P.): 52 pp.

Archiving Date: 06-02-2017

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE STOPNJE
STAVBARSTVO**

Kandidat:

MATJAŽ SKVARČA

**IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT
TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE**

Magistrsko delo št.: 13/II.ST

**DEVELOPMENT OF 5D BIM FOR COMMERCIAL-
PARKING BUILDING PROJECT**

Graduation – Master Thesis No.: 13/II.ST

Mentor:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Ljubljana, 27. 12. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Spodaj podpisani študent Matjaž Skvarča, vpisna številka 26420048, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Izdelava modela 5D BIM za projekt trgovsko-parkirne hiše,

IZJAVLJAM,

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

- a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
- b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V: Ljubljani

Datum: _____

Podpis študenta:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.946.5:624.04(497.4)(043)
Avtor:	Matjaž Skvarča
Mentor:	doc. dr. Tomo Cerovšek
Naslov:	Izdelava modela 5D BIM za projekt trgovsko-parkirne hiše
Tip dokumenta:	Magistrsko delo
Obseg in oprema:	52 str., 31 sl., 10 pregl.
Ključne besede:	BIM, 3D BIM, 4D BIM, 5D BIM, ArchiCAD, Synchro, CostX

Izvleček

Cena in čas sta pri gradnji objektov zelo pomembna faktorja. Za obvladovanje obeh je v zadnjem času zelo priljubljena uporaba BIM tehnologije. Iz dobro zgrajenega modela 3D BIM lahko dobimo informacije o lokaciji, količini in geometriji elementov. Nato s 4. dimenzijo modelu dodamo čas, ki je potreben za izvedbo elementov. Z dodano 5. dimenzijo pa je model bogatejši s finančnega vidika.

Prav zgoraj napisano je bil cilj, ki sem ga skušal doseči pri izdelavi magistrske naloge. Izdelavo 5D modela sem prikazal na objektu trgovske parkirne hiše s tremi etažami parkirišč in eno etažo trgovskih prostorov. Arhitekturni del stavbe sem izrisal v ArchiCAD-u (3D BIM). Nato sem v programu Synchro (4D BIM) izdelal terminski plan. Po določitvi vrednosti elementov in dodatni izmeri v programu CostX pa sem terminskemu planu dodal še finančni (5D BIM).

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTATION, INFORMATION AND ABSTRACT

UDK: 004.946.5:624.04(497.4)(043)
Autor: Matjaž Skvarča
Supervisor: doc. dr. Tomo Cerovšek
Title: Development of 5D BIM for commercial-parking building project
Document type: M. Sc. Thesis
Notes: 52 p., 31 fig., 10 tab.
Key words: BIM, 3D BIM, 4D BIM, 5D BIM, ArchiCAD, Synchro, CostX

Abstract

Price and time are in the construction business very important factors. Recently is very popular to use BIM technology to control them both. From the well-built 3D BIM model we can be obtain information of the location, quantity and geometry of items. Then with adding the fourth dimension to the model, time that is needed to carry out the elements is added. When fifth dimension is added to the model we add pricing of the elements.

The goal of my thesis was building such a model. For reference I showed building a 5D BIM model on a commercial-parking building with three floors of parking and one floor of commercial spaces. Architecture of the building I made in ArchiCAD (3D BIM). Then in program Synchro (4D BIM) I made time schedule. After additional measures in the program CostX and determining the values of the elements I made a financial plan fort the building (5D BIM).

ZAHVALA

Zahvalil bi se mentorju doc. dr. Tomu Cerovšku za pomoč pri izdelavi magistrske naloge in družini ter vsem prijateljem, ki so mi stali ob strani in me vzpodbujali v celotnem času pridobivanja znanja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani.

Kazalo vsebine

1	UVOD.....	1
1.1	Opis problema	1
1.2	Namen naloge	1
1.3	Cilji naloge	2
2	NAČRTOVANJE STAVB Z TEHNOLOGIJO BIM.....	3
2.1	Tehnologija BIM	3
2.2	3D – 5D BIM.....	3
2.2.1	Uporaba BIM.....	4
2.2.2	Uporaba 3D BIM	4
2.2.3	Uporaba 4D BIM	5
2.2.4	Uporaba 5D BIM	6
2.3	Prednosti in ovire pri uporabi BIM.....	6
2.3.1	Stopnja podrobnosti LOD.....	6
2.3.2	Kontrola kvalitete z uporabo tehnologije BIM.....	8
2.3.3	Težave in ovire pri uporabi tehnologije BIM	9
2.3.4	Pregled orodij za izdelavo modelov BIM.....	10
3	PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE (TPH).....	14
3.1	Opis projekta	14
3.2	Lokacija	15
3.3	Arhitektura.....	15
3.4	Gradbena jama in konstrukcija	19
3.5	Predvidena raba BIM in izbira orodij	19
4	MODELIRANJE OBJEKTA	22
4.1	Priprava delovnega okolja	22
4.2	Modeliranje konstrukcije.....	23
4.3	Vertikalne komunikacije.....	25
4.4	Stavbno pohištvo in ostali elementi.....	26
4.5	Modeliranje terena.....	28
5	DOKUMENTACIJA, ANALIZE IN SIMULACIJE	30
5.1	Načrti na osnovi modela.....	30
5.2	Popisi na osnovi modela.....	30
5.3	Analiza modela s programom Solibri	32
5.4	4D model	34
5.5	5D model	43
	ZAKLJUČEK.....	47
	VIRI IN LITERATURA.....	49

KAZALO SLIK

SLIKA 1: NAČINI IZVEDBE MODELA 5D BIM [3]	4
SLIKA 2: IZVEDBA KONTROLE KAKOVOSTI Z UPORABO MODELA BIM [11].....	9
SLIKA 3: REZULTATI VPRAŠALNIKA [13]	11
SLIKA 4: OBMOČJE IZGRADNJE NOVE STAVBE. DESNO LAPAJNETOVA ULICA. ZGORAJ POBOČJE HRIBA SMUKOVŠE. [15].....	14
SLIKA 5: GEODETSKI NAČRT PODJETJA HEKTAR D. O. O. [16].....	15
SLIKA 6: SHEMA PRITLIČJA	16
SLIKA 7: SHEMA 1. NADSTROPJA.....	17
SLIKA 8: SHEMA 2. NADSTROPJA.....	17
SLIKA 9: SHEMA STREŠNE ETAŽE	18
SLIKA 10: SHEMA PREREZA C-C	18
SLIKA 11: SHEMA PREREZA 3-3.....	19
SLIKA 12: IZDELAVA OSNOVNE MREŽE MODELA	22
SLIKA 13: DEFINIRANJE MATERIALOV (LEVO) IN SESTAVLJANJE KONSTRUKCIJSKIH SKLOPOV (DESNO)	23
SLIKA 14: IZDELAVA GREDE NAD PILOTNO STENO, SKUPAJ Z DRENAŽO IN PREHODNO PLOŠČO (ARCHICAD).....	24
SLIKA 15: POGLED NA PILOTNO STENO V PROGRAMU ARCHICAD.....	24
SLIKA 16: PRIKAZ NOSILNIH ELEMENTOV (ARCHICAD)	25
SLIKA 17: GLAVNO NOTRANJE STOPNIŠČE V OBJEKTU TPH.....	26
SLIKA 18: PREREZ STOPNIŠČA IN DVIGALNIH JAŠKOV	26
SLIKA 19: SESTAVA ARMIRANOBETONSKE DOVOZNE RAMPE S TI (ARCHICAD).....	26
SLIKA 20: NASTAVITVE ZA STEKLENO FASADO V PRITLIČJU	27
SLIKA 21: POGLED NA ZASTEKLJENO FASADO V PROGRAMU ARCHICAD.....	28
SLIKA 22: MODEL V PROGRAMU ARCHICAD (LEVO), 2D POGLED NA TEREN V PROGRAMU ARCHICAD (DESNO)	28
SLIKA 23: IZBRANI KRITERIJI ZA RAZVRSTITEV MATERIALOV IN FILTER, UPORABLJEN V PROGRAMU ARCHICAD.....	30
SLIKA 24: UVOŽEN MODEL IZ ARCHICAD-A V PROGRAM SMC.....	33
SLIKA 25: NAPAKA, KI JO JE ODKRIL PROGRAM SMC.....	33
SLIKA 26: SLIKA PRIKAŽUJE PILOTE POD OBJEKTOM, KI SO POVEZANI V TERMINSKI PLAN (Z ZELENO).....	37
SLIKA 27: TERMINSKI PLAN ZA GRADBENA DELA	42
SLIKA 28: IZGRADNJA OBJEKTA TPH (PROGRAM SYNCHRO)	43
SLIKA 29: IZMERJENE KOLIČINE KERAMIKE V PROGRAMU COSTX.....	44
SLIKA 30: IZDELAVA POPISA V PROGRAMU COSTX	45
SLIKA 31: TERMINSKI IN FINANČNI PLAN ZA IZVEDBO OBJEKTA	46

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: OPIS STOPNJE RAZVOJA ELEMENTA MODELA [9]	7
PREGLEDNICA 2: PRIMER LOD NA TEMELJIH [9]	7
PREGLEDNICA 3: PREGLEDNICA ORODIJ BIM ZA 3D MODELIRANJE	12
PREGLEDNICA 4: PREGLEDNICA ORODIJ BIM ZA 4D MODELIRANJE	12
PREGLEDNICA 5: PREGLEDNICA ORODIJ BIM ZA 5D MODELIRANJE	13
PREGLEDNICA 6: PRIKAZ PRIDOBIVANJA PODATKOV O IZKOPU V PROGRAMU ARCHICAD	29
PREGLEDNICA 7: KOLIČINE POTREBNEGA MATERIALA	29
PREGLEDNICA 8: PODATKI IZ ARCHICAD-A ZA TAMPONSKI MATERIAL	31
PREGLEDNICA 9: PRIKAZ SESTAVLJENEGA POPISA, KI VSEBUJE KOLIČINE IZ ARCHICAD-A IN PODROBNEJŠE OPISE POSTAVK.....	31
PREGLEDNICA 10: PREGLEDNICA UPORABLJENIH NORMATIVOV, POVZETO PO GNG GRADBENIH NORMAH, GIPOSS LJUBLJANA, 1984	38

1 UVOD

»Time is money« (Čas je denar), pravi Benjamin Franklin. Lahko bi rekel, da se povsem strinjam z njegovo izjavo. Tudi v sodobnem gradbeništvu je tako. Vse več je hitenja, da bi pravočasno dosegli roke, ki jih določi investitor. Zato je pomembna tudi tehnologija, ki jo uporabljamo.

Ena od tehnologij, ki lahko pripomore k lažjemu dogovarjanju, boljši optimizacij časa gradnje in lažji pripravi finančnih vložkov investitorja, je informacijsko modeliranje stavb (angl. *Building Integrated Modeling*, v nadaljevanju: BIM).

1.1 Opis problema

V zadnjih letih se vse več javnih gradbenih naročil v Sloveniji odda v izgradnjo na način »ključ v roke«. Kar pomeni, da ima izvajalec gradbenih del s podpisom pogodbe na voljo točno določeno vsoto denarja in točno določen čas za izvedbo objekta. S podpisom takšne pogodbe pa se izvajalec zaveže, da bo, ne glede na obseg del, izpeljal dela v predvidenem časovnem in finančnem obsegu. Zelo pogosto pa se pojavljajo napake v popisih, kjer so izpuščene količine oziroma celotni elementi objekta. Kot na primer: v popisih je število oken 10 kosov, v arhitekturnem načrtu pa je število oken 100 kosov. V primeru pogodbe »na ključ«, ki sta jo sklenila investitor in izvajalec, mora izvajalec izvesti vseh 100 predvidenih oken. Prav zaradi takšnih napak, ki se pojavljajo znotraj popisov, pa se lahko zavleče tudi gradnja objekta.

V izogib takšnim napakam se v zadnjem času vse bolj uporablja tehnologija BIM, s katero lahko hitreje pripravimo in izdelamo bolj točne oz. kvalitetne popise del, ki pa so osnova za dobro izpeljan projekt.

Še vedno se pri načrtovanju investicije na koncu vse vrti okrog financ (v zadnjem času pa tudi okrog trajnosti stavb), zato bom v magistrski nalogi na primeru Trgovsko-parkirne hiše Idrija (v nadaljevanju: TPH Idrija) prikazal, kako lahko z uporabo tehnologije BIM pripravimo terminski in finančni plan projekta.

1.2 Namen naloge

Računalniška tehnologija je v zadnjem desetletju zelo napredovala. S tem pa je napredovalo tudi načrtovanje stavb. Še pred desetletjem so samo najnaprednejši programi ponujali izrise v tridimenzionalnem prostoru. Še desetletja prej pa je vse načrtovanje objektov bilo možno le s pisalom in papirjem. Sedaj, v času informacijske dobe, je med programi vsaj 3D BIM načrtovanje postalo že nekakšna stalnica, če ne tudi 4D in 5D BIM.

Prav zanimanje in držanje koraka z napredkom tehnologije me je gnalo v izbiro teme s področja informacijskega načrtovanja stavb. V magistrski nalogi sem prikazal 3D BIM modeliranje v programu ArchiCAD, 4D BIM modeliranje v programu Synchro in 5D BIM modeliranje v programu CostX in MS Excel.

1.3 Cilji naloge

Cilji moje magistrske naloge so:

- predstavitev tehnologije BIM in njene uporabe,
- izdelati model 3D BIM stavbe v programu ArchiCAD ter izdelati popise in načrte na podlagi izdelanega modela,
- seznaniti se s programom za odkrivanje napak v BIM modelih (program Solibri Model Checker) in ga uporabiti na svojem primeru,
- povezati zgrajen model 3D BIM s programom za izdelavo model4D BIM a s programom Synchro,
- izdelava terminskega plana na podlagi 3D BIM,
- izdelati dodatne izmere v programu CostX na modelu in pripraviti oceno vrednosti investicije za celoten projekt in
- podati zaključke in ugotovitve glede na opravljeno delo.

2 NAČRTOVANJE STAVB Z TEHNOLOGIJO BIM

Živimo v dobi računalnikov, tako imenovani informacijski dobi. Zato se je razvila tudi uporaba računalnika za risanje načrtov, detajlov, izvajanje analiz in dokumentacije. Prvi prehod, ki ga je človek naredil iz načrtovanja brez računalnika na dobo računalniškega načrtovanja, je bil tako imenovan 2D CAD (*angl. Computer Aided Design*). Postopoma pa so programom dodali tudi tretjo dimenzijo in opis elementa, kar je privedlo do razvoja tehnologije BIM.

2.1 Tehnologija BIM

Definicija BIM

Cerovšek¹ je v Gradbenem vestniku podal definicijo BIM: *»informacijsko modeliranje zgradb – BIM (angl Building Information Modeling) je digitalni zapis in predstavitev informacij o konkretni stavbi za komunikacijo med udeležencem v gradbenem projektu. BIM model vsebuje geometrijske in negeometrijske informacije, ki jih potrebujejo in izdelajo arhitekti in inženirji za načrtovanje, analizo, simulacije vizualizacije in dokumentacijo tako v fazi pred, med in po gradnji.«* [1]

Model BIM torej vsebuje tako geometrijske informacije elementov kot tudi negeometrijske (opis elementa). Ravno v tem pa se tehnologija BIM razlikuje od običajnih 2D in 3D CAD programov. Poleg opisov model BIM omogoča tudi reševanje 3D problemov, ki jih v dvodimenzionalnem prostoru ne vidimo. Z običajnimi 2D in 3D programi rišemo črte, like, medtem ko z BIM programi rišemo telesa, uvažamo celotne že narejene predmete, elementom dodajamo opisne informacije, izvajamo prostorske analize (sončne študije, prostorske študije) itd.

2.2 3D – 5D BIM

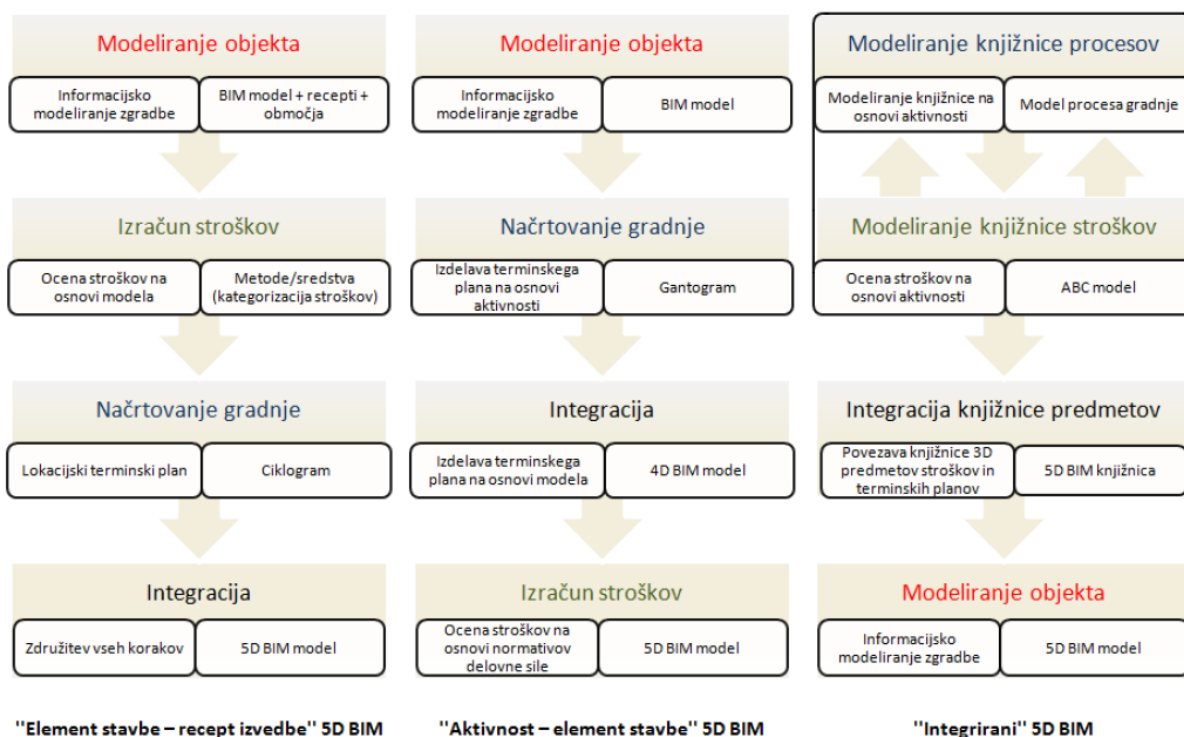
3D informacijsko modeliranje stavb je tri dimenzionalno okolje v katerem načrtujemo stavbo z gradniki (stene, stebri, plošče itd.) in jih povezujemo v smiselno celoto. Če modelu 3D BIM dodamo čas (terminski plan vgradnje elementov) dobimo 4D BIM. Z dodajanjem cen posameznim elementov za dobavo, vgradnjo pa dobimo model 5D BIM.

V osnovi obstajajo tri poti, kako priti do modela 5D BIM. Zato na spodnji sliki prikazujem potek in razvoj modela od 3D do 5D.

Osnovni trije načini razvoja 5D modela:

- "Element stavbe – recept izvedbe" 5D BIM
- "Aktivnost – element stavbe" 5D BIM
- "Integrirani" 5D BIM [2]

¹ dr. Tomo Cerovšek, univ. dipl. inž. grad., profesor na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani



Slika 1: Načini izvedbe modela 5D BIM [3]

2.2.1 Uporaba BIM

Z uporabo BIM pri načrtovanju ne pridobijo samo arhitekti in gradbeniki, temveč se v začetni fazi odločanja tudi investitor bolje seznanji z umestitvijo, s stroški in časom gradnje. Z izdelavo shematičnega modela še pred izdelavo bolj natančnega modela, lahko bolje ocenimo in analiziramo, ali bo stavba ustrezala izbranim trajnostnim parametrom. S takšnimi predhodnimi analizami se lahko poveča načrtovana kvaliteta stavbe. BIM programi omogočajo interdisciplinarnost, saj jih večina omogoča obdelovanje modela več ljudem hkrati.

2.2.2 Uporaba 3D BIM

Največjo uporabnost ima BIM v fazi načrtovanja stavbe, saj lahko že v začetnih fazah načrtovanja izdelamo grafično bolj natančen model. Kasneje izvedeni popravki pa se avtomatsko popravijo v vseh načrtih in dokumentaciji. To omogoča enostavno generiranje 2D načrtov iz 3D modela, z dodajanjem cen elementov in normativov pa lahko izdelamo natančne popise del in ocenimo stroške gradnje.

V fazi gradnje in izdelave elementov nam model BIM lahko služi za kontrolo elementov, izdelavo terminskega plana, kot orodje za odkrivanje napak in ovir pri poteku gradnje, boljše organiziranost gradbišča in boljše ravnanje z gradbiščnimi odpadki.

Montažna gradnja stavb je s tehnologijo BIM pridobila predvsem v obliki virtualne gradnje, saj ji le-ta omogoča, da se še pred izgradnjo stavbe preveri skladnost posameznih modulov stavbe v celoto. Poleg

tega lahko preko BIM modela podpiramo celoten proces izdelave, dobave materiala, logistike, pakiranja, zlaganja in transportiranja do gradbišča. S tem pa objekt pridobi na kvaliteti, času in denarju. [4]

Z napredovanjem mobilne tehnologije kot na primer, pametni telefoni, prenosni računalniki, tablice itd., je mogoče v BIM model vnašati spremembe, kvaliteto gradnje in potek gradnje kar direktno v BIM model. Poleg spremljanja poteka gradnje je mogoče nadzorovati tudi kvaliteto gradnje, ki se vrši z laserskim skeniranjem prostorov in nato s primerjanjem z BIM modelom. [5]

Model BIM stavbe je uporaben tudi po izgradnji objekta. Zlasti, če so v načrtovan model vneseni vsi popravki in spremembe, ki so bili izvedeni v času gradnje in niso bili predvideni v fazi načrtovanja. Tak model nato predstavlja vir informacij o vgrajenih materialih z natančnimi dimenzijami, ki v prihodnosti lahko služijo za dodatne ukrepe na objektu.

2.2.3 Uporaba 4D BIM

Čas v BIM predstavlja četrto dimenzijo. Če jo dodamo k že obstoječemu modelu 3D BIM, dobimo tako imenovan model 4D BIM. Osnovni namen je prikazati geometrijske spremembe v odvisnosti časa. Najpogosteje se model 4D BIM prikaže kot »time-lapse video« (posnetek gradnje objekta), fotogrametrični posnetek (merjenje sprememb na objektu), odzivne strukture (sprememba delov objekta zaradi optimizacije geometrije), GIS sistem (razvoj območji) in virtualna simulacija (prikaz spremembe objekta skozi čas gradnje). [6]

Njegove najpogostejše uporabe so:

- organizacija gradnje je pomemben del načrtovanja same izvedbe objekta, saj le ta skrbi, da se dela med seboj povezujejo v smiselnem zaporedju. Hkrati pa med seboj združuje tudi različne stroke (gradbenike, strojnike, električiste itd.),
- analiza varnosti in faznosti gradnje skrbi, da se med gradnjo ne pojavijo preobremenitve, ki bi lahko poškodovale konstrukcijo oz. se porušile,
- rekonstrukcija obstoječega objekta, s katero poskušamo prikazati različne rekonstrukcije investitorju, ki posledično lažje sprejme odločitev,
- kontrola in spremljanje poteka gradnje se vrši z laserskim skeniranjem izvedenih del. Nato jih primerjamo z modelom v programu, tako pa lažje odkrijemo napake in natančneje spremljamo potek gradnje,
- umestitev objekta oz. naselja v prostor (urbanizem) je pomembna, kjer nočemo spremljati rasti mesta in razširitev le-tega v prostoru, in
- gradnja linijskih objektov (ceste, predori, železnice itd.). [6]

2.2.4 Uporaba 5D BIM

Uporaba modelov 5D BIM je uporabna že od samega začetka načrtovanja investicije. Gre za orodje, s katerim lahko hitro ocenimo vrednost investicije, vplive različnih geometrijskih in materialnih sprememb ter drugih sprememb na objektu. Poleg naštetega nam 5D BIM služi tudi za spremljanje investicije po fazah gradnje, s tem pa ima investitor boljši pregled nad finančnimi vložki v posameznih fazah. [7]

2.3 Prednosti in ovire pri uporabi BIM

2.3.1 Stopnja podrobnosti LOD

Načrtovalci stavb lahko izdelajo model na treh stopnjah:

- model BIM je načrtovan samo za analiziranje in predstavitev investitorju. Izvajalec je tako primoran izvesti svoj model in dokumentacijo,
- model BIM je izveden do takšne stopnje natančnosti, da na njegovi podlagi lahko izdelajo tudi delavniške načrte,
- izvajalec in načrtovalec sodelujeta že od začetka, s tem pa lahko pridobljene načrte iz modela uporabijo tudi za delavniške risbe [7].

Zato so programi za ocenjevanje stroškov gradnje in posameznih elementov potrebovali skalo, po kateri so lahko označili zanesljivost svojih kalkulacij. Družba Vicosoftware, ki izdaja programe za ocenjevanje stroškov projekta, je vpeljala koncept **Level of Detail** (v nadaljevanju LOD) – stopnja, po kateri je element stroškovno definiran. Koncept so vpeljali zaradi težavnega definiranja natančnosti cene elementa. Vpeljali so lestvico LOD 100–400. Pri čemer v modelu:

- LOD 100: element ni natančno definiran, podan je v obliki volumna,
- LOD 200: natančno prikazuje število elementov, vendar so uporabljene le približne ocene,
- LOD 300: elementi so natančno definirani, poznana je tudi dejanska cena elementa,
- LOD 400: elementi, ki so bili dejansko dobavljeni in plačani (dejansko stanje).

Kasneje je American Institute of Architects (v nadaljevanju AIA) prevzel njihov način razmišljanja in ga uvedel na celotno informacijsko modeliranje stavb. Koncept so preimenovali v Level of Development. Razlog preimenovanja je nastanek nejasnosti pri količini informacij namesto odločnosti informacij [8].

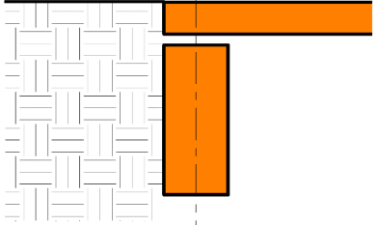
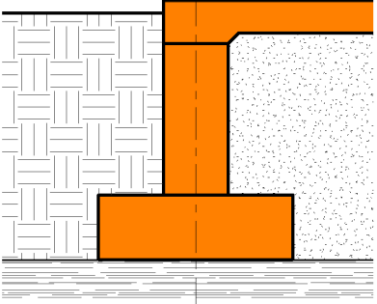
Level of Development (LOD) – stopnja razvoja, ki pove, do kakšne mere je model BIM zanesljiv in koliko mu lahko zaupamo. Za doseganje števila LOD mora element vsebovati zadostno količino podatkov. Prav tako število LOD ni merilo natančnosti grafike elementa. Natančnost modela se označi s številom med 100 in 500. Pri čemer je 100 najmanj zanesljiv, 500 pa najbolj, saj oznako 500 dobijo le

elementi, ki so dejansko že dostavljeni in vgrajeni. Več o skali ocenjevanja pa je predstavljeno v tabeli spodaj [9].

Preglednica 1: Opis stopnje razvoja elementa modela [9]

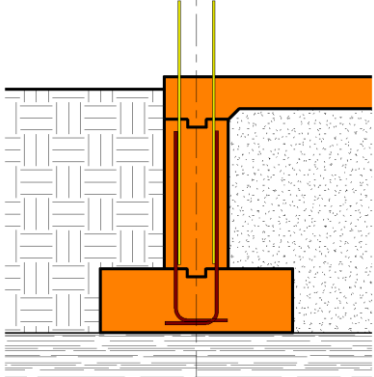
Stopnja razvoja	Opis stopnje
LOD 100	Element je grafično predstavljen s simboli ali generično shemo, ki ne zadostuje specifikacijam LOD 200.
LOD 200	Element je grafično prikazan kot generični sistem, objekt, ki je sestavljen s približnimi količinami, velikostjo, obliko, lokacijo in orientacijo. Element lahko vsebuje tudi negrafične informacije.
LOD 300	Model elementa je grafično prikazan kot generični sistem, objekt, katerega količina, velikost, oblika, lokacija in orientacija so natančno poznani. Element lahko vsebuje tudi negrafične informacije.
LOD 400	Model elementa je grafično prikazan kot generični sistem, objekt, katerega količina, velikost, oblika, lokacija in orientacija, načrt sestavljanja in inštalacija so natančno poznani. Element lahko vsebuje tudi negrafične informacije.
LOD 500	Element modela je dobavljen in ima dejansko velikost, obliko, lokacijo, število in orientacijo. Element lahko vsebuje tudi negrafične informacije.

Preglednica 2: Primer LOD na temeljih [9]

Stopnja razvoja	Opis stopnje	
LOD 100	Predvidevamo, da so temelji modelirani znotraj ostalih elementov, kot na primer v arhitekturni etažni plošči oz. v volumnu, ki naj bi zajemal predvideno strukturo.	
LOD 200	Pri tej stopnji se poskuša približati približni velikosti in obliki temeljev ter približni lokaciji.	
LOD 300	Model stopnje 300 mora zajemati: 1) velikost in geometrijo temelja, 2) nivoje terena, 3) zunanje dimenzije elementov. Poleg tega mora vsebovati tudi naslednje negrafične informacije: 4) marko betona, 5) kvaliteto jekla, 6) višinske kote se morajo ujemati z geotehničnim poročilom.	

se nadaljuje...

...nadaljevanje Preglednice 2

LOD 400	<p>Element pri stopnji 400 mora vsebovati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • natančno izrisano armaturo, • vezna sredstva, • letve, • zaključke, • hidroizolacijo itd. 	
LOD 500	<p>Temelj je fizično izveden, znane so dejanske dimenzije, količine, cena itd.</p>	

LOD lahko za 5D BIM razdelimo tudi po fazah projekta. In sicer je LOD 100 primeren za konceptualno načrtovanje, saj si z njim lahko pomagamo pri hitri oceni vrednosti projekta. Primer takšne uporabe je ocena projekta glede na površino tlorisa objekta. Naslednji korak je LOD 200, ki se uporablja pri ocenjevanju in analiziranju različnih variant in je osnova za kasnejše obdelovanje. Na primer model LOD 200 se uporablja za odločitev med finančnim vložkom v dvojno ali trojno zasteklitev. Model LOD 300 je model, ki ima že povsem definirane oblike, materiale in storitve. Iz tako zasnovanega modela se lahko pridobi projektantsko oceno investicije in kasneje tudi popise na podlagi katerih gradbena podjetja pripravijo svojo ponudbo. Model LOD 400 postane, ko se vanj vnesejo cene, ki so končne in jih bo gradbeno podjetje imelo za osnovo pri izgradnji objekta. Hkrati se v model shranjujejo tudi vse spremembe in racionalizacije, ki jih izvajalec in investitor skleneta. Najbogatejši model z informacijami (LOD 500) postane, ko je konec sinhronizacije med vgrajenim materialom in modelom v programu. Takrat postane tudi jasno, koliko je investicija dejansko »stala«. [10]

2.3.2 Kontrola kvalitete z uporabo tehnologije BIM

Standardni proces ocenjevanja kontrole kvalitete se začne z izdelavo planov kontrole kakovosti, ki temeljijo na načrtih in specifikacijah, ki določajo kvaliteto materiala in opreme ter način njihove kontrole. Nato se vsemu materialu in uporabljeni opremi pred vgradnjo oz. uporabo preveri skladnost s standardi in drugimi postavljenimi zahtevami. Tekom gradnje se materiale in delo nadzoruje preko nadzornega inženirja oz. managerja kvalitete, ki skrbi, da so vgrajeni materiali in delo skladni z zahtevami. Po končanju del sledi še končna kontrola izvedenih del.

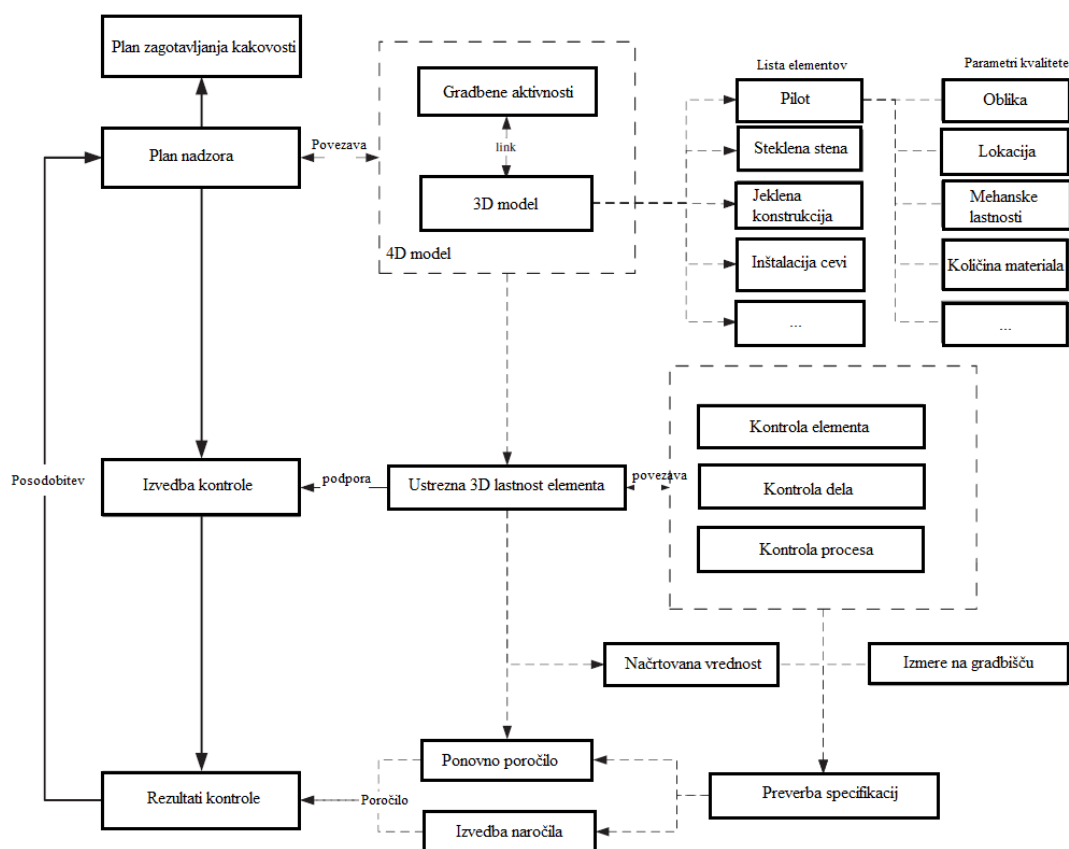
Uporaba BIM je prinesla povečanje kvalitete pri celotnem objektu, saj izboljša kvaliteto projekta na naslednji način:

- poveča se natančnost in učinkovitost pri komunikaciji,
- zmanjša se število napak zaradi boljše koordinacije med dokumenti in načrtovalsko ekipo,

- simulacije in optimizacije so lahko izvedene za boljšo izvedbo, nižje stroške in krajši čas,
- avtomatska izdelava načrtov, ki so posledično bolj natančni in bogati z informacijami,
- zmanjša obratovalne stroške, s tem ko lahko upravljanje objekta predvidimo že v fazi načrtovanja.

BIM pa lahko poleg zgoraj naštetih načinov izboljša in pripomore tudi k kontroli kvalitete. In sicer lahko iz modela BIM avtomatsko pridobimo podatke o imenu, vrsti, lastnostih, povezavi in ostalimi podatki, ki jih lahko uporabimo pri kontroli načrtovanih elementov in dejansko izvedenih elementov. Poleg tega lahko za posamezne elemente znotraj modela 4D BIM točno določimo čas, kdaj se bo delo zaključilo, kar nam omogoči, da še pred začetkom naslednje faze izvedemo kontrolo kvalitete.

Na spodnji sliki je prikazan plan kontrole kakovosti na modelu BIM.



Slika 2: Izvedba kontrole kakovosti z uporabo modela BIM [11]

2.3.3 Težave in ovire pri uporabi tehnologije BIM

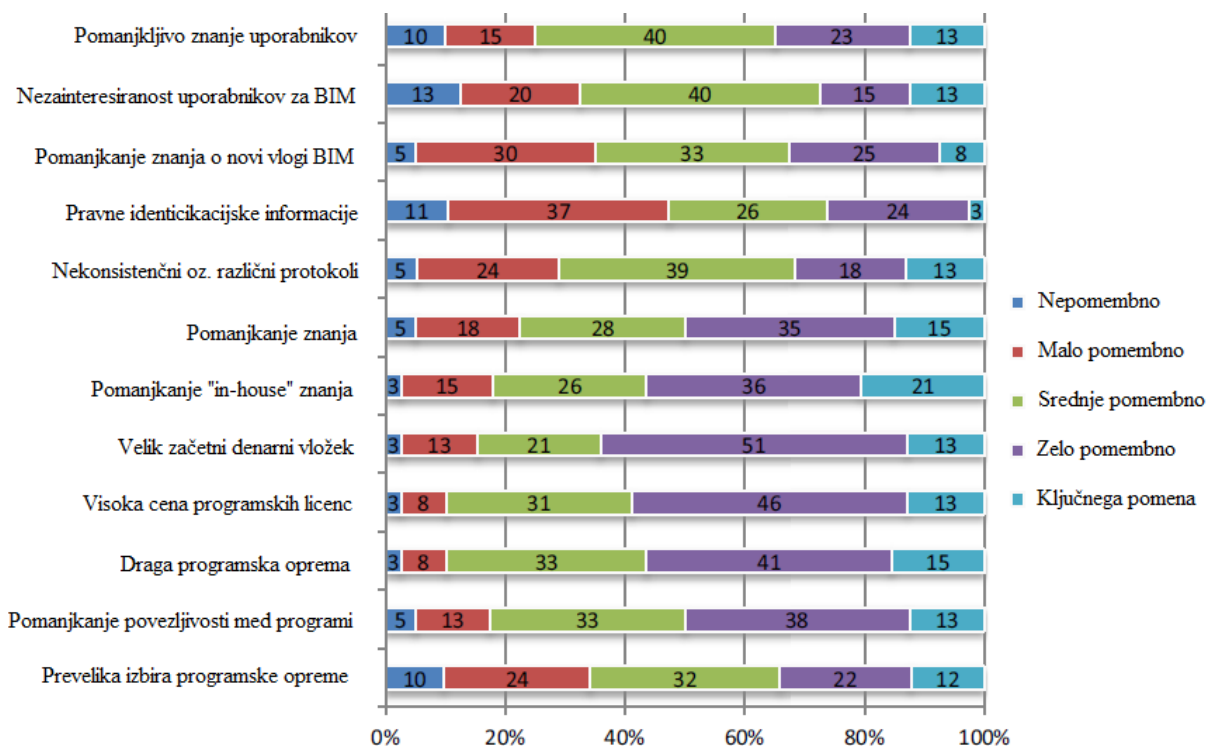
Vsaka nova tehnologija oz. tehnologija, ki še ni v splošni uporabi, ima tudi težave in slabosti pri uporabi v primerjavi z bolj tradicionalnimi metodami dela. Prav takšna tehnologija je tudi tehnologija BIM, ki ima poleg že omenjenih pozitivnih tudi nekaj negativnih lastnosti. Med najbolj pogoste težave in ovire pri uporabi tehnologije BIM spadajo:

- večina udeležencev ima pri načrtovanju oz. izvedbi svoje programske orodje za delo in lahko se zgodi, da programi med seboj niso kompatibilni oz. da se med prenosom podatkov nekaj teh tudi izgubi, kar posledično privede do zmanjšanja kvalitete modela,
- nove tehnologije prinesejo tudi nove strahove, saj se veliko uporabnikov boji večjih napak, ki jih lahko storijo zaradi nepoznavanja, in višjih začetnih investicijskih stroškov,
- predvsem starejši udeleženci imajo v načrtovanju objektov težave z učenjem novejših tehnologije, saj jim le-to vzame več časa,
- pomanjkanje informacij o standardih in pravilih, ki jih moramo spoštovati znotraj države. [12]

2.3.4 Pregled orodij za izdelavo modelov BIM

BIM je v zadnjih letih doživela razevet, zato se je na tržišču pojavilo veliko število programov, ki omogočajo BIM modeliranje. Na voljo je preko 150 programov, ki podpirajo Industry Foundation Classes (v nadaljevanju: .IFC). .IFC je nevtralen datotečni zapis za shranjevanje BIM modelov. Med najbolj znanimi oz. uporabljenimi proizvajalci programske opreme, ki podpirajo .IFC datotečni zapis, so: Autodesk, Bentley, Dassault Systèmes, Synchro Ltd, Vico, Onuma Systems, Graphisoft, Teckla, Nemetschek itd..

Avtorji F.H. Abanda, C. Vidalakis, A.H. Oti, J.H.M. Tah so opravili raziskavo najpomembnejših faktorjev pri izbiri BIM programske opreme in jo predstavili v članku »A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects«. Rezultati, ki so jih pridobili s pomočjo vprašalnika na eni od delavnic, ki so jih na temo BIM organizirali na Oxford Brookes univerzi, so predstavljeni na sliki 3. [13]



Slika 3: Rezultati vprašalnika [13]

Iz zgornje slike lahko sklepamo, da so najpogostejši faktorji odločanja za uporabo oz. nabavo programske opreme predhodno poznavanje programa, cena in povezljivost med obstoječimi programi. Seveda je pomemben faktor tudi namen, za katerega bomo uporabljali iskan program.

Tudi sam sem se soočil s težavo, kateri program izbrati. Vendar sem zaradi dosegljivosti študentskih verzij programov, zmanjšal možnosti le na proizvajalce programske opreme Graphisoft, Autodesk in Nemetschek. Pri izbiri programa za 3D BIM modeliranje je bil poglobiten razlog izbire že predhodno znanje programa, saj sem s tem dodatno poglobil svoje znanje modeliranja. Pri izbiri programa za preverbo izdelanega modela sem se odločal glede na to, kateri program mi nudi neposredno povezavo s programom za modeliranje in je z njim tudi najbolj povezljiv. Pri izbiri programske opreme za 4D in 5D BIM modeliranje večjih težav nisem imel, saj je programov, ki so na voljo študentom bolj malo. Več o izbranih programih pa v nadaljnjih poglavjih.

V spodnji preglednicah prikazujem pregled možne programske opreme za BIM modeliranje

- **3D BIM programi**

Preglednica 3: Preglednica orodij BIM za 3D modeliranje

Ime programa	Uporaba	Faze pri katerih se uporablja
Autodesk Revit	arhitekturno in gradbeno modeliranje, modeliranje inštalacij, geodezije...	načrtovanje, spremljanje gradnje, uporaba in odstranitev objekta
Graphicsoft Archicad	arhitekturno in gradbeno modeliranje, modeliranje inštalacij, geodezije, virtualne gradnje	načrtovanje, spremljanje gradnje, uporaba in odstranitev objekta
Tekla Structures	načrtovanje gradbene konstrukcije in izračun statike	načrtovanje
SketchUP	3D arhitekturno modeliranje, geodezija,	načrtovanje, planiranje, uporaba objekta
Nemetschek Allplan	3D modeliranje in izris gradbenih konstrukcij (armature, sider itd.)	načrtovanje, spremljanje gradnje, uporaba in odstranitev objekta

- **4D BIM Programi**

Preglednica 4: Preglednica orodij BIM za 4D modeliranje

Ime programa	Uporaba	Faze pri katerih se uporablja
Vico	planiranje, virtualne simulacije gradnje, ocenjevanje stroškov	načrtovanje, spremljanje gradnje,
Navisworks	zaznavanje napak v modelu in planiranje	načrtovanje in planiranje
Synchro PRO	planiranje, virtualne simulacije gradnje	načrtovanje in planiranje
ProjectWise	zaznavanje napak v modelu in planiranje	načrtovanje in planiranje
Visual Simulation - Innovaya	planiranje gradnje in simulacija gradnje	načrtovanje in planiranje
Archicad vmesnik - construction simulation	simulacije gradnje in izdelava terminskega plana	načrtovanje in planiranje

- **5D BIM programi**

Preglednica 5: Preglednica orodij BIM za 5D modeliranje

Ime programa	Uporaba	Faze pri katerih se uporablja
CostX	izmera količin in stroškovna ocena	načrtovanje
Vico	planiranje, virtualne simulacije gradnje, ocenjevanje stroškov	načrtovanje in spremljanje gradnje
Elecosoft Bidcon	izmera količin in stroškovna ocena	načrtovanje
RIB iTwo	planiranje, stroškovna ocena, kontrola gradnje	načrtovanje in spremljanje gradnje
PriMus-To	planiranje, stroškovna ocena,	načrtovanje
AutoDeskQTO	planiranje, stroškovna ocena, kontrola gradnje	načrtovanje

3 PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE (TPH)

3.1 Opis projekta

Parcela objekta se nahaja v mestu Idrija, ki leži na severnoprimeškem območju Slovenije. V preteklosti je bilo mesto znano predvsem po pridobivanju živega srebra. Prav živo srebro oziroma njegova predelava in odpadki ob topljenju cinobaritne rude so v zadnjem času pereč problem občine Idrija, saj je na veliko deponijah po okolici zraslo več stanovanjskih objektov in izobraževalnih ustanov. Odpadki oziroma žlindra, ki se je deponirala na takrat predvidenih deponijah, so nevarni tudi za zdravje [14].

Tudi območje, na katerem bo stal nov nakupovalni kompleks s parkirno hišo, je prekrito z nekaj metrov debelo plastjo starih rudniških izkopenin. Območje gradnje ni zaznamovano le z nasipi iz rudnika, temveč tudi s prelomi, ki potekajo preko parcele. Prav čez predvideno TPH poteka več prelomov in hkrati tudi najbolj znani, Idrijski prelom. Parcela, na kateri bo stala nova stavba, se razprostira preko dveh različnih višin. In sicer na zgornji plato – Barbara (pod vznožjem hriba Smukovše) ter spodnje parkirišče ob Lapajnetovi ulici.



Slika 4: Območje izgradnje nove stavbe. Desno Lapajnetova ulica. Zgoraj pobočje hriba Smukovše. [15].

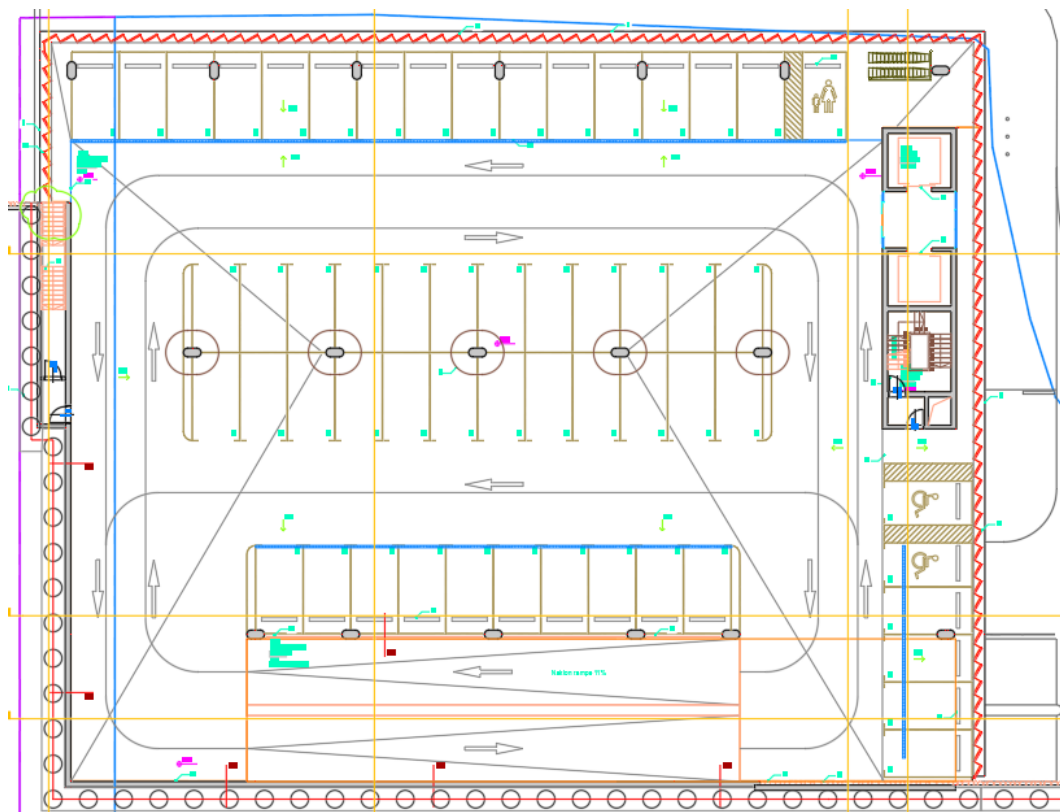
najvišjo in najnižjo točko objekta. Dovoz z Lapajnetove ulice je mogoč vse do 3. etaže. Do 4. oz. strešne etaže je mogoče priti samo preko dovoza s platoja Barbara. Na zahodni strani stavbe objekt zajema tudi požarno stopnišče, ki v primeru požara lahko nudi evakuacijsko pot iz 1. nadstropja do pritličja in iz 2. nadstropja do strešne etaže, kjer se lahko ljudje nemoteno gibljejo po platoju Barbara. Višji deli objekta so varovani z ograjo. Fasada objekta v 1. in 2. nadstropju je sestavljena iz refleksnokovinskih panelov, ki so vijačeni v stropno in talno konstrukcijo. V pritličju je celotna sprednja fasada zastekljena. V pritličju sta 2 manjša vetrolova, ki ločujeta prodajni prostor od vhoda in vertikalnih komunikacijskih elementov. Avtorji arhitekture so Miha Furlan, u.d.i.a., Jurij Sadar, u.d.i.a., Boštjan Vuga, u.d.i.a., Grega Mervič, u.d.i.a. in Vita Kopal, m.i.a..

Nosilna konstrukcija je sestavljena iz strešne in etažnih armiranobetonskih prednapetih monolitnih plošč in klasično izvedenih armiranobetonskih sten ter stebrov. Glavne nosilne stene so debeline 30 cm, stebri pa so debeline 50/100 cm z zaokroženimi krajšimi stopnicami. Etažne in strešne plošče so debeline 28 cm. Temeljenje objekta je izvedeno deloma z linijskimi temelji kot plitvo temeljenje, deloma pa z uvrtnimi piloti premera 100 cm. Obrabne asfaltne plasti plošč so debeline 6 cm.

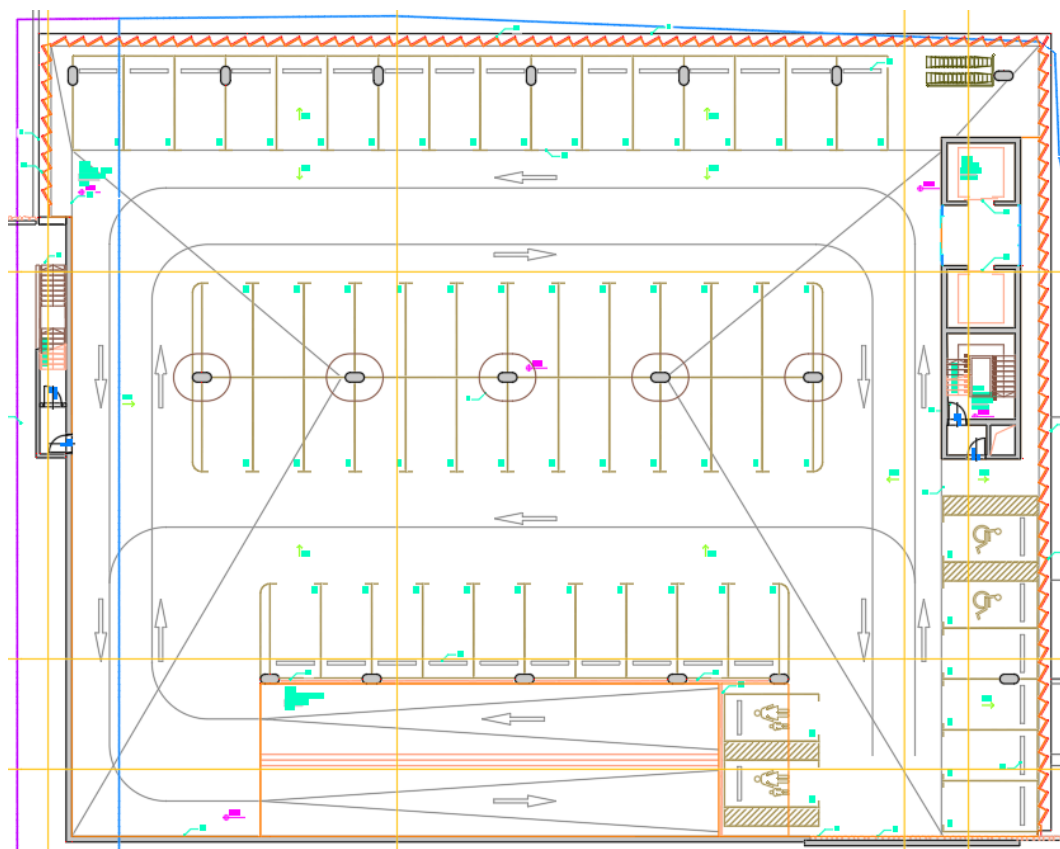
Na spodnjih shemah je predstavljen objekt nove trgovsko-parkirne hiše v Idriji.



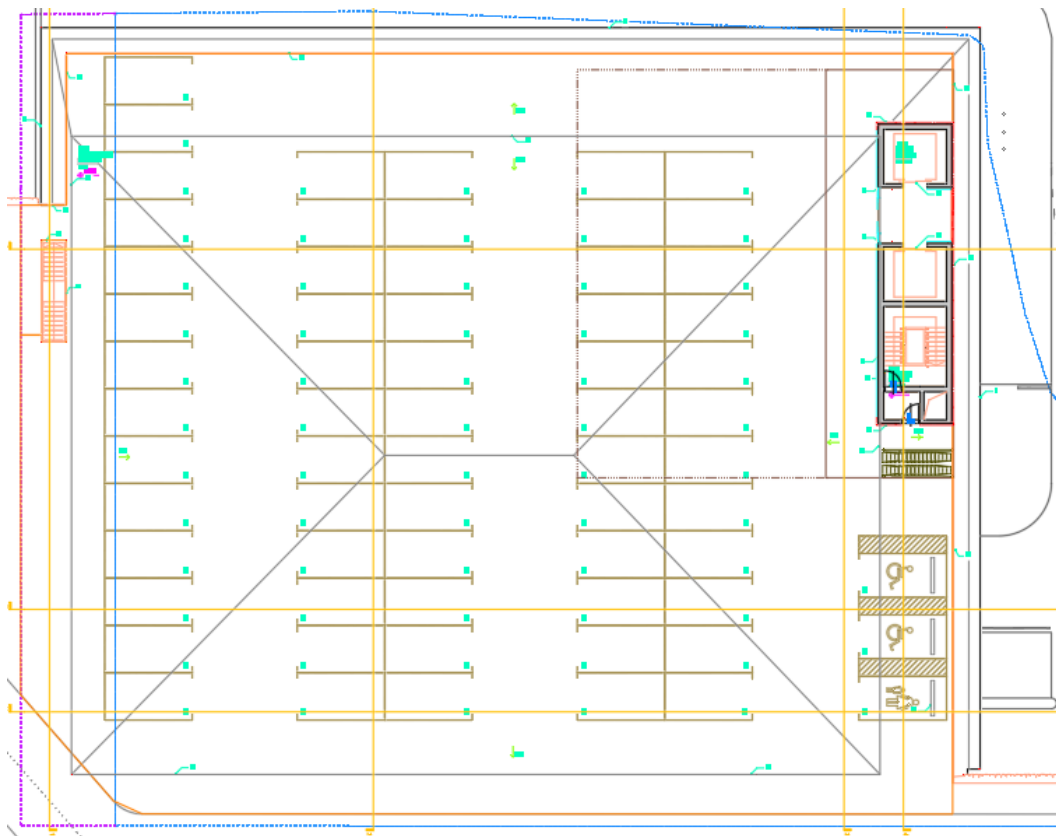
Slika 6: Shema pritličja



Slika 7: Shema 1. nadstropja



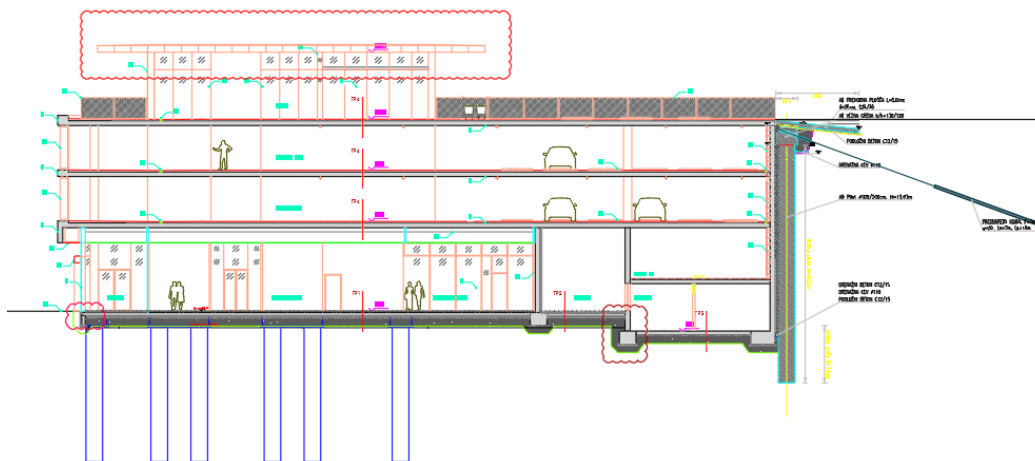
Slika 8: Shema 2. nadstropja



Slika 9: Shema strešne etaže



Slika 10: Shema prereza C-C



Slika 11: Shema prereza 3-3

3.4 Gradbena jama in konstrukcija

Izvedba varovanja gradbene jame bo potekala v 4 fazah. V prvi fazi se izvede 54 uvrtnih armiranobetonskih pilotov premera 100 cm. Medosna razdalja je 2 m. Izkopana vrtna se zaščiti z jekleno zaščitno srajčko, v katero se nato vstavi armaturni koš z distančniki. Sledi betoniranje z ustrezno kvaliteto betona, odpornega na predvidene zunanje vplive. Še v isti fazi se izvede armiranobetonska greda dimenzij 120/130 cm. V drugi fazi varovanja gradbene jame sledi betoniranje predhodne plošče na pripravljeno utrjeno podlago (podložni beton debeline 10 cm in tampon). Prehodna plošča je debeline 25 cm in se linijsko naslanja na vezno gredo pilotne stene. Sledi tretja faza, v kateri se vgradijo trajna oz. začasna geotehnična sidra v armiranobetonsko gredo pod elevacijskim kotom 20° navzdol. Sidra so predvidena na medosni razdalji 2 m in se lahko izvedejo šele 14 dni po betoniranju vezne grede. Sledi zadnja, 4. faza varovanja gradbene jame, kjer se izvedejo izkop in polnilne stene med piloti. Globina izkopnega koraka je lahko do 2 m. Ocenjena količina izkopanega materiala za pilotno steno in platoja za izvedbo temeljev objekta znaša preko približno 18.000 m³. Ves izkopan material mora biti ustrezno deponiran na uradni deponiji ali pa predelan za ponovno uporabo (v kolikor je material neoporečen).

3.5 Predvidena raba BIM in izbira orodij

V nadaljevanju bom predstavil programe, ki sem jih uporabil pri izdelavi magistrske naloge. Za potrebe modeliranja, priprave grobih popisov in izdelava načrtov sem uporabil ArchiCAD. V kolikor sem hotel dodati 4. dimenzijo (čas) k modelu, sem moral uporabiti drug, temu namenjen program. Izbral sem Synchro, v katerem sem izdelal terminski plan in simulacijo gradnje. Za izdelavo finančnega plana oziroma 5D modela sem potreboval bolj natančne popise, kot sem jih pridobil iz programa ArchiCAD, zato sem segel po programu CostX. Vse uporabljene programe bolj podrobno predstavljam v nadaljevanju.

ArchiCAD

Program ArchiCAD je BIM program, ki ga razvija podjetje Graphisoft že od leta 1982. Prva komercialno dostopna verzija je izšla 1987. Letos program ArchiCAD praznuje 30-letnico svoje prve verzije. Program je bil priznan za enega prvih programov, ki lahko poleg 2D ustvari tudi 3D geometrijo. Sam program omogoča tako 2D kot tudi 3D BIM modeliranje, arhitekturno renderiranje, izdelavo vizualizacije, urejanje in izdelavo dokumentov ter medprogramsko sodelovanje. Njegove glavne lastnosti so:

- Delo s parametričnimi objekti

Program za risanje ne uporablja več črt, ampak konkretne elemente (angl. Parametric objects) – stene, plošče, stebre itd. Čeprav program omogoča risanje v 2D pogledu, se v ozadju programa ves čas izvaja tudi 3D generacija modela, ki ga lahko v vsakem trenutku pogledamo v tridimenzionalnem prostoru. Prav tako se vsi prerezi in izračuni količin posodablajo, ko modelu dodajamo elemente.

- Sodelovanje in oddaljen dostop

Program omogoča, da več ljudi obdeluje isti projekt istočasno, kar jim je uspelo zagotoviti z vzpostavitvijo programa BIM Server. Poleg tega lahko do datotek, ki so shranjene znotraj BIM Server programa, dostopamo tudi z računalnikom, ki ni neposredno povezan v mrežo.

- »Application Programming Interface« in kodiranje

Da bi program približali čim širši množici, so razvijalcem dodatkov omogočili, da za ArchiCAD ustvarijo dodatke, preko katerih bo izboljšal svojo paleto uporabnih funkcij. Tako so preko »Application Programming Interface« (v nadaljevanju API) povezav omogočili transport modela iz ArchiCAD-a v druge programe. Dodatek, ki sem ga uporabljal tudi sam, se imenuje BIMObject. Dodatek omogoča uvoz že dimenzioniranih »Geometric Description Language« (v nadaljevanju GDL) predmetov, ki so jih ustvarili proizvajalci oz. drugi uporabniki.

- Izmenjava podatkov

ArchiCAD omogoča izvažanje in uvažanje izdelanega projekta v datotekah .DWG, .DXF, .IFC in .BCF ter drugih datotekah. 3D model pa lahko izvozimo tudi kot ustrezen 2D načrt v zapisu BIMx, ki ga podpira večina sodobnih naprav [17].

Synchro Software Ltd.

Program Synchro software je namenjen izvajalcem, podizvajalcem, dobaviteljem, svetovalcem, lastnikom in ostalim, ki so vpleteni v gradnjo stavb, infrastrukture, cest, mostov in drugih objektov. Program Synchro je program, s katerim lahko načrtujemo, preverjamo in izboljšujemo potek gradnje. Ker program povezuje 3D vire (angl. Resources) – ljudi, material, opremo in prostor – s časom aktivnosti, se spremembe, ki jih napravimo, samodejno in hitro izvedejo. Zato lahko v njem preizkušamo različne scenarije, ki nas pripeljejo do zelenega rezultata. Program podpira in odpira standardne vrste

datotek, kot so: .IFC, Primavera6, Microsoft Project XML in druge 3D modele. Poleg izdelave terminskega plana program omogoča tudi izdelavo animacije gradnje in finančnega plana, ki je vezan na posamezne elemente. Več o tem pa v nadaljevanju [18].

CostX

CostX je samostojen program, ki je namenjen 2D in 3D digitalnim izmeram v načrtih oz. modelih. Program omogoča uvoz tako 2D datotek (načrtov, risb, slik) kot tudi celotnih modelov 3D BIM v datotečnem zapisu .IFC. Glavna značilnost in prednost programa je, da z izdelavo meritev na modelih, v kolikor popravimo geometrijo objekta, program avtomatsko popravi tudi izmerjene količine. S tem dosežemo tako imenovano živo povezavo. Količine, ki jih izmerimo v programu, lahko preko delovnih zvezkov (angl. Workbook) uredimo in izvozimo v Microsoft Excel datoteko. Na ta način prihranimo čas pri dodatnem urejanju v ostalih programih ter računanju količin »peš«. Več o sami rabi programa pa v nadaljevanju.

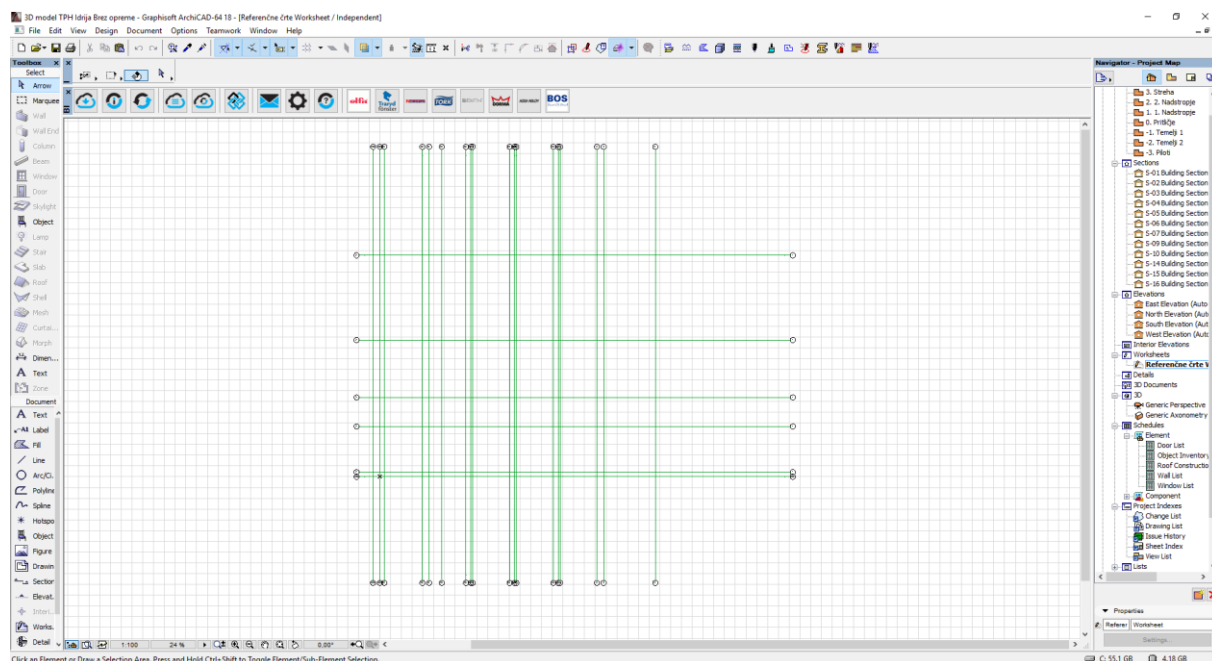
4 MODELIRANJE OBJEKTA

V nadaljevanju naloge bom predstavil potek načrtovanja in odločitve, ki sem jih sprejemal pri modeliranju stavbe do zelene stopnje – LOD 300. Najprej bom predstavil načrtovanje stavbe v programu ArchiCAD, v katerem sem izdelal model 3D BIM. Model sem nato obdeloval v programih Synchro in CostX, ki omogočata izdelavo terminskega in finančnega plana.

4.1 Priprava delovnega okolja

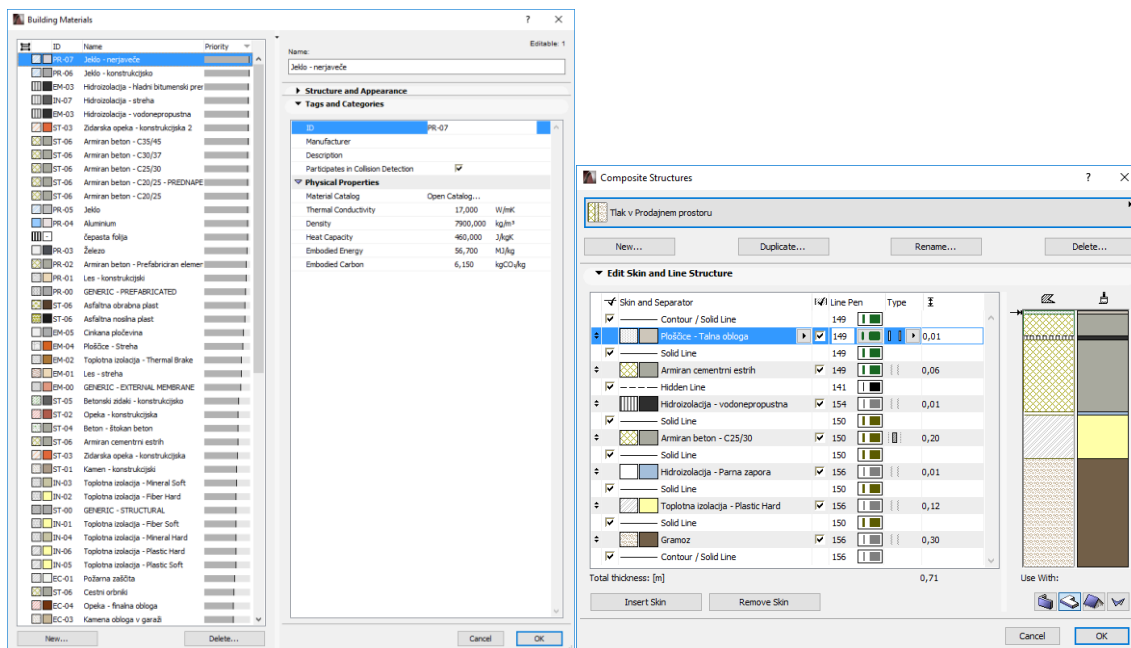
Modeliranja objekta sem se lotil tako, da sem najprej dobro preučil načrte in sheme, ki sem jih pridobil od projektantov. Prvi koraki znotraj programa so bili predvsem usmerjeni v to, da si uredim oz. pripravim program za modeliranje. Zato sem najprej poskrbel, da so delovne enote, št. nadstropij, lokacija objekta in višina prilagojeni modeliranemu objektu.

Sheme in načrti niso vsebovali osnovnih osi, zato sem jih določil sam. Poskušal sem kar se da smiselno izdelati osnovno mrežo objekta s pomočjo ukaza »Grid Element«. Osnovne črte oziroma osnovna mreža so mi bile v nadaljevanju v veliko pomoč, saj sem po osnovni mreži lahko hitro in natančno modeliral posamezne elemente modela.



Slika 12: Izdelava osnovne mreže modela

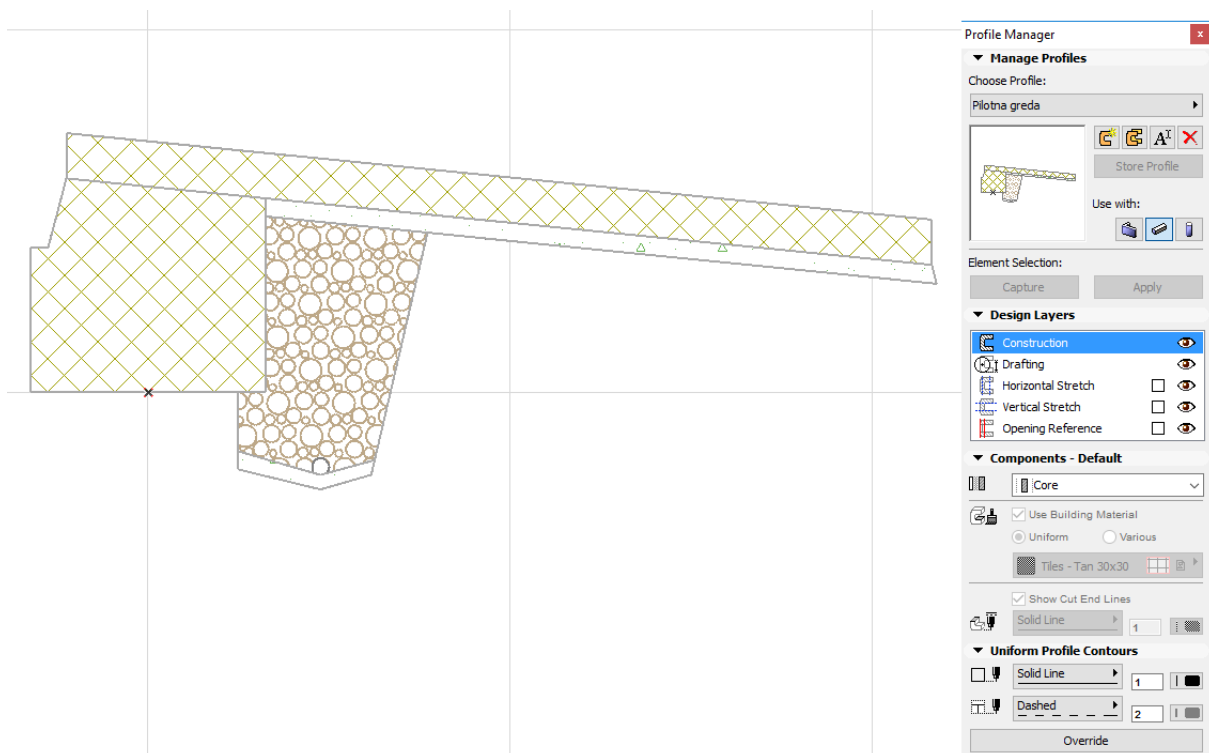
Predem sem se lotil risanja elementov, sem iz shem in podatkov, ki so mi bili dostopni, izdelal in dopolnil knjižnico z materiali, ki sem jih v naslednjem koraku uporabil pri sestavi konstrukcijskih sklopov. Zelo pomemben korak je definiranje prioritet med posameznimi materiali, kajti z ustrezno določitvijo le-teh poskrbimo, da bo križanje elementov avtomatsko pravilno.



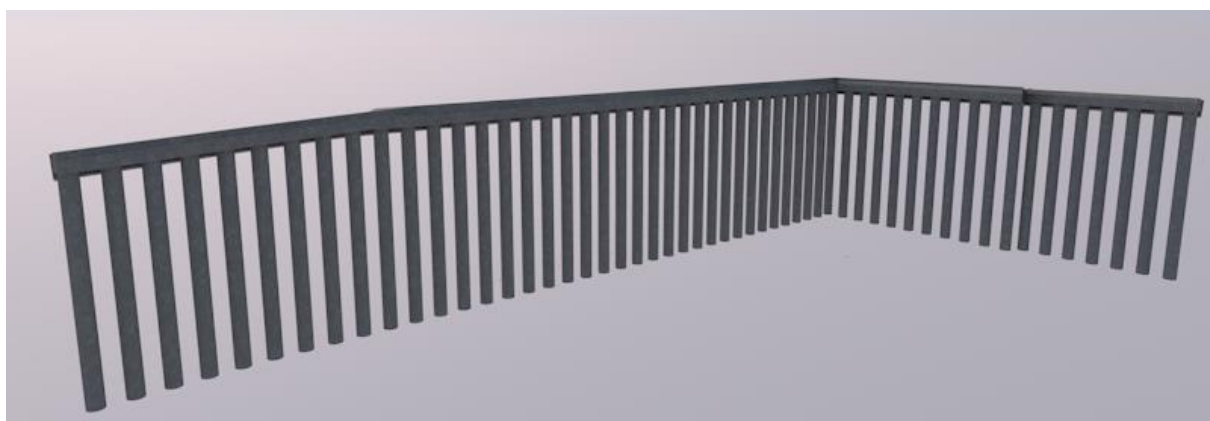
Slika 13: Definiranje materialov (levo) in sestavljanje konstrukcijskih sklopov (desno)

4.2 Modeliranje konstrukcije

Poskušal sem slediti predvidenemu toku dejanske izgradnje objekta, zato sem se načrtovanja nosilnih elementov lotil pri pilotni steni. Piloti so okroglega profila dimenzije 100 cm. Modeliral sem jih kot stebre (angl. Column). Določil sem jim marko beton in zgornji ter spodnji kot, do katerega segajo. Sledili sta greda na vrhu pilotne stene in prehodna plošča. Ker je temeljna greda specifične oblike, sem si pomagal z orodjem Complex profiles. Na spodnji sliki prikazujem izdelavo grede, drenaže in prehodne plošče v orodju Complex profiles. Gredo sem uporabil na vrhu pilotne stene, kot prikazujem na sliki 14.



Slika 14: Izdelava grede nad pilotno steno, skupaj z drenažo in prehodno ploščo (ArchiCAD)

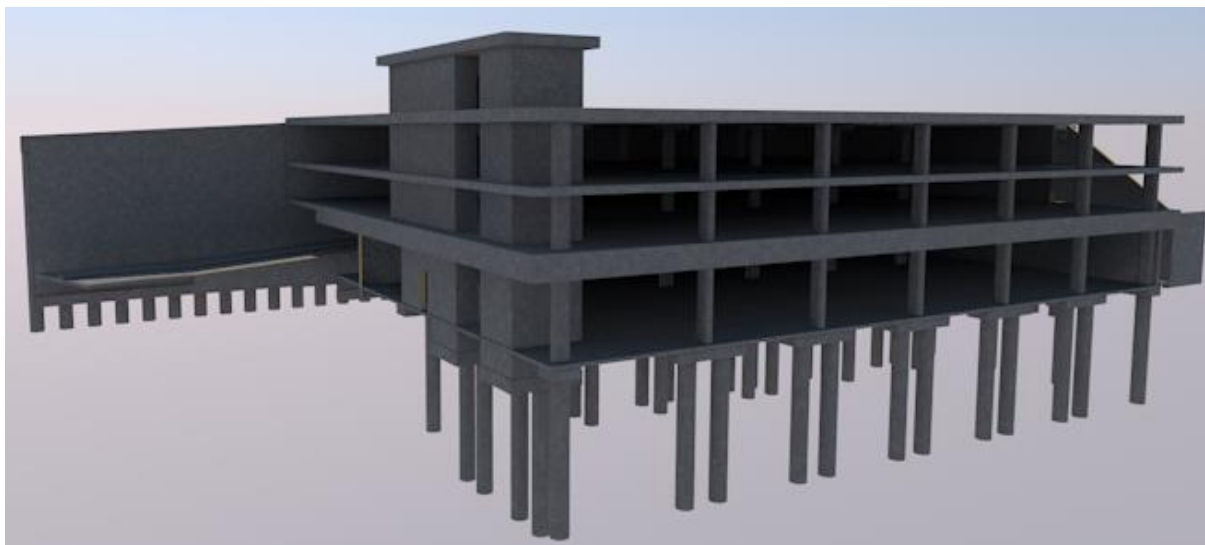


Slika 15: Pogled na pilotno steno v programu ArchiCAD

Modeliranje objekta sem nato nadaljeval z načrtovanjem temeljev, tako plitkih kot globokih. Za plitko temeljenje sem uporabil ukaz »Slab« (slo. plošča), saj sem s tem ukazom lažje definiral sloje pod armiranobetonsko nosilno konstrukcijo. Pri globokem temeljenju je spet šlo za uvrtnane pilote, ki sem jih modeliral kot stebre s specifičnimi lastnostmi. Po definiranju temeljenja sem izrisal pritlično ploščo in definiral prostore s pripadajočimi stenami.

Stavba je kompleksna, zato ima tudi veliko število različnih konstrukcijskih sklopov. Pri načrtovanju sem uporabil skoraj 20 različnih konstrukcijskih sklopov, ki sestavljajo stene, zunanje zidove, streho in medetažne konstrukcije. Vse armiranobetonske stene znotraj stavbe so debeline 30 cm. Nekaj sten je

opečnatih, te pa se smatrajo kot predelne stene. Medetažne plošče so AB, debeline 28 cm, ki so po projektu tudi prednapete.

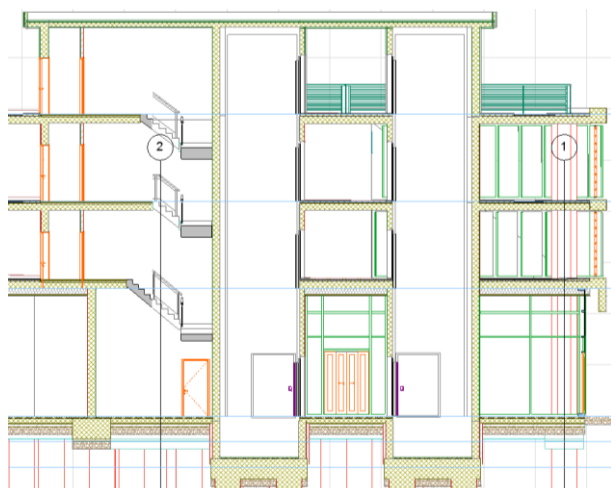


Slika 16: Prikaz nosilnih elementov (ArchiCAD)

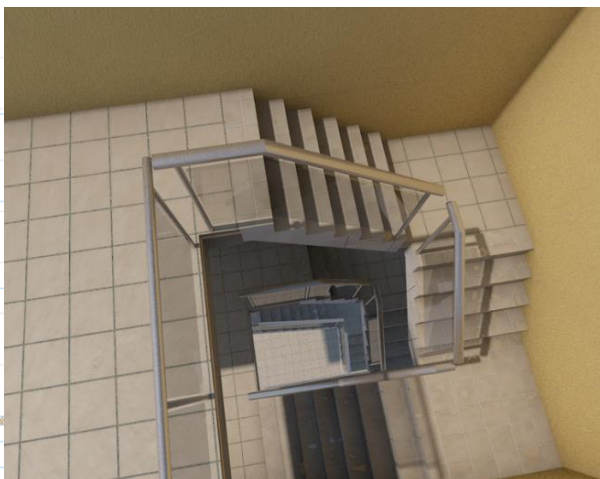
Obe medetažni plošči in strešno ploščo sem definiral v dveh korakih. In sicer sem v prvem koraku izrisal samo armiranobetonsko konstrukcijo in sloje, ki so na spodnji strani plošče. Nato pa sem v drugem koraku dodal še sloj asfalta. Ker je plošča zaradi odtekanja vode v minimalnem naklonu, sem definiral sloja kot 6 cm obrabne plasti asfalta. Pri čemer se je plast asfalta spreminjala glede na potrebno višino. Ker so se plasti prekrivale, sem uporabil ukaz »Solid Element Operations«, s katerim sem lahko odrezal odvečni del konstrukcijskega sklopa.

4.3 Vertikalne komunikacije

Stavba ima eno glavno stopnišče, ki povezuje prodajni prostor z ostalimi etažami. Prav tako ima stavba na zahodni strani dve požarni stopnišči, ki vodita iz 2. in 3. etaže na evakuacijsko površino. Vse stopnice sem modeliral s funkcijo »Stair«, ki je integrirana znotraj programa ArchiCAD. Funkciji definiramo želene parametre (višino stopnice, širino pohodne ploskve, material, ograjo itd.), nato pa program sam generira 3D stopnice, ki jih prikaže tudi v 2D pogledu. Paziti je bilo treba, da se upošteva višina tlakov na medetažnih ploščah. Drugi način, na katerega lahko uporabniki stavbe potujejo med etažami, sta dvigali na severovzhodnem delu stavbe. Vključno s pritličjem ima dvigalo 4 postaje in je hidravlično.

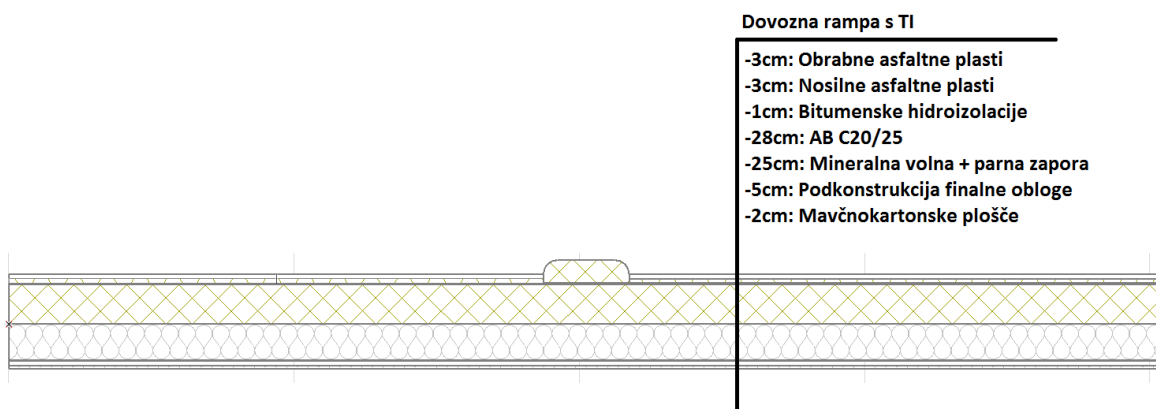


Slika 18: Prerez stopnišča in dvigalnih jaškov



Slika 17: Glavno notranje stopnišče v objektu TPH

Najpomembnejša vertikalna komunikacija v objektu je dovozna rampa, preko katere avtomobili dostopajo do parkirišča v 1. in 2. nadstropju. Armiranobetonsko dovozno rampo sem pripravil z orodjem za načrtovanje kompleksnih profilov. Za izris sem uporabil element nosilec (angl. Beam), kateremu lahko spreminjamo naklon. Armiranobetonska rampa ima sestavo, kot jo prikazuje slika spodaj. Del dovozne rampe, ki meji na prostore, ki so ogrevani, ima toplotno izolacijo.



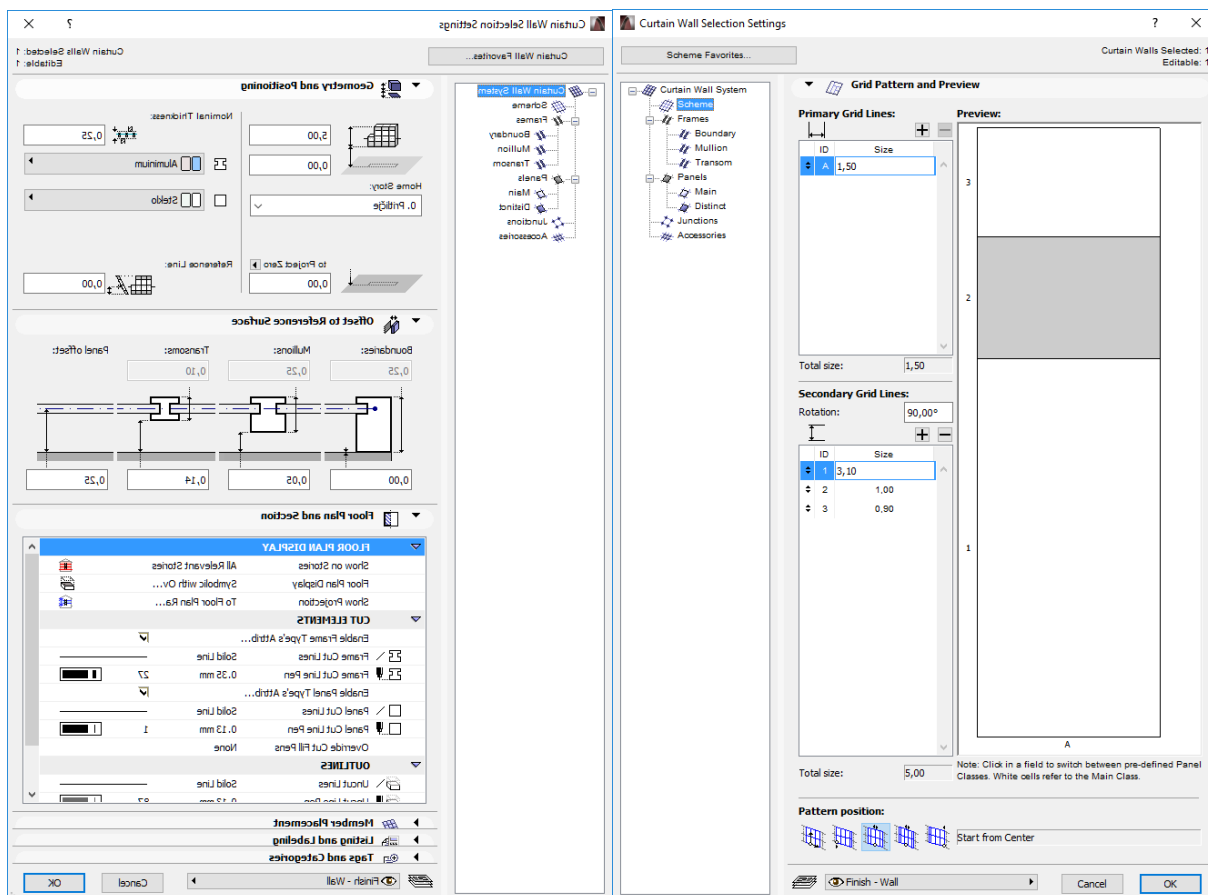
Slika 19: Sestava armiranobetonske dovozne rampe s TI (ArchiCAD)

4.4 Stavbno pohištvo in ostali elementi

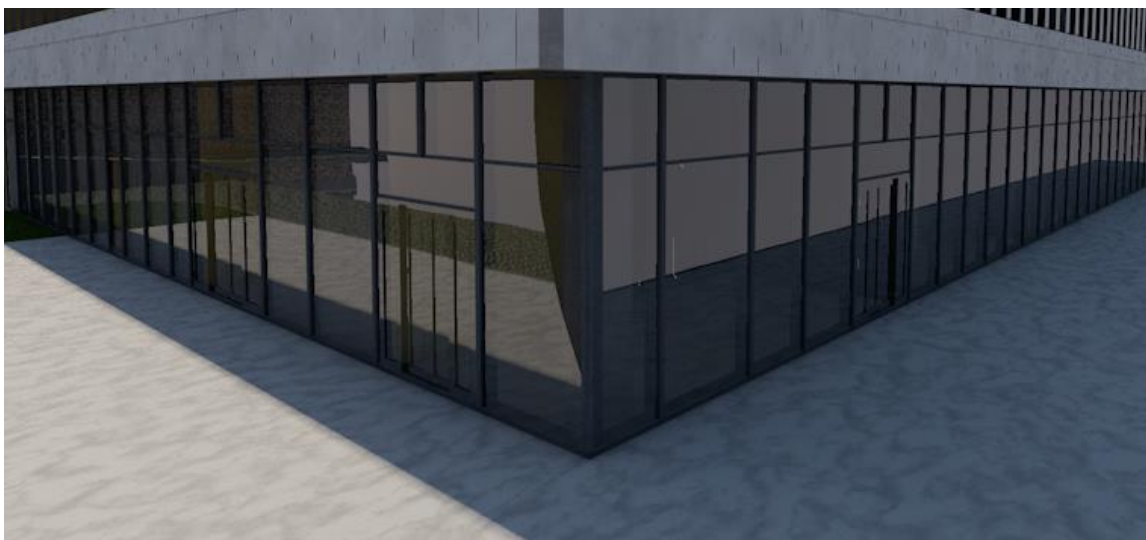
Po zgoraj opisanih postopkih sem prišel do trenutka, ko sem v stavbo moral vpeljati tudi stavbno pohištvo. Ker je stavba namenjena trgovskim dejavnostim, ima poleg klasičnih enokrilih vrat tudi tri hitro tekoča oz. rolo vrata ter več drsnih vrat za dostop v hladilnice. Največje stavbno pohištvo je steklena fasada v pritličju. Ta se razprostira po celotni severni in deloma tudi vzhodni strani stavbe. Modeliral sem jo s funkcijo »Curtain Wall Tool«. To orodje znotraj ArchiCAD-a ponuja veliko možnosti pri zasnovi fasade. Fasado lahko razdelimo na poljubno število gradnikov, ki jim po želji

dodelimo lastnosti. V njem lahko skonstruiramo tudi vhodna vrata, senčila in druge odprtine, v kolikor so le-te potrebne.

Za material okvirja sem privzel aluminij. Panel sem po višini razdelil na 3 različne pravokotnike, pri čemer sta spodnja dva zastekljena. Zgornji panel pa ima toplotnoizolacijsko polnilo z aluminijasto finalno obdelavo. Dodatno sem v zastekljeno fasado vključil tri drsna vhodna vrata in dvoje evakuacijskih, lociranih na skrajnih točkah fasade oz. objekta.



Slika 20: Nastavitve za stekleno fasado v pritičju

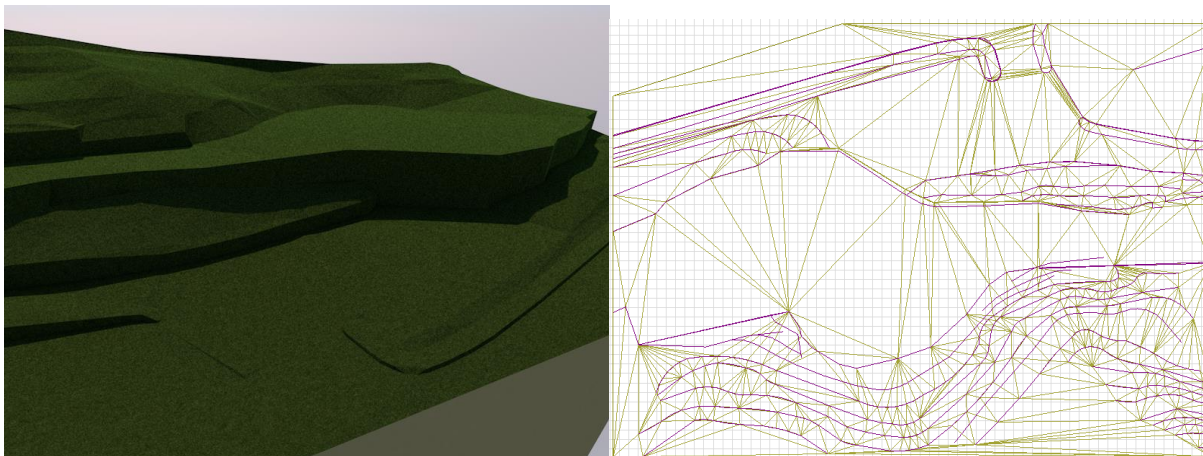


Slika 21: Pogled na zastekljeno fasado v programu ArchiCAD

Podobno, kot sem določil fasado v pritličju, sem jo določil tudi v 1. in 2. nadstropju. Ker je fasada v teh nadstropjih sestavljena iz posameznih kovinskih panelov, pritrjenih v stropno in talno konstrukcijo, sem si zopet pomagal kar z orodjem »Curtain Wall Tool«. V njem sem določil, kakšen je okvir, kakšna je sredica in kakšna je finalna obdelava panela. Tu bi lahko postopal tudi drugače, in sicer z uvozom že sestavljenega panela s spleta preko spletnih knjižnic elementov (npr. BIMObject).

4.5 Modeliranje terena

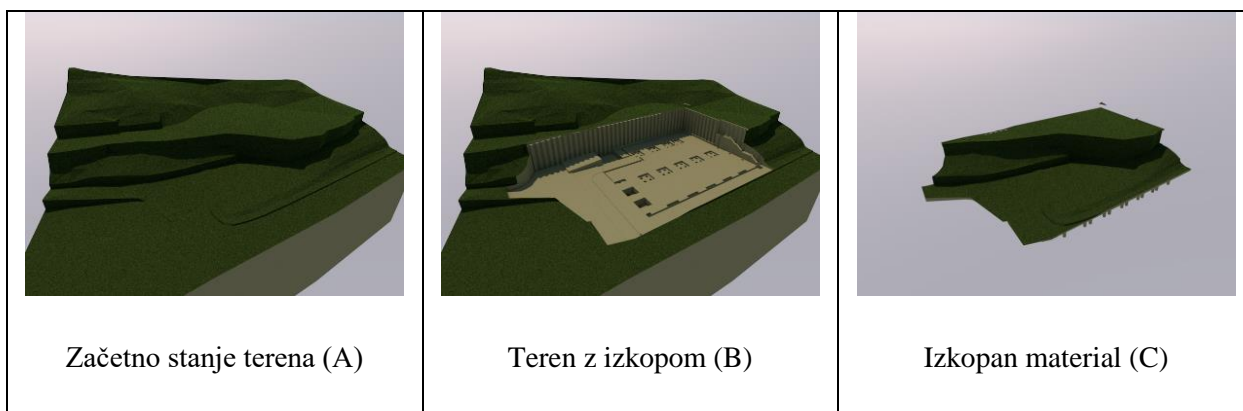
Program ArchiCAD omogoča tudi modeliranje terena. Z ukazom »Mesh« lahko izdelamo poljubno obliko terena, mu določamo lastnosti, globino in izgled. Sam sem se pri modeliranju terena poskušal držati geodetskega načrta, ki sem ga pridobil od geodetskega podjetja. Za začetek sem si izrisal nekaj opornih točk in krivulj, ki sem jih kasneje z ukazom »Magic Wand« prenesel na mrežo terena. Vsem tako pridobljenim točkam sem nato določil višino, ki sem jo odčital z geodetskega načrta. Tako sem generiral teren, ki je prikazan na spodnji sliki (levo), desno pa je slika 2D pogleda na poligone terena.



Slika 22: Model v programu ArchiCAD (levo), 2D pogled na teren v programu ArchiCAD (desno)

Ker program ArchiCAD ne omogoča izračuna izkopa, sem si pomagal tako, da sem od izrisane celote terena odrezal del, ki bo izkopen zaradi izvedbe stavbe, nato pa sem odrezani del dobil tako, da sem celotni del terena, ki mu sedaj manjka izkop za stavbo, prekril z novim terenom (začetno stanje terena) in ga odrezal od terena z izkopom. Tako sem dobil dve telesi terena, ki mi bosta sedaj v pomoč pri izračunu količine izkopa, ki bo potrebna za izvedbo stavbe. Postopek je prikazan v preglednici 4.

Preglednica 6: Prikaz pridobivanja podatkov o izkopu v programu ArchiCAD



Izkop sem dobil po enačbi: $A = B + C \rightarrow C = A - B$.

Izračun sem izvedel kar v programu. Za odčitek količine iz programa sem poiskal količino materiala, ki ga predstavlja izkopen material (C). Program omogoča enostavno določanje količin elementov pod zavihkom »Schedule«. V programu določiš, kateri elementi in njihove lastnosti te zanimajo, tako da pripraviš ustrezen filter, po katerem ti pripravi rezultate. Tako sem za izkop dobil vrednost 18.890,37 m³ materiala. Za ureditev dovoza in nasutje na zgornji strani objekta pa bo potrebnega 243,32 m³ + 1718,63 m³ dodatnega materiala. V kolikor je material izkopa ustrezen za nasutje in ureditev dovoza, se zmanjša količina materiala, ki ga bo treba odpeljati na stalno deponijo. V kolikor material ni ustrezne kakovosti oz. lahko predstavlja nevarnost človeku, bo treba priskrbeti nov material.

Preglednica 7: Količine potrebnega materiala

Teren	
ID	Volume
Dovoz	243,32
IZKOP	18.890,37
Nasutje	1.718,63
Zacetno stanje	445.448,51

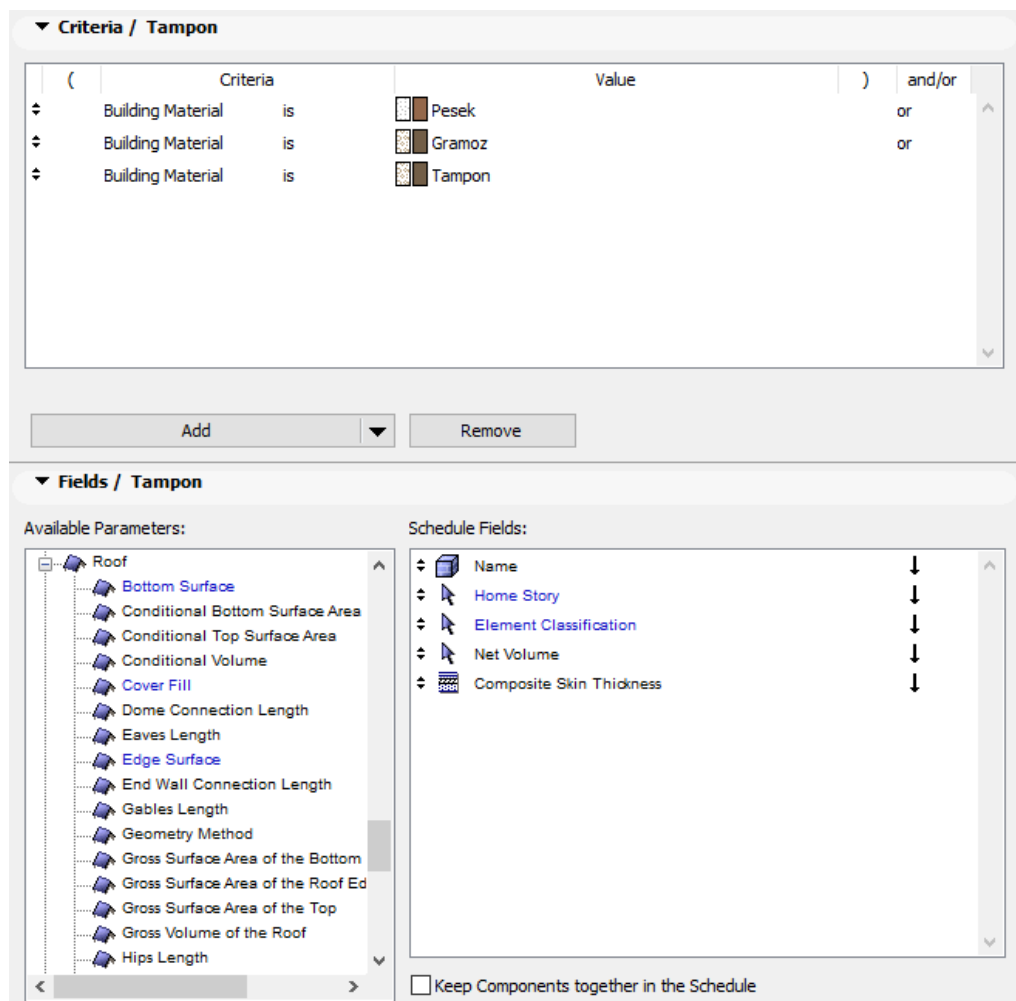
5 DOKUMENTACIJA, ANALIZE IN SIMULACIJE

5.1 Načrti na osnovi modela

Na podlagi izdelanega modela v programu ArchiCAD, sem izdelal tudi načrte. Načrte sem ustrezno kotiral in nanje vnesel ustrezne podatke. Prednost programa je, da v kolikor bi spreminjal geometrijo objekta, bi se le ta avtomatsko posodobila na načrtih. Načrte sem priložil v prilogo A.

5.2 Popisi na osnovi modela

ArchiCAD je kompleksen program, ki uporabnikom omogoča neomejene možnosti analiziranja in načrtovanja. Tako je v njem mogoče izdelati tudi popise oziroma predračune. Pod zavihkom »Schedules« v strukturi projekta (na desni strani programskega okna) je iz modela s pomočjo filtriranja mogoče dobiti vse pomembnejše podatke za izdelavo popisa. Tako sem tudi sam s filtrom po materialu iz modela dobil količine, ki sem jih nato lahko opremil s tekstovnim delom in izvozil v MS Excel. Na spodnjih slikah tako prikazujem filter za tampon, ki se nahaja v konstrukcijskih sklopih v modelu. Za lažje sledenje in izdelavo popisov sem materialu v opisu dodal tudi lokacijo, element, v katerega bo vgrajen, volumen in debelino.



Slika 23: Izbrani kriteriji za razvrstitev materialov in filter, uporabljen v programu ArchiCAD

Preglednica 8: Podatki iz ArchiCAD-a za tamponski material

Tampon				
Ime materiala	Lokacija	Element	Volumen	Debelina
Gramoz				
	Temelji 2	Slab	128,72	0,30
	Temelji 1	Slab	298,25	0,30
	Pritičje	Slab	1.151,71	0,30
	1. Nadstropje	Slab	4,78	0,30
	Streha	Beam	88,55	—
	Streha	Wall	307,00	—
Pesek				
	Streha	Slab	101,84	0,30
Tampon				
	Pritičje	Slab	192,15	0,30

S tako pripravljenimi izvlečki materialov za aluminijasto fasado, armiran beton, asfalt, betonske robnike, cementne estrihe, pilotno steno in gredo, hidroizolacijo, kamen, keramiko, omet, slikopleskarijo, suhomontažne elemente, tampone, toplotno izolacijo in zidane zidove sem nato sestavil popise v programu MS Excel. Poleg naštetih materialov in del sem na podoben način dobil tudi podatke o stavbnem pohištvu, ograjah in dvigalih, skupaj z njihovimi skicami.

V spodnji preglednici je tako predstavljen krajši odlomek iz sestavljenega popisa.

Preglednica 9: Prikaz sestavljenega popisa, ki vsebuje količine iz ArchiCAD-a in podrobnejše opise postavk

Opis	enota	količina	cena/enoto [€]	vrednost [€]
II. ZEMELJSKA DELA				
Ponudba za izvedbo mora vsebovati vse stroške za kompletno izdelavo pozicije, tudi če le-ti v popisu niso eksplicitno navedeni.				
1	Široki izkop zrnate kamnine – 3.kategorije – strojno z nakladanjem (izkop gradbene jame)	m3	17.256	
2	Široki izkop mehke kamnine – 4.kategorije – pretežno s pnevmatskim izkopom z nakladanjem (podatek iz geološkega poročila)	m3	1.493	
3	Prevoz izkopenega materiala na začasno deponijo		1.719	
4	Prevoz izkopenega materiala na razdaljo do 15 km (prevoz, deponiranje, odškodnina, takse), upoštevane tudi količine vrtnanja AB-pilotov, betonske konstrukcije in voziščna konstrukcija na platoju Barbara	m3	17.030	
5	Vgradnja izkopenega materiala iz začasne deponije	m3	1.719	
ZEMELJSKA DELA SKUPAJ				

Izdelane popise sem priložil v prilogi B.

5.3 Analiza modela s programom Solibri

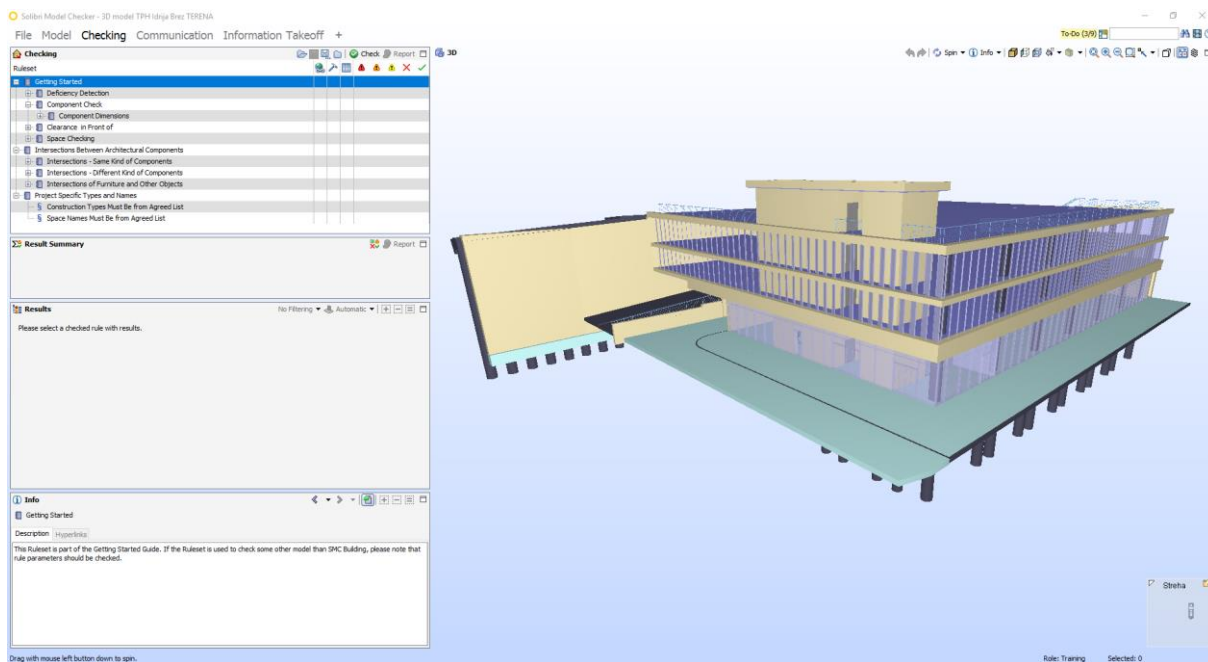
Vsi delamo napake, tudi najbolj izkušeni in natančni inženirji, zato je potrebna kontrola modela. Programi, ki so namenjeni odkrivanju napak znotraj modela BIM, kažejo napake na treh področjih:

- ocena modela BIM (angl. BIM Validation) – s tem nam pomagajo preverjati geometrične in negeometrične podatke. Na ta način lahko izdelamo natančnejši model,
- zaznavanje prekrivanja (angl. Clash Detection) – program nam prikaže, kje se pojavljajo prekrivanja oziroma trki različnih gradbenih elementov,
- skladnost z zakonodajo (angl. Code Checking) – v tem primeru program preverja skladnost objekta oz. posameznih elementov s področno zakonodajo. [19]

V 3D okolju jo lahko izvedemo s programom Solibri Model Checker (v nadaljevanju SMC). Kontrola modela je dobrodošla pred nadaljnjimi izvozi modela v druge programe za kasnejšo obdelavo ali pa v programe za obdelavo, ki jih lahko izvedemo znotraj ArchiCAD okolja (študije osvetljenosti, energetska analiza, risanje inštalacij itd.)

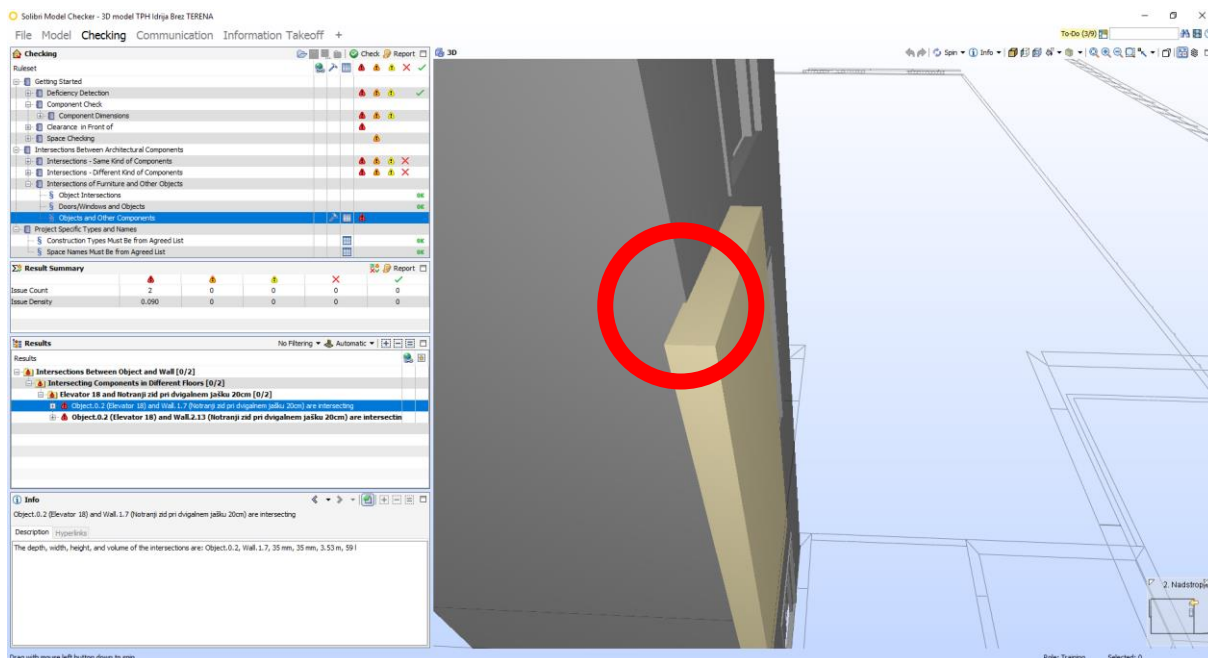
SMC je samostojen program, ki pa ga kot dodatek lahko uporabljamo tudi v programu ArchiCAD. Namestitev programa je enostavna, njegova uporaba pa je zelo dobrodošla. Programu nastavimo pravila, po katerih naj pregleda model. Ta nam v naslednjem koraku izpiše napake, ki smo jih naredili pri načrtovanju modela. Napake prikaže tako v tekstualni obliki kot tudi v 3D prikazu. ArchiCAD in SMC sta neposredno povezana, zato je odpravljanje napak znotraj modela toliko hitrejše in enostavnejše.

Pri pregledu modela sem zaradi ustrezno nastavljenih pravil uporabil kar pravila, ki jih program ponuja za učenje in spoznavanje programa. Odstranil sem le nekaj mojemu modelu neuporabnih.



Slika 24: Uvožen model iz ArchiCAD-a v program SMC

Pod zavihkom »Checking« program SMC po pregledu modela izpiše napake, ki jih ima model. Napake označi s tremi stopnjami: visoka, srednja in nizka. Model, ki sem ga izrisal, ima precej napak, kar lahko vidimo tudi na spodnji sliki. Zato bom model moral popraviti in po tem ponovno zagnati analizo za napake v modelu.



Slika 25: Napaka, ki jo je odkril program SMC

Napake, ki sem jih naredil, so predvsem križanje različnih konstrukcijskih elementov in dotikanje elementov s konstrukcijskimi elementi. Prav takšno napako prikazujem na zgornji sliki, kjer je kabina

dvigala potisnjena v steno. Napake sicer ne bi odkril, zato je takšen program, kot je SMC, dobrodošel in nepogrešljiv pri 3D BIM modeliranju. Prav lahko bi se zgodilo, da bi napako odkrili šele v fazi vgrajevanja dvigala, kar bi lahko predstavljalo dodatne stroške in zamudo pri končanju objekta.

Ko model po iskanju napak s programom Solibri Model Checker nima več napak, lahko program izvozim v .IFC obliko zapisa 3D BIM modela. Nato lahko tako datoteko odpremo v drugih programih za izdelavo terminskega in finančnega plana. Več o tem pa v nadaljevanju.

5.4 4D model

Model 4D BIM je model 3D BIM, ki ima dodano dodatno dimenzijo, in sicer časovno. Z dodatkom časa v modelu 3D BIM dobimo orodje, s katerim lahko izvajalec natančno predvideva in izvaja gradnjo fizičnega objekta. 4D simulacije primarno služijo za zgodnje odkrivanje napak pri izvajanju in izboljšanju sodelovanja med izvajalci in podizvajalci. Glavne pozitivne lastnosti izvedbe 4D simulacij so:

- izdelovalci terminskega plana lahko vizualno podajajo informacije izvajalcem. 4D BIM krije tako časovni kot prostorski vidik gradnje, kar je bolj učinkovito kot pa tradicionalni gantogram,
- z uporabo 4D simulacij lahko analiziramo, kakšen vpliv bo gradnja imela na cestni promet oziroma na druge družbene dejavnosti, ki so v bližini gradbišča (dostop do šole, bolnišnice, trgovine),
- simuliramo lahko pripravo gradbišča, deponije materialov, odpadkov, kar nam služi za izbiro optimalnih transportnih poti,
- simulacija lahko služi za usklajevanje med deli raznih izvajalcev,
- s modelom 4D BIM lahko vodje projektov enostavno ugotovijo, kje so v zaostanku v primerjavi s predvidenim terminskim planom del.

Za modele 4D se uporablja programe, ki so pogosto dodatki običajnim 3D BIM modelirnikom. Za izdelavo 4D simulacije gradnje moramo povezati model 3D BIM s pripadajočim časovnim obdobjem. Ko imajo vsi elementi v modelu svoje časovno obdobje, se generira terminski plan za celotno gradnjo [7].

Terminski plan

Glavni cilj terminskega plana gradbenega projekta je organizirati aktivnosti tako, da bo čas izvajanja posameznega dela projekta čim krajši ter da si bodo različna dela pravilno sledila. Z dobrim terminskim planom lahko vplivamo na zmanjšanje potrebe po številu zaposlenih ter zmanjšanje denarnih sredstev in morebitnih stroškov.

- Gantogramska tehnika

Gantogramska tehnika se imenuje po njenem utemeljitelju, gospodu Henryju Laurenceu Gantt. Razvijal jo je v dvajsetih letih 20. stoletja. Gantt je bil vodja proizvodnje, ki je skrbel za produktivnost le-te. Za analizo in spremljanje produktivnosti je razvil do tedaj neznano grafično spremljanje, ki je kasneje dobilo ime prav po njem [20].

Uporaba gantogramske tehnike je enostavna, zato se jo uporablja v gradbeništvu, avtomobilski industriji, računalništvu in povsod, kjer je pomembno spremljanje vrstnega reda ter porabljenega časa, za posamezno akcijo/operacijo. Gantogram je grafikon, pri katerem na horizontalno os nanašamo časovne vrednosti (začetek/konec), na vertikalno pa različne aktivnosti.

- Ciklogramska tehnika

Ciklogramska tehnika risanja terminskih planov se uporablja predvsem pri gradnji cest, železnic, predorov, kanalizacij, vodovodov in pri drugih podobnih gradbenih inženirskih objektih, za katere je značilna dolžina odsekov oz. faznost. Njena glavna značilnost je, da se na vertikalni osi označuje dolžine oziroma etažnost stavb. Tako kot pri gantogramski tehniki tudi pri ciklogramski tehniki horizontalna os predstavlja čas. Različne dejavnosti v projektu označujemo z različnimi črtami, barvami, debelinami itd. Iz naklona izrisane črte pa lahko razberemo hitrost izgradnje posameznih del [21].

- Mrežna tehnika

Mrežna tehnika planiranja temelji na prikazu opravil oz. dogodkov s pomočjo mrežnega plana. Mrežni plan oz. diagram je v obliki mreže, ki predstavlja smiselno zaporedje medsebojnih odvisnosti aktivnosti in dogodkov. Mrežna tehnika za osnovo uporablja matematično teorijo grafov. Mrežno planiranje se je pojavilo med drugo svetovno vojno kot orodje za reševanje vojaških operacij in njihovo optimiziranje. V letih 1956 do 1958 so se razvile tri glavne tehnike mrežnega planiranja: »Critical Path Method«, »Program Evaluation and Review Technique« in »METRA Potential Method«.

Osnovni gradniki mrežnega terminskega plana so torej aktivnosti in dogodki. Aktivnost je proces, ki je lahko fizično ali umsko opravilo. Za izvajanje oz. dokončanje aktivnosti pa so potrebni čas, delovna sila (naprave, ljudje) in sredstva. Dogodek pa je stanje aktivnosti ob začetku oz. koncu le-te.

Mrežno planiranje projekta poteka v 5 fazah. Najprej izvedemo analizo strukture projekta, kjer grafično prikažemo aktivnosti, njihovo zaporedje in odvisnosti med njimi. Nato sledi analiza časov, kjer izvedemo izračun trajanja celotnega projekta in tudi posameznih delov. Sledi 3. faza, v kateri določimo kadre, naprave in materiale. V 4. fazi izračunamo, analiziramo in optimiziramo stroške, ki nastanejo pri izvajanju projekta. Kot zadnje pa v 5. fazi časovno uskladimo izvajanje aktivnosti z razpoložljivimi viri [22].

Norveški raziskovalci so opravili raziskavo o uporabi gantogramov, ciklogramo in 4D BIM vizualizacije. Izprašali so izkušene gradbenike z več deset let izkušenj, kaj si mislijo o prej omenjenih izvedbah terminskega planiranja. Vsi so se strinjali da je gantogramska tehnika najenostavnejša za uporabo razen v primerih, ko je ima večje število aktivnosti. Ciklogram so označili kot uporaben način planiranja, vendar je težje razumljiv. 4D BIM se jim je zdel kot odlična izbira za vizualizacijo, vendar je pretežak za vsakdanjo uporabo. Z njim bi si pomagali predvsem pri izobraževanju in vpeljevanju novih in mladih gradbiščnih inženirjev. [23]

Modeliranje 4D BIM

Četrta dimenzija, ki jo dodamo modelu, je torej čas. To je čas, ki ga porabimo za izdelavo posameznih vrst del oz. elementov. Če časovne enote, ki jih porabimo za različna dela, povežemo med seboj, dobimo terminski plan. Terminski plan pa je tudi cilj pri izdelavi modela 4D BIM, saj s tem, ko elementom dodamo časovno enoto oz. okvirni čas vgradnje, model postane bogatejši.

Sam sem za izdelavo modela 4D BIM uporabil program Synchrono, ki je brezplačno na voljo za obdobje 1 meseca. Program je razdeljen na več podoken, v katera vpisujemo podatke, jih označujemo in povezujemo ter dodajamo časovne okvirje, v katerih morajo biti dela začeta oz. končana. Dela med seboj povezujemo z naslednjimi povezavami: SF, SS, FS, FF.

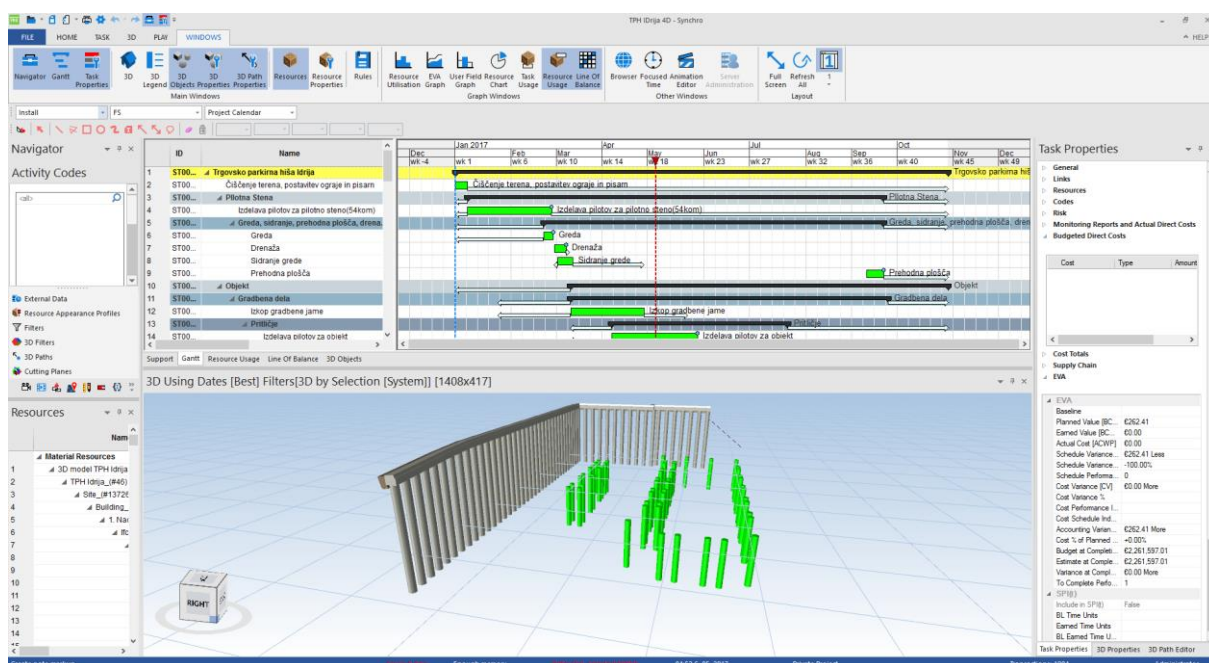
- SF: (Start to Finish): povezava, pri kateri se aktivnost na drugi nalogi ne more začeti, preden se začne na prvi.
- SS: (Start to Start): povezava, pri kateri se mora aktivnost na prvi nalogi začeti prej kot na drugi.
- FS: (Finish to Start): povezava, pri kateri mora biti aktivnost na prvi nalogi zaključena, preden se lahko začne druga.
- FF: (Finish to Finish): povezava, pri kateri mora biti aktivnost na prvi nalogi zaključena pred drugo.

Iz programa ArchiCAD sem izvozil splošen zapis za model 3D BIM stavbe z datotečnim zapisom .IFC. Nato sem dobljeno datoteko uvozil v program Synchrono. V model sem tako pridobil podatke o gradnikih modela, njihovi lokaciji in količini. Žal pa se je nekaj podatkov med transformacijo med ArchiCAD-om in programom Synchrono izgubilo. Ugotovil sem, da je za izgubo podatkov najbrž kriva pretvorba iz ArchiCAD-a v datoteko .IFC. Izgubili so se podatki o slojih in debelinah le-teh. Podatki so izginili iz nekaterih sten in plošč. Žal pa razloga za to nisem odkril. Poskušal sem »izvoziti« model iz ArchiCAD-a v drugih zapisih datoteke in jih s pomočjo Autodeskovega programa Revit »uvoziti« nazaj v Synchrono (Synchrono in Revit imata neposredno povezavo), vendar nisem dosegel zelenega rezultata. Čeprav sedaj model ne bo najbolj natančen, sem se moral zadovoljiti s takšno natančnostjo. Kot na primer: keramičarskim delom zaradi nezmožnosti označevanja slojev ne bom mogel pripeti keramike, ki naj bi bila položena v prodajnem prostoru, stopnišču in skladišču.

Nadaljeval sem z modelom, uvoženim v Synchrono. Preden sem se posvetil terminskemu planu, sem nastavil nekaj osnovnih lastnosti le-tega. Datum 2. 1. 2017 sem nastavil kot začetek oz. kot dan, s

katerim se odpre gradbišče. Določil sem 10-urni delavnik, od 7. do 17. ure. Dodatno sem nastavil, da je sobota navaden delovni dan. Program omogoča, da nastavimo proste delovne dni oz. praznike, med katerimi je gradbišče zaprto in so dela takrat avtomatsko prekinjena.

Terminski plan sem začel z ureditvijo gradbišča, gradbiščne ograje, pisarn in deponije, za kar je predvidenih 7 dni od začetka (podpisa pogodbe). Nadaljeval sem z izvedbo uvrtnih pilotov, za katere sem pridobil oceno (pogovor z gradbenim inženirjem), da stroj za izvedbo pilotov (izkop, armiranje in betoniranje) napravi 0,585 h/m1, kar nanese približno 45 dni - ocena. Upoštevan je en stroj. Za izvedbo uvrtnih pilotov za pilotno steno sem dodelil tudi vseh 54 na modelu vidnih pilotov za pilotno steno. Enako sem storil tudi pri pilotih pod objektom. Na spodnji sliki prikazujem pilote, pripete ustreznemu tipu gradbenih del (označeni z zeleno). Podobno kot za pilote sem tudi za izvedbo sidranja pilotne stene pridobil podatke o izvedbi sider. Skupaj naj bi izvedli 36 sider v 9 dneh (4 sidra na dan) - ocena.



Slika 26: Slika prikazuje pilote pod objektom, ki so povezani v terminski plan (z zeleno)

Za nadaljnjo izdelavo terminskega plana sem časovne normative poiskal v literaturi, saj sem ocenil, da sem premalo izkušen, da bi lahko sam podajal ocene o hitrosti izvedbe posameznih del. Pri izračunih sem upošteval spodnji dve enačbi.

- Trajanje dejavnosti, pri kateri je glavna komponenta delovna sila, izračunamo:

$$t = (Q \times N_u) / (D_s \times h_d) \dots [\text{v številu dni}]$$

Pri čemer je:

t ... čas trajanja dejavnosti v številu dni,

Q ... obseg del v izbrani merski enoti,

N_u ... število norma ur za mersko enoto dejavnosti,

D_s ... število delavcev,

h_d ... čas trajanja delovnega dneva.

- Trajanje dejavnosti, pri kateri je glavna kapaciteta delovnega stroja, izračunamo:

$$t = (Q \times N_{us})/h_d \text{ ali } t = Q/(U_s \times h_d) \dots [\text{v številu dni}]$$

Pri čemer je:

t ... čas trajanja dejavnosti v številu dni,

Q ... obseg del v izbrani merski enoti,

N_u ... število norma ur stroja za mersko enoto dejavnosti,

U_s ... učinek ali kapaciteta stroja na uro,

h_d ... čas trajanja delovnega dneva [21].

Izračun za pilotno gredo:

$$t_{opaž} = \frac{(Q \times N_u)}{D_s \times h_d} = \frac{(117,8 \text{ m}^2 \times (0,3 + 0,15 + 0,13) \text{ h/m}^2)}{5 \times 10} = 1,37 \text{ dni}$$

$$t_{armatura} = \frac{(Q \times N_u)}{D_s \times h_d} = \frac{(18.340 \text{ m}^3 \times (0,01) \text{ h/kg})}{5 \times 10} = 3,67 \text{ dni}$$

$$t_{beton} = \frac{(Q \times N_u)}{D_s \times h_d} = \frac{(153,12 \text{ m}^3 \times (0,5) \text{ h/m}^3)}{5 \times 10} = 1,53 \text{ dni}$$

$$t_{skupaj} = t_{opaž} + t_{armatura} + t_{beton} = 6,57 \text{ dni} \approx 7 \text{ dni}$$

Tako sem za opaževanje, polaganje in vezanje armature ter betoniranje pilotne grede izračunal posamezne dele. Skupaj pa le-ti tvorijo celoten čas za izvedbo pilotne grede. V gradbeništvu navadno ne podajamo časovnih enot v manjših enotah, kot so dnevi, zato sem zaokrožil na celo številko. Za izvedbo grede je predvidenih 5 delavcev, ki bodo pilotno gredo naredili v 7 dneh. Na podoben način sem nato izračunal tudi čas za ostala dela in naloge.

Za vsa dela sem normative poiskal v literaturi GNG. V spodnji tabeli prikazujem nekaj uporabljenih normativov iz literature. Tam, kjer nisem našel normativov, sem poskušal oceniti potreben čas vgradnje.

Preglednica 10: Preglednica uporabljenih normativov, povzeto po GNG Gradbenih Normah, GIPOSS Ljubljana, 1984

Zemeljska dela		
Strojni izkop v II.–III. kategoriji terena	0,0345	h/m ³
Armatura		
Armiranje (polaganje) srednje komplicirane armature do fi 12 mm	0,020	h/kg
Armiranje (polaganje) srednje komplicirane armature nad fi 12 mm	0,0100	h/kg
Armiranje z mrežami (polaganje)	0,0125	h/kg
Vgrajevanje betona s tlačanjem s pervibratorjem na el. pogon		

se nadaljuje...

... nadaljevanje Preglednice 10

Nearmirane konstrukcije nad 0,3 m ³ /m ²	0,5	h/m ³
Armiranobetonske konstrukcije nad 0,3 m/m ²	0,55	h/m ³
Armiranobetonske konstrukcije prereza od 0,2 do 0,3 m ³ /m ²	1	h/m ³
Torkretiranje zidov z armaturo	0,33	h/m ²
Opaž sten in temeljev (dvostranski)		
opaženje	0,3	h/m ²
razopaževanje	0,15	h/m ²
čiščenje	0,13	h/m ²
Opaž sten in temeljev (enostranski)		
opaženje	0,3	h/m ²
razopaževanje	0,15	h/m ²
čiščenje	0,13	h/m ²
Opaž ravnih armiranobetonskih plošč		
opaženje	0,4	h/m ²
razopaževanje	0,18	h/m ²
čiščenje	0,11	h/m ²
Opaž ravnih armiranobetonskih plošč		
opaženje	0,4	h/m ²
razopaževanje	0,18	h/m ²
čiščenje	0,11	h/m ²
Opaž poševnih armiranobetonskih plošč		
opaženje	0,06	h/m ²
razopaževanje	0,2	h/m ²
čiščenje	0,18	h/m ²
Opaž ovalnih stebrov obsega do 1 m		
opaženje	1,1	h/m ²
razopaževanje	0,3	h/m ²
čiščenje	0,25	h/m ²

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 10

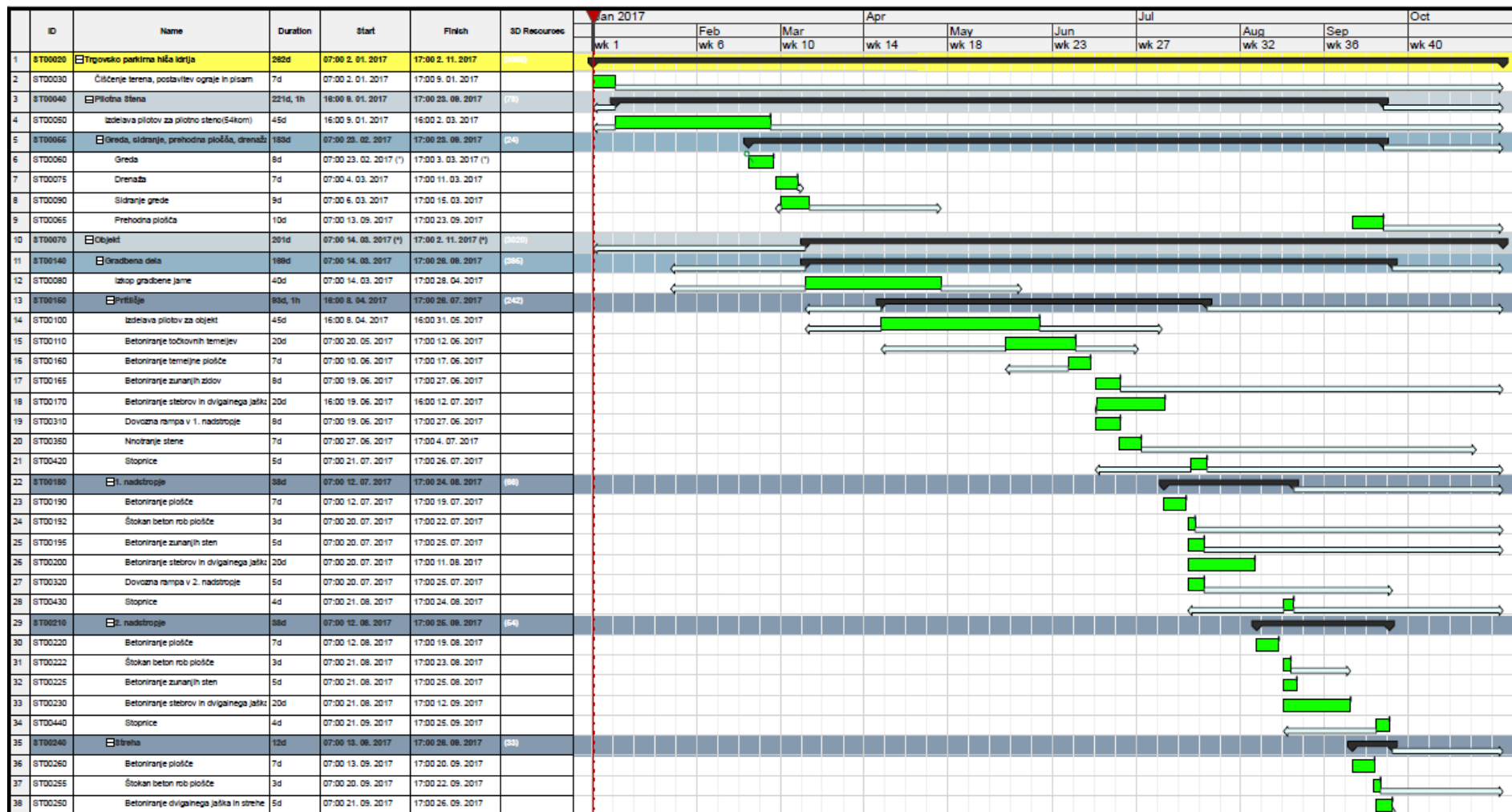
Zidarska dela		
hidroizolacija	0,1	h/m ²
estrihi	0,9	h/m ²
zidanje sten do debeline 0,2 m	1,3	h/m ³
zidanje sten od debeline 0,2 m–0,3 m	1,1	h/m ³
Obrtniška dela		
montaža notranjih enokrilnih vrat/oken	1	h/kos
montaža hitro tekočih vrat	2,5	h/kos
polaganje keramike	2,5	h/m ²
pleskanje sten in stropov	0,25	h/m ²

Težavo sem imel s prikazom izkopa pri zemeljskih delih, saj program Synchro ni prepoznal, da je v ArchiCAD-u terenu odstranjen material nad stikom z objektom. Zato mi je program Synchro prikazal teren kot celotno pobočje brez izkopenega materiala. Problem sem rešil tako, da sem v ArchiCAD-u ločeno zmodeliral še teren, ki ima odstranjen del za izkop. Izkopenega materiala je v projektu preko 18.000 m³. Če upoštevam normativ za izkop materiala v II. in III. kategoriji, bi za ves izkop potrebovali 65 dni, pri čemer je upoštevan 1 bager, in dobre pogoje za delo. Odločil sem se za 2 bagra in s tem razpolovil št. dni. Ker bo objekt stal v centru mesta, je treba tak material tudi odstraniti oz. deponirati na ustrezno deponijo, ki pa je predvidena z razdaljo 5 km od mesta. Eno običajno transportno vozilo (8 m³ keson) bo za takšno količino potrebovalo 157 dni (upoštevani normativi 11 m³/h). Smiselno sem prilagodil število tovornjakov na 4, kar je čas zmanjšalo na 40 dni. Od tu pa vidimo, da bo dejansko potrebnih več dni za odvoz materiala, kot jih je bilo potrebnih za sam izkop. Torej nam odvoz materiala predstavlja težavo. V terminskem planu sem zato upošteval 40 dni izkopa.

Kot sem že omenil, na število dni izvedbe vpliva tudi število delavcev/naprav. Vendar pa moramo paziti, kje in kako dodajamo število naprav/delavcev. Na primer že prej omenjen primer, ko sem upošteval dva bagra za izvedbo izkopa in primer, ko več kot 4 tovornjaki niso smiselni zaradi samih transportnih poti. Prav tako sta za 1 kos stavbnega pohištva predvidena 2 človeka na element. S tem ko bi povečali št. ljudi na element, se čas vgradnje ne bi bistveno zmanjšal, saj bi lahko prišlo do zastojev.

Pri povezovanju del med seboj sem največkrat uporabil povezavo med posameznimi deli FS (Finish to Start), kar pomeni, da se lahko naslednja operacija začne šele takrat, ko se prva operacija konča. Kot primer: dela na zunanjih zidovih in stebrih v pritličju se lahko začnejo šele, ko je povsem končana talna plošča. Asfaltiranje v 1. nadstropju se lahko prične šele, ko jo končana konstrukcija v zgornjih etažah, saj lahko zaradi vgrajevanja pride do težav pri vgradnji betona in drugih elementov.

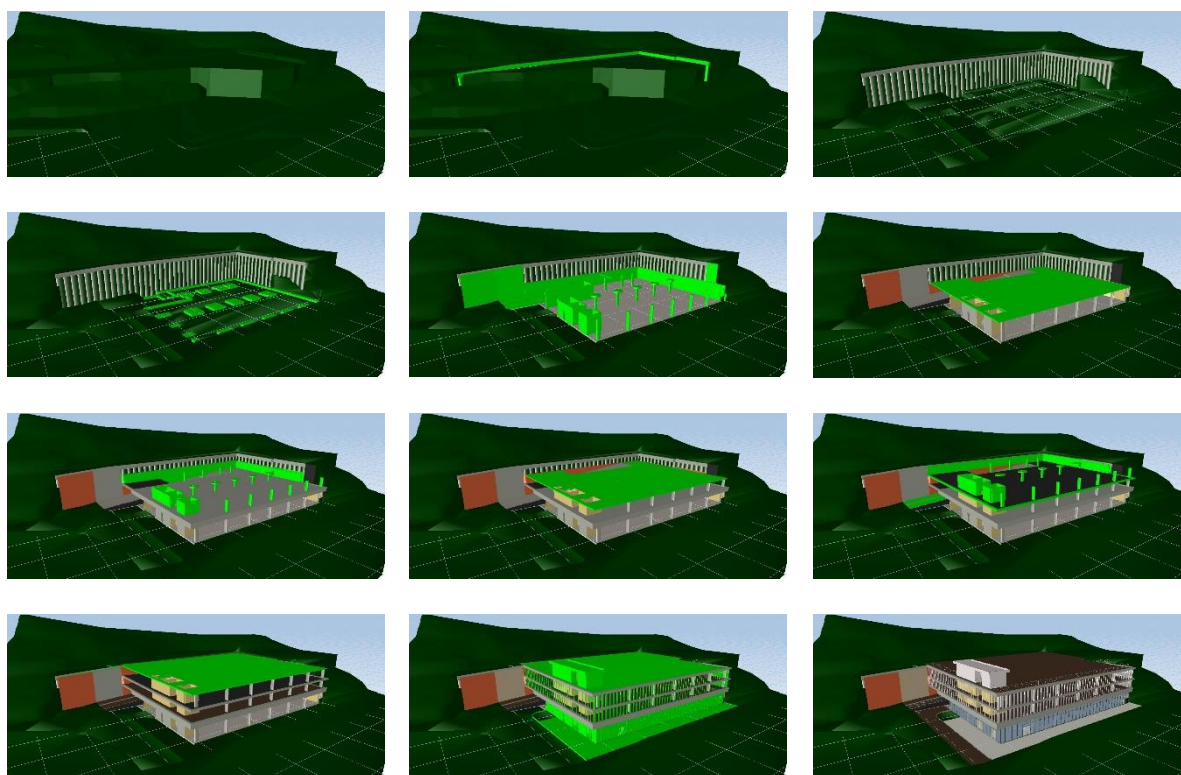
Ko vsem elementom določimo čas vgradnje in jih smiselno razporedimo in povežemo med seboj, dobimo terminski plan. Zaradi želene natančnosti sem izdelal plan za gradbena dela po etažah. Obrtniških del nisem posebej razdelil po etažah, saj je večina obrtnikov v pritličju oziroma na strehi. Prednosti tako izdelanega terminskega plana so: vedno lahko pogledamo, kateri elementi so predvideni v katerem obdobju ter preverimo natančnost in strukturiranost terminskega plana. Spodaj prikazujem izdelan gantogramski terminski plan v programu Synchro za gradbena dela. Celoten terminski plan je prikazan v prilogi C.



Slika 27: Terminski plan za gradbena dela

Terminski plan bi lahko izdelal tudi drugače. Najprej bi določil število dni, v katerih bi morala biti dela dokončana in nato določil število delavcev, ki bi bili potrebni za pravočasno izvedbo. Tak način določanja časa je sprejemljiv predvsem za objekte, pri katerih je pomembna hitrost izvedbe. Na primer: skladišča, industrijske hale in trgovine oz. predvsem za objekte, kjer investitor z daljšim časom izvedbe izgublja denar, saj v nedokončanem objektu še ne more izvajati svoje dejavnosti. V obeh primerih lahko zaradi hitenja oz. neustrezne delovne sile trpi kvaliteta izvedbe. Pravilnega načina ni, pomembno pa je, da smo pri snovanju terminskega plana pozorni tudi na zunanje faktorje.

V programu Synchron sem izdelal tudi animacijo gradnje, ki jo prikazujem tudi na spodnji sliki. Program omogoča da izdelate animacijo, ki je v pomoč izvajalcem oziroma javnosti, da se lahko tako bolje pripravi in predvidi vplive, ki bi jih lahko imela na okolje.



Slika 28: Izgradnja objekta TPH (program Synchron)

5.5 5D model

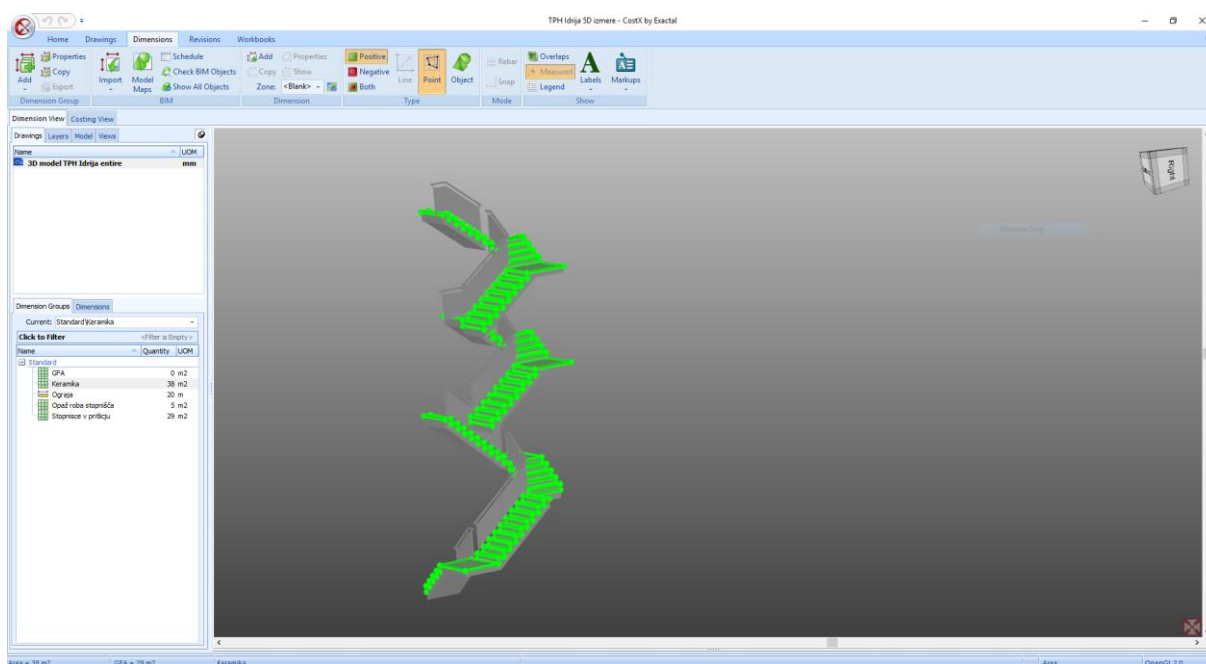
Če modelu 4D BIM dodamo podatke o ceni elementov, dobimo model 5D BIM. Torej 5. dimenzijo predstavlja cena elementov in kasneje cena celotne investicije projekta.

Z uvedbo pete dimenzije smo pridobili pregled nad vplivi, ki bi jih imela sprememba posameznih elementov oz. gradnikov v modelu in pregled nad napovedjo denarnega toka, virov, ter pregled nad razpoložljivimi sredstvi investitorja. Prav zadnje je v pomoč investitorju, da ukrepa, še preden mu zmanjka finančnih sredstev in jih tako lahko bolje razporedi ter se lažje pripravi na financiranje investicije [24].

Modeliranje 5D BIM

V tem poglavju bom opisal svoje delo in to, s kakšnim namenom sem uporabil program. Kot omenjeno, je CostX program, s katerim lahko izdelamo digitalne izmere na 2D in tudi modelih 3D BIM. Sam sem uporabil program za izmere na modelu 3D BIM, ki sem ga uvozil iz programa ArchiCAD. Ker sem nekatere količine že pridobil iz programa ArchiCAD (poglavje 6.1.7), sem v CostX-u izvedel le izmere bolj kompleksnih elementov, npr. stopnic. V ArchiCAD-u sem stopnice modeliral kot »Element« (angl. Object), vendar ko izdelujemo take meritve znotraj ArchiCAD-a, le-ta ne zazna njihove količine (površine, volumen). Zato je treba meritev opraviti ročno. Tu pa pride prav tak program, kot je v mojem primeru program CostX.

Model 3D BIM sem iz ArchiCAD-a uvozil v program CostX s pomočjo datoteke .IFC. Model, ki je bil uvožen, ni bil v pravem merilu, zato je bilo treba nastaviti merilo (angl. scale) in osnovne enote, v katerih se bodo izpisovale izmerjene količine. Nato sem definiral »Dimension Group«, v katero so se shranjevale izmere, ki sem jih naredil. S pomočjo klikanja površin oziroma dodajanja točk sem izmeril količino opaža, dolžino ograje in količino keramike. Količino betona sem dobil z množenjem debeline stopnic z izmerjeno površino. Količino potrebne armature pa sem ocenil. Na spodnji sliki prikazujem izmere za keramiko stopnic v programu CostX.



Slika 29: Izmerjene količine keramike v programu CostX

V nadaljevanju sem izmerjene količine prenesel na zavihek »Workbook« (delovni zvezek). Zavihek Workbook je imitacija Excela, le da je količina (volumen, površina) neposredno povezana z modelom. V kolikor bi model bilo treba spremeniti, bi se količina avtomatsko prilagodila spremenjenemu elementu. S tem, ko so elementi in količine neposredno povezani in se izmerjene količine prilagajajo

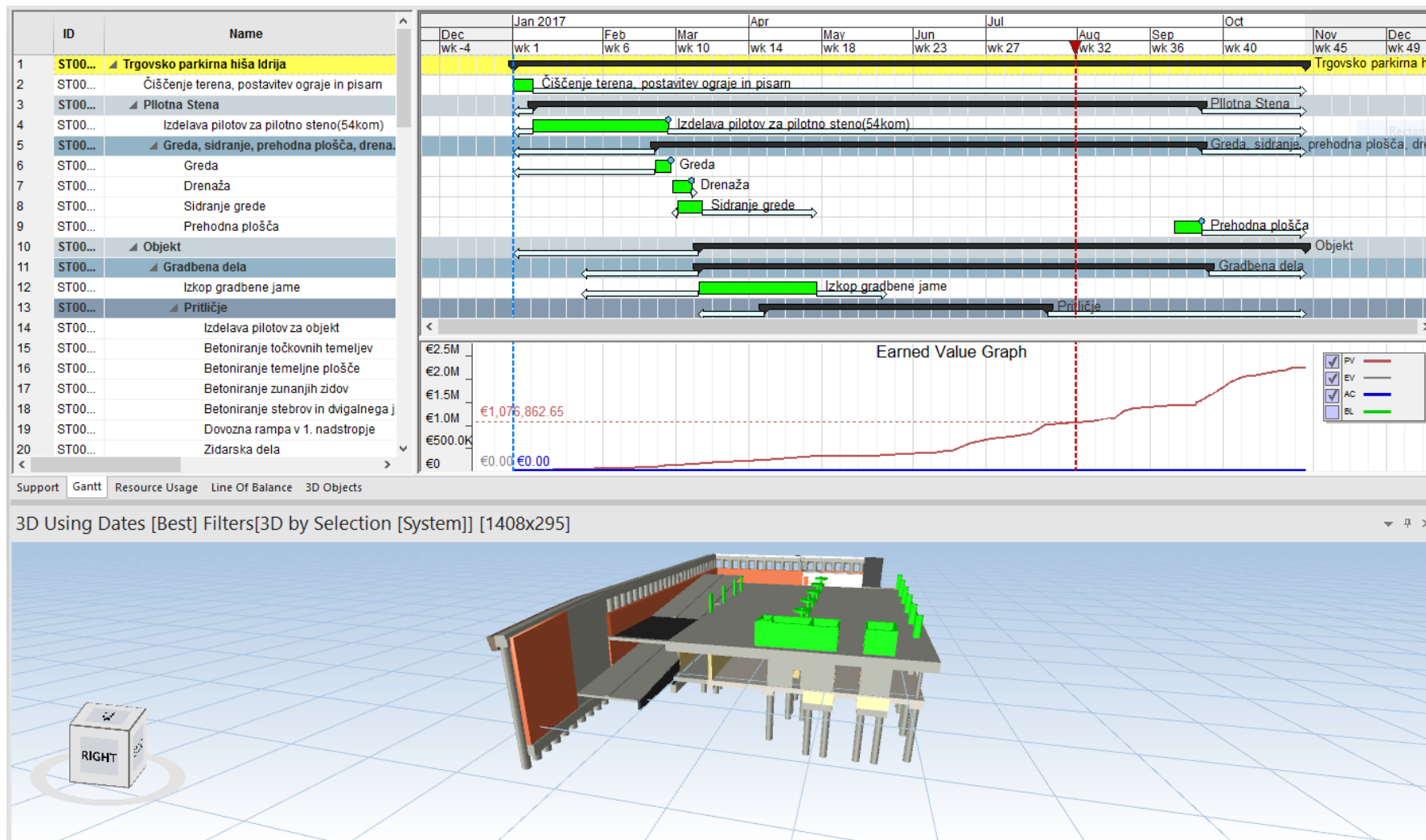
spremembam, privarčujemo na času, ki ga bi ga porabili za izdelavo novih izmer. Izdelavo popisa prikazuje spodnja slika 30. Program omogoča tudi revizijo in primerjanje med modeli, tako da lahko hitro ugotovimo, kakšne so spremembe in koliko le-te vplivajo na ceno investicije.

ES	B>Description	C.Quantity	D.Unt	E.Rate	F.Subtotal	G.Factor	H.Total	I.User1	J.User2	K.User3	L.User4	M.User5	N.User6	O.User7	P.User8	Q.User9	R
1	Ogradbena stopnja višine do 18cm, opaženje, razpošarjenje in šišanje.	25,64	m2	24,56	701		701										
2	Ogradbena stopnja višine do 18cm, opaženje, razpošarjenje in šišanje.	26,00	m1	24,56	614		614										
3	Dotava in vgradnja betona C25/30 XC2 preseka do 0,20 m³/m² v podnevlne plošče stopniščnih ram in podstropij.	7,66	m3	66,94	604		604										
4	Dotava in polaganje armaturnega železa v stopniščno konstrukcijo (Dotava: Volumen beton=100kg/m³)	766,00	kg	0,72	662		662										
5	Ograja v stopnišču, višina 1,00m, inox stebričji ter stebreni postojni med stebriči.	20,08	m	80,00	1.608		1.608										
6	Dotava in polaganje tesnih NEDREČNIH 80 gres ploščic dim. 30/30cm, in figure 2 l. lina, ploščice se podlagajo na toplu in toplej z fugno maso, z vsemi potrebni deli in premazi, smetnji osnovni razred, hodnik in stopnišča ter stopnice ter strambe.	38,27	m2	26,20	1.003		1.003										
7	Slikanje armiranobetonskih stopnic in podstropijskih t. ravn. toplej, osnovni in 2x. končni premaz.	33,54	m2	2,10	70		70										

Slika 30: Izdelava popisa v programu CostX

Opise in količine nam program natisne v PDF oz. izvozi kot MS Excel datoteko, ki jo lahko še naprej obdelujemo in v njej izvajamo nadaljnje finančne analize. Sam sem popisom iz ArchiCAD-a dodal še popis, ki sem ga pridobil iz programa CostX (priloga D).

Sestavljene popise sem nato še stroškovno ocenil. Pomagal sem si z literaturo: CENING Gradbena dela 79. in Zaključna dela 78., avtorjev Marije in Simona Marinka, leto izdaje: 2015. S tem, ko sem pripravil tudi ceno, za katero bi objekt lahko tudi potencialno izgradili, sem izpolnil vse cilje, ki sem si jih zadal na samem začetku. Za konec sem v programu Synchro izdelal še lokacijsko-časovno-stroškovno povezavo. Torej sem elementom, ki sem jih prej razvrščal po času vgradnje, sedaj dodal še ceno. Tako sem pridobil živo povezavo med ceno, časom in lokacijo elementa. Slika prikazuje povezavo med lokacijo, časom in vrednostjo projekta.



Slika 31: Terminski in finančni plan za izvedbo objekta

ZAKLJUČEK

Namen magistrske naloge je bil, da bolj spoznam in preučim tehnologijo načrtovanja stavb, ki je na voljo. Glede na zgoraj napisano in glede na opravljeno delo menim, da sem se soočil s problemi, ki jih ima na tem področju vsak začetnik. Spoznal sem, da načrtovanje ni tako preprosto, kot sem si sprva mislil ter da za izdelavo terminskega in finančnega plana potrebujemo delovne izkušnje iz prakse oziroma ustrezno literaturo, v kateri lahko najdemo koristne informacije.

Programsko opremo, ki sem jo uporabljal, sem deloma že poznal (ArchiCAD), deloma pa sem se jo moral naučiti od začetka (Synchro in CostX). Vsi uporabljeni programi ponujajo začetne tečaje, ki jih lahko opravimo kar preko interneta. Nekaj teh sem opravil tudi sam, saj sem tako hitreje in lažje spoznal program in osvojeno znanje uporabil na svojem primeru. Morda izbira tako kompleksnega in specifičnega primera stavbe ni bila najbolj optimalna izbira. Veliko lažje bi se mi bilo učiti tehnologijo, ki je še nisem obvladal, na enostavnejšem objektu, kot je npr. enodružinska stavba. Po drugi strani pa sem zadovoljen z izbiro, saj z izbiro manj obsežnega objekta ne bi dobil občutka o težavah, s katerimi se soočajo arhitekti oz. drugi udeleženci v procesu načrtovanja.

Da bi model 3D BIM analizirane stavbe bil še bolj natančen in bogatejši z informacijami, bi lahko 3D model stavbe, ki sem ga izdelal, nadgradil z izrisom armature in inštalacij, izdelal energetska analizo, pripravil ureditev gradbišča in podobno. Celotno nalogo pa bi lahko nadgradil tudi s šesto dimenzijo (6D BIM), ki bi vključevala še upravljanje življenjskega cikla objekta (project life cycle management), torej stroške obratovanja, vzdrževanja itd..

Z izdelavo magistrske naloge sem dobil nov zagon pri učenju tehnologije BIM, saj sem tekom pisanja naloge spoznal, kaj vse ta tehnologija omogoča. Pri uporabi je treba biti previden in strpen, saj lahko hitro pride do napak v modelu, ki se lahko prenesejo tudi na papir in kasneje v realnost. Načrtovalci se borijo tudi proti temu, s tako imenovanimi »Quality Check programi«, kot je na primer Solibri Model Checker, ki nam prikaže napake v modelu. Z uporabo takšnih programov zmanjšamo število napak in povečamo kvaliteto modela.

Informacijsko modeliranje stavb se dobro oprijema gradbenega trga. V nekaterih državah, ga niti še ne uporabljajo, nekatere države, pa v njem vidijo vso prihodnost gradbeništva, predvsem iz razloga, da ga lahko uporabimo v vseh življenjskih fazah objekta. Saj je dokazano da z uporabo privarčujemo denar in izboljšamo kvaliteto objekta.

Opažam, da se v Sloveniji trenutno BIM uporablja predvsem v fazi načrtovanja. V prihodnosti pa se bo uporaba preselila tudi na gradbišče in kasneje na uporabo objekta. Saj bo ta tehnologija pomagala pri izvedbi in vzdrževanju bolj kompleksnih objektov. Vse več je tudi programske opreme, ki inženirjem pomaga pri načrtovanju. Tudi vse več je podjetji, ki izdelujejo npr. svojo linijo stavbnega pohištva, se

odloči, da svoja produkt ponudijo tudi v virtualnih knjižnicah in so tako na voljo načrtovalcem, da jih uporabijo v svojih projektih.

Sam razvoj BIM gre v smeri izdelave uporabniku prijaznega okolja z ustrezno strokovnostjo in avtomatiziranimi procesi. Strmimo k temu, da bi se modeli, ki smo jih načrtovali in fizično izgradili na terenu, uporabljali tudi v sami uporabi objekta. Bodi si za vzdrževalna dela oziroma za analiziranje rabe energije. Ker se vsa tehnologija seli na mobilno, se bo tudi BIM v prihodnje selil na manjše naprave. S pomočjo mobilnih naprav oz. podobnih naprav bomo tako lahko direktno v model vnašali podatke o prejetju materiala, spremembah itd..

Tehnologija BIM bo kmalu tudi pri nas prisotna v vsakdanu, treba se jo je naučiti dovolj dobro uporabljati, da bomo lahko konkurenčni na trgu. In prav mladi inženirji, kot smo mi, bomo morali poskrbeti za to, da se bo tehnologija, ki jo imamo na razpolago, začela širše uporabljati. Edini problem, ki nastopi pri uporabi, je, da nam manjkajo strokovne izkušnje s terena. Zato bi se v bodoče morali starejši in mlajši inženirji povezati in skupaj tvoriti ekipe, ki bodo načrtovale in zgradile našo prihodnost.

VIRI IN LITERATURA

- [1] Cerovšek, T. 2010. Informacijsko modeliranje stavb (BIM). *Gradbeni vestnik* 59, 71-72.
- [2] Nadarević, D. 2015. Primer izdelave modela 5D BIM. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Nadarević)
- [3] Cerovšek, T. 2011. A framework for CPD and 5D BIM process reuse.
<http://2011-cibw078-w102.cstb.fr/papers/Paper-157.pdf> (Pridobljeno 19. 12. 2016.)
- [4] Zhanga, J., Longa, Y., Lva, S., Xianga, Y.. 2016. BIM-enabled Modular and Industrialized Construction in China. *Procedia Engineering* 145, 1456 – 1461.
- [5] Matthews, J. , Love, P. , Heinemann, S., Chandler, R., Rumsey, C., Olatunj, O. 2015. Real time progress management: Re-engineering processes for cloud-based BIM in construction. *Automation in Construction* 58, 38–47.
- [6] Cirman, D. 2015. Uporaba 4D modelov v gradbeništvu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Cirman)
- [7] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2nd Edition. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken: 648 str.
- [8] McPhee, A. 2013. Practical BIM. Antony McPhee blog, objavljeno 1.3.2013.
<http://practicalbim.blogspot.si/> (Pridobljeno 8. 6. 2016.)
- [9] BIMforum, 2016. Level of Development Specification.
<http://bimforum.org/lod/> (Pridobljeno 8. 6. 2016.)
- [10] Mitchell, D. 2012. 5D BIM: creating cost certainty and better buildings.
<http://www.mitbrand.com/assets/documents/PDF/Presentations> (Pridobljeno 19.12.2016)
- [11] Chen, L. Luo., H. 2014. A BIM-based construction quality management model and. *Automation in Construction* 46, 64–73.

-
- [12] Migilinskasa, D., Popovb, V., Juoceviciusc, V., Ustinovichiusd, L. 2013. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. *Procedia Engineering* 57, 767 – 774.
- [13] Abanda, F.H.; Vidalakis, C., Oti, A.H., Tah, J.H.M. 2015. A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects. *Advances in Engineering Software* Volume 90, 183–201.
- [14] Uršič, T. 2014. Okoljski in prostorski vplivi Rudnika živega srebra Idrija. Zaključna seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta - Oddelek za geografijo (samozaložba T. Uršič)
- http://geo.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/zaksem_201405_tina_ursic.pdf
(Pridobljeno 20.8.2016)
- [15] Čuk, S. 2016. Slikovna datoteka - Slika Lokacije TPH Idrija.
- [16] Hektar d. o. o., 2016. Geodetski načrt TPH Idrija.
- [17] Wikipedia, 2016. ArchiCAD.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD> (Pridobljeno 3.10.2016.)
- [18] Synchro LTD, 2016. Synchro Software.
- <https://synchro ltd.com/> (Pridobljeno 24.11.2016.)
- [19] Ciribini, A.L.C., Mastrolemba Ventura, S., Paneroni, M. 2016. Implementation of an interoperable process to optimise design and. *Automation in Construction* Volume 71, 62–73.
- [20] Wikipedia, 2016. Gantt chart.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Gantt_chart (Pridobljeno 1.11.2016.)
- [21] Žemva, Š.. 2010. Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje: 672 str.

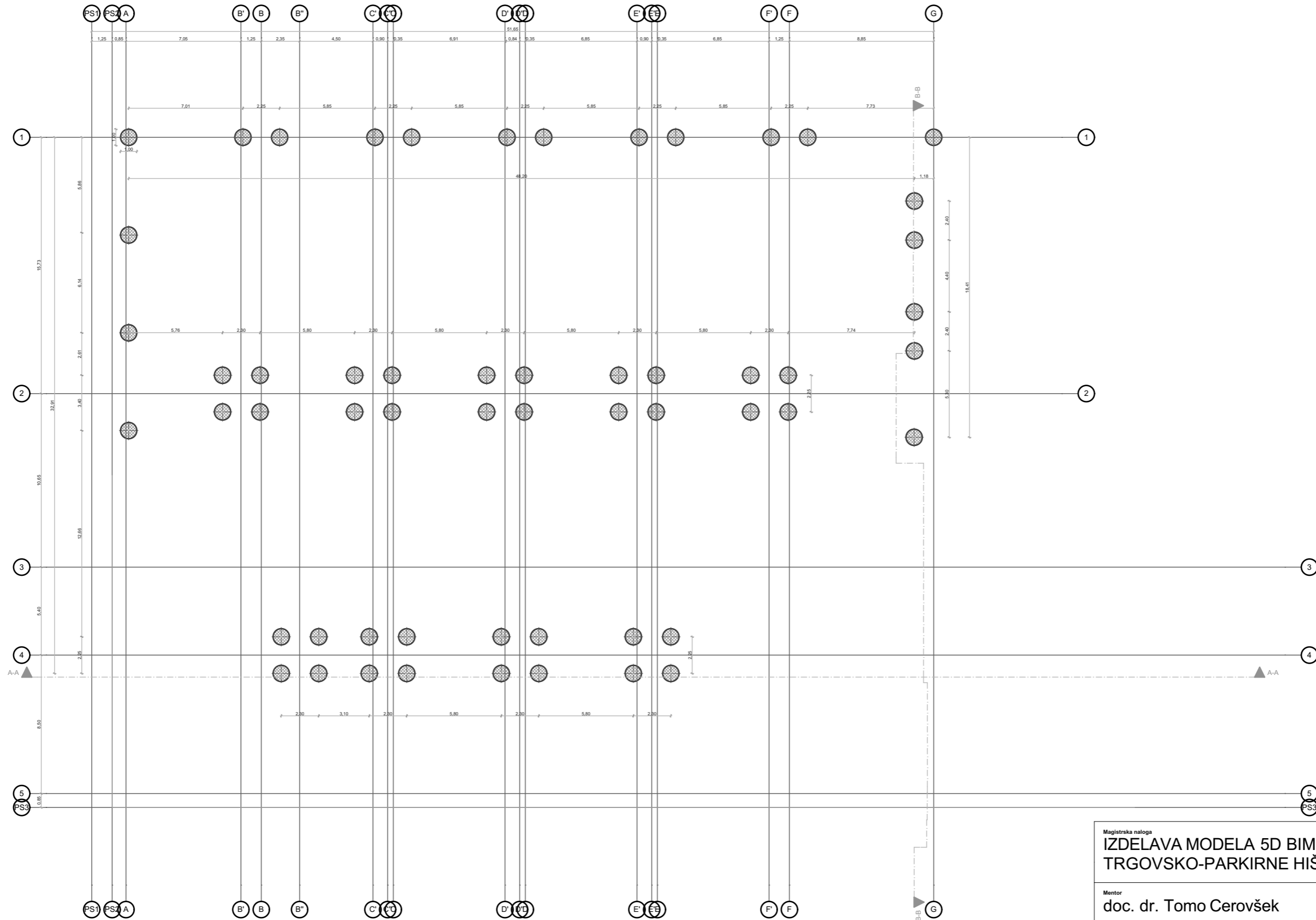
- [22] Spotidoc, 2016. Terminsko planiranje projektov.
<http://spotidoc.com/doc/2690835/terminsko-planiranje-projektov>. (Pridobljeno 31.10.2016.)
- [23] Nordahl Rolfsena, C., Merschbrock, C. 2016. Acceptance of construction scheduling visualizations: bar-charts. *Procedia Engineering* Volume 164, 558 – 566.
- [24] MR AS BUILT Inc. 2015. BIM 5D Modeling services
http://mrasbuilt.com/MAB_BIM_5D.html (Pridobljeno 12. 6. 2016.)

PRILOGA

- **PRILOGA A: NAČRTI STAVBE IN SCHEME STAVBNEGA POHIŠTVA**
- **PROLOGA B: POPISI**
- **PRILOGA C: TERMINSKI PLAN PROGRAMA SYNCHRO**
- **PRILOGA D: POPIS DODATNIH IZMER V PROGRAMU COSTX**

PRILOGA A:

- A.1.01 PILOTI
- A.1.02 TEMELJI IN PILOTNA STENA
- A.1.03 PRITLIČJE
- A.1.04 1. NADSTROPJE
- A.1.05 2. NADSTROPJE
- A.1.06 3. NADSTROPJE
- A.1.07 STREHA
- A.1.08 PREREZ
- A.2.01 FASADE
- A.2.02 FASADE
- A.2.03 SHEME

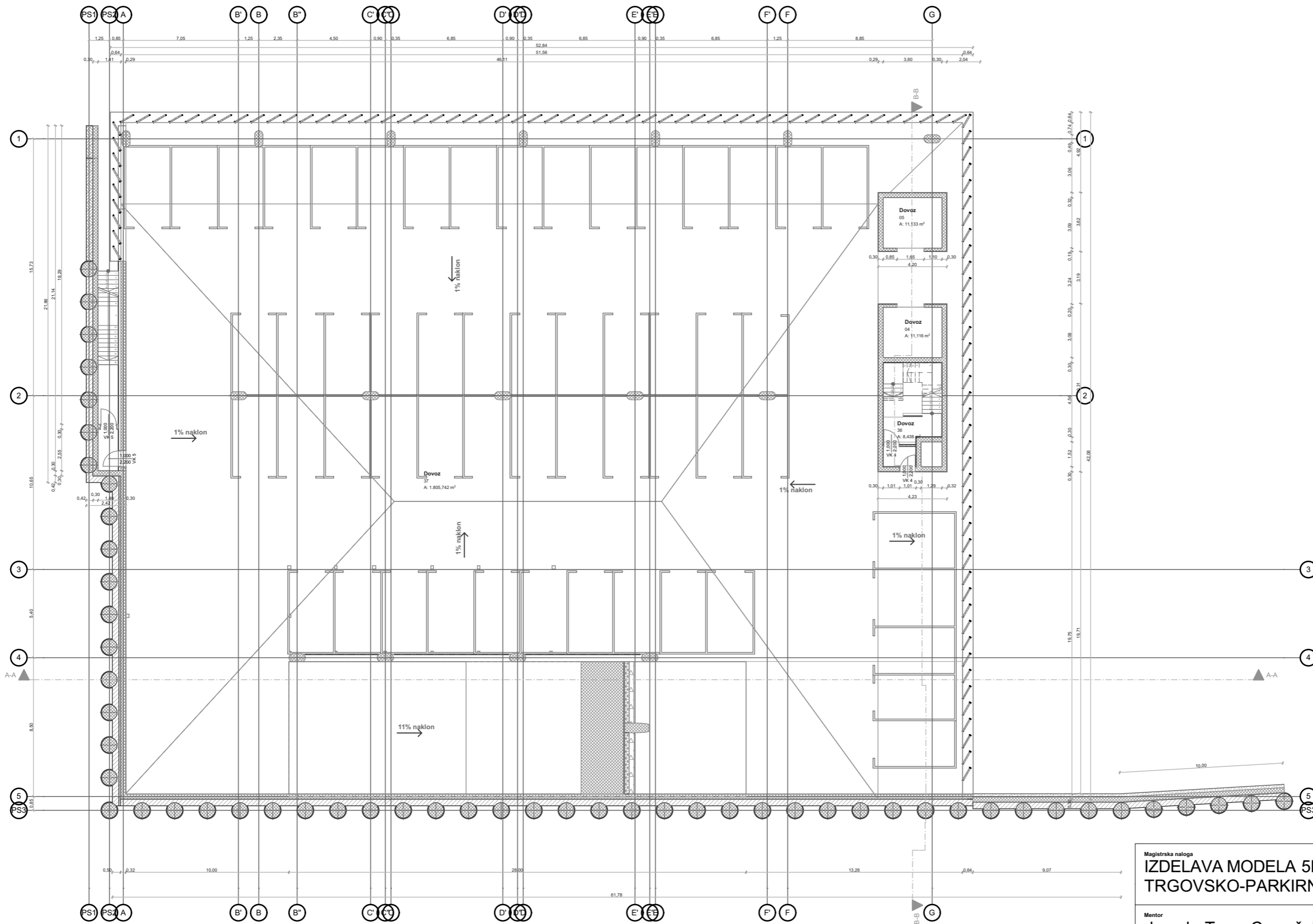


Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
Vsebinska načrta Piloti	
Merilo 1:250	Datum 22.12.2016
Št. lista A.01.1	Priloga A

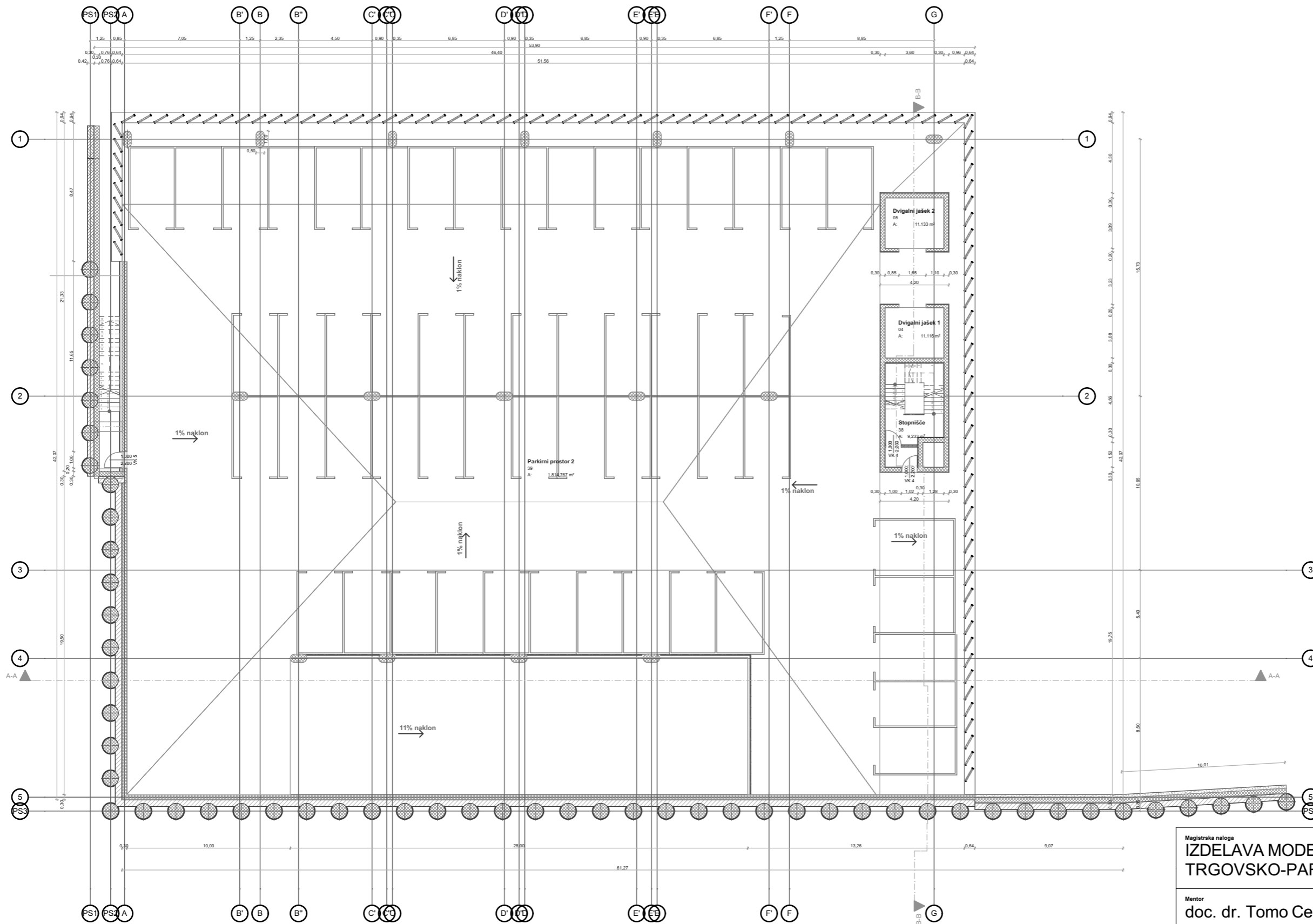


Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
Vsebinska načrta Pritličje	
Merilo 1:250	Datum 22.12.2016
Št. lista A.01.3	Priloga A

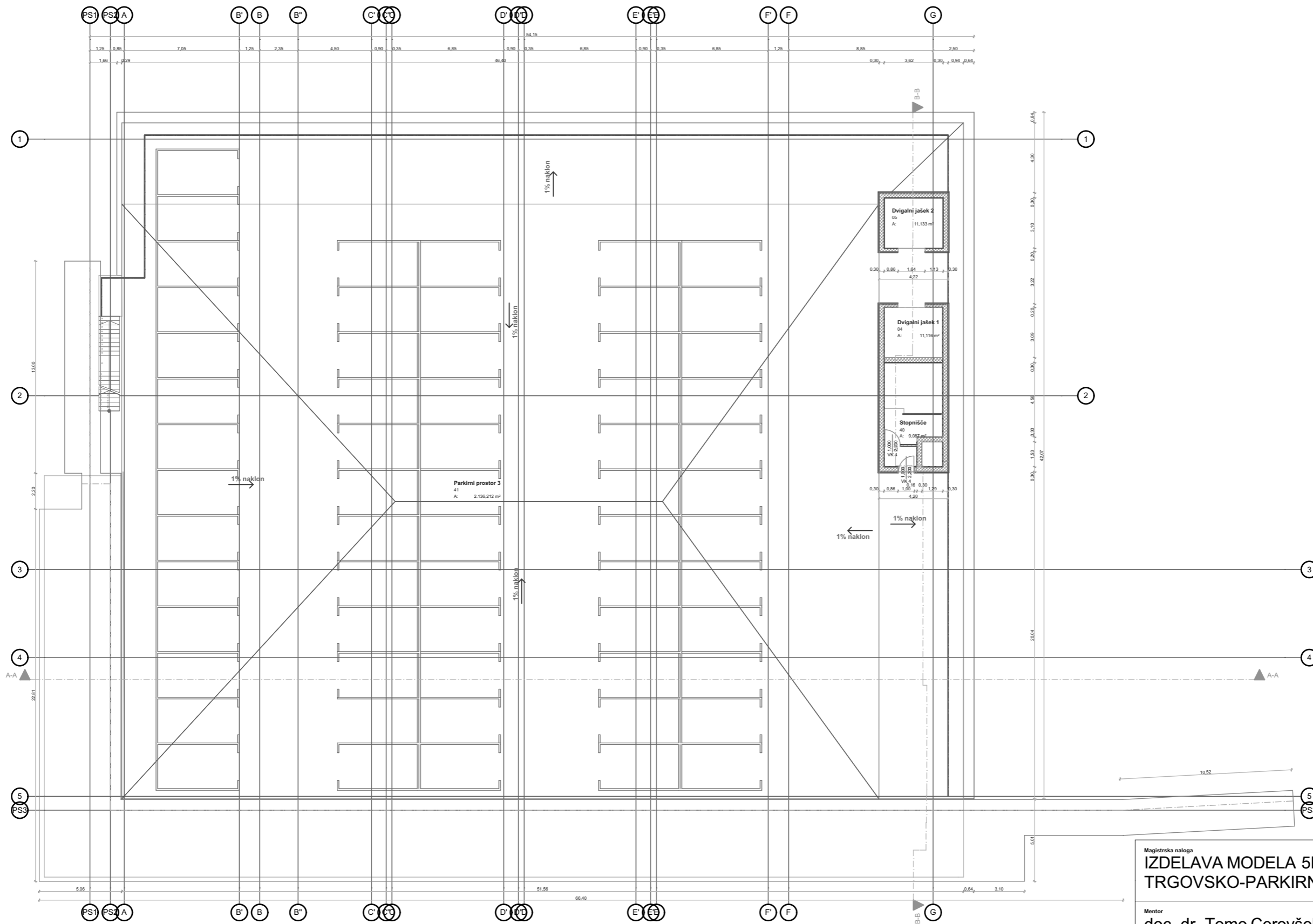
East Elevation



Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
Vsebinska načrta 1. Nadstropje	
Merilo 1:250	Datum 22.12.2016
Št. lista A.01.4	Priloga A



Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
Vsebinska načrta 2. Nadstropje	
Merilo 1:250	Datum 22.12.2016
Št. lista A.01.5	Priloga A

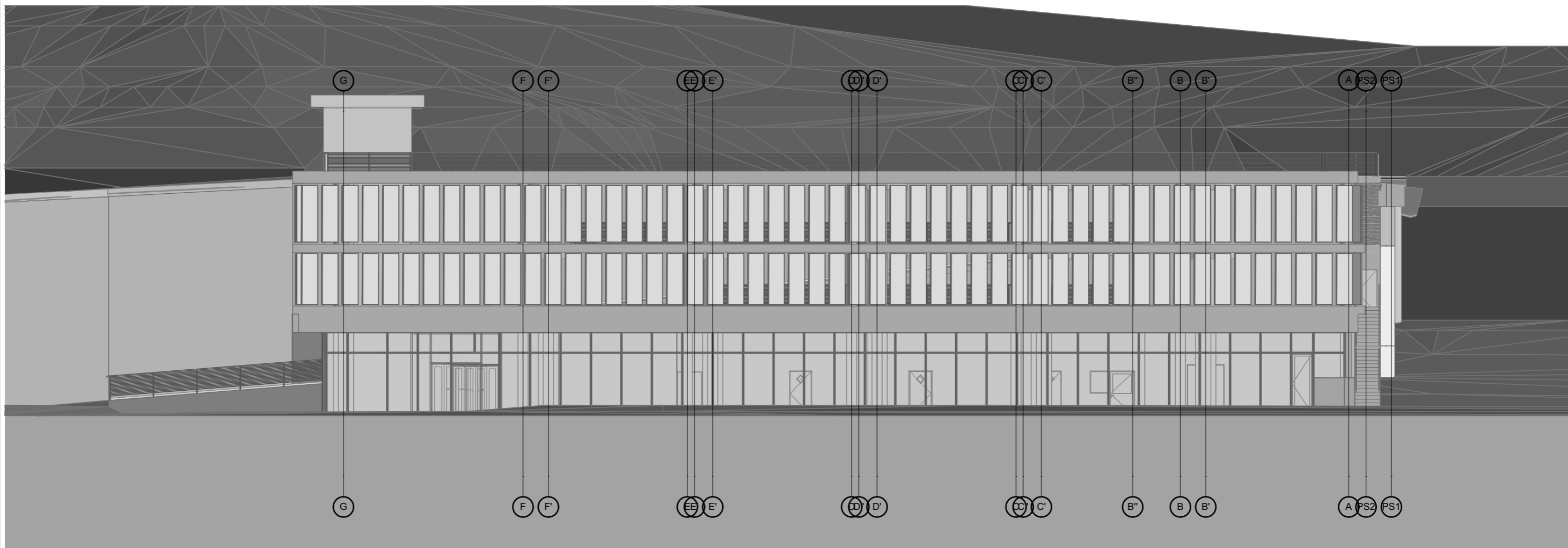


△ East Elevation

Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
Vsebinska načrta 3. nadstropje	
Merilo 1:250	Datum 22.12.2016
Št. lista A.01.6	Priloga A

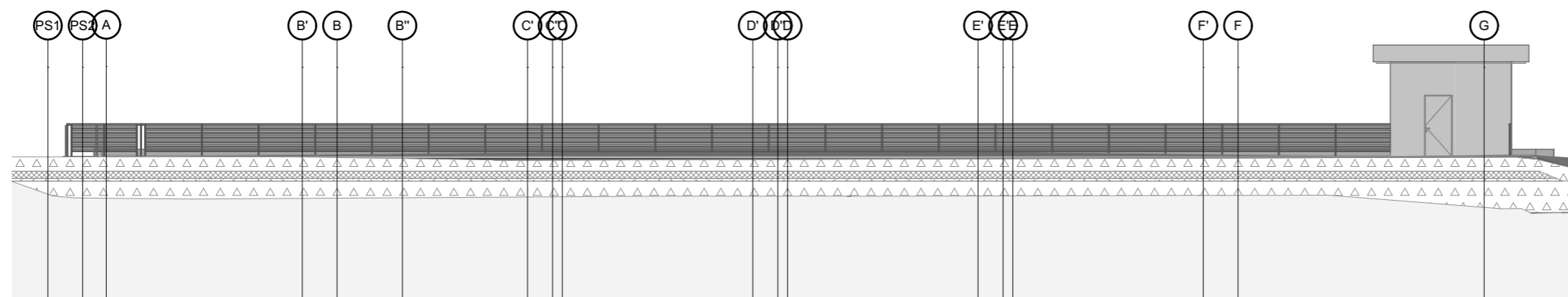


<small>Magistrska naloga</small> IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
<small>Mentor</small> doc. dr. Tomo Cerovšek	
<small>Avtor</small> Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo, UL FGG	
<small>Vsebina načrta</small> STREHA (1)	
<small>Merilo</small> 1:100	<small>Datum</small> 22.12.2016
<small>Št. lista</small> A.01.7	Priloga A



Severna fasada

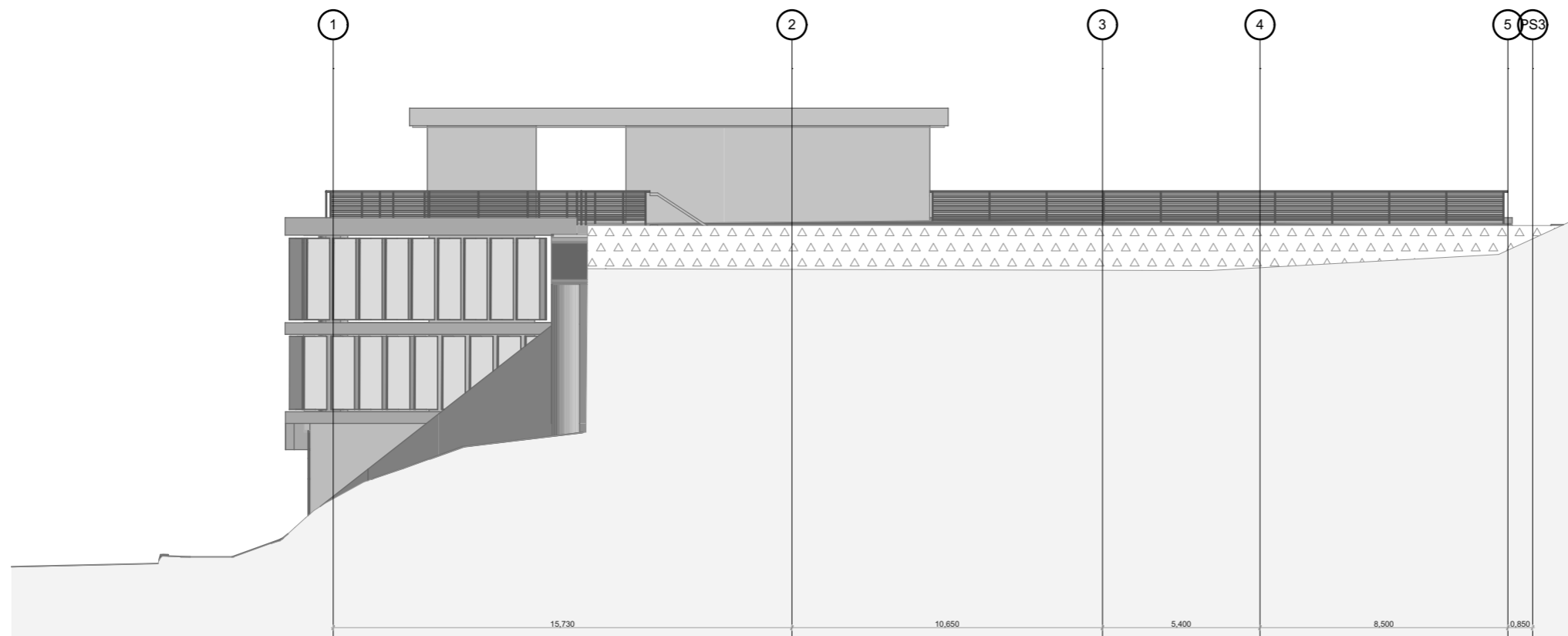
1:200



Južna fasada

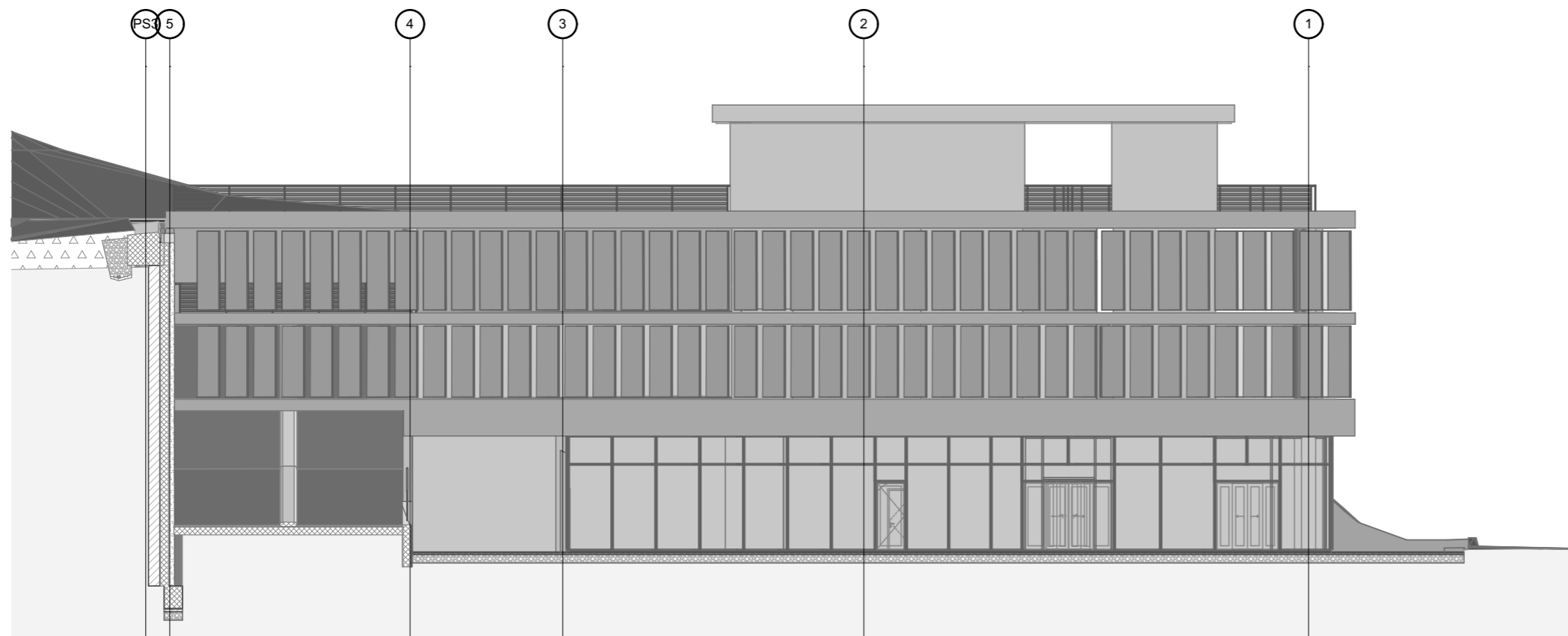
1:200

<small>Magistrska naloga</small> IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
<small>Mentor</small> doc. dr. Tomo Cerovšek	
<small>Avtor</small> Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo - UL FGG	
<small>Vsebina načrta</small> Severna fasada, Južna fasada	
<small>Merilo</small> 1:200	<small>Datum</small> 22.12.2016
<small>Št. lista</small> A.02.1	Priloga A



Zahodna Fasada



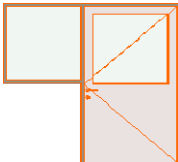
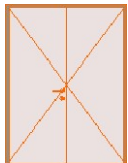
1:200


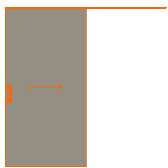
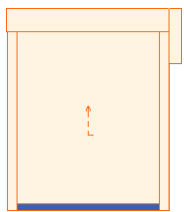
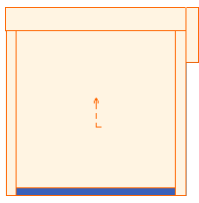
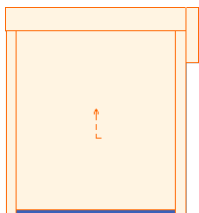


Vzhodna Fasada


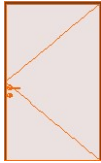


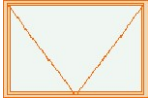
1:200

Magistrska naloga IZDELAVA MODELA 5D BIM ZA PROJEKT TRGOVSKO-PARKIRNE HIŠE	
Mentor doc. dr. Tomo Cerovšek	
Avtor Matjaž Skvarča	
Magistrski študij Stavbarstvo - UL FGG	
Vsebina načrta Zahodna Fasada, Vzhodna Fasada	
Merilo 1:200	Datum 22.12.2016
Št. lista A.02.2	Priloga A

Sheme stavbnega pohištva				
Ime vrat	Število	Širina x Višina	Orientacija	Shema pohištva
Lesena vrata				
	2	0,900x2,200	L	
	4	0,900x2,200	R	
Lesena vrata				
	1	1,160x2,160		
Kovinska vrata				
	1	1,500x2,200	R	

Drsna vrata v hladilnico				
	2	1,000x2,200	R	
	4	1,000x2,200	L	
Hitrotekoča vrata				
	1	1,800x2,500		
	1	2,000x2,300		
	1	2,000x2,600		

Kovinska vrata				
	1	0,900x2,200	L	
	1	1,100x2,200	L	
	2	0,900x2,200	R	
	2	1,200x2,200	L	
	3	1,000x2,200	L	

3	1,100x2,200		
3	1,200x2,200	L	
3	1,200x2,200	R	
7	1,000x2,200	R	
Alu okno			
1	1,800x1,350		

PRILOGA B:

- POPISI

OBJEKT

TRGOVSKO PARKIRNA HIŠA v Idriji

REKAPITULACIJA

GRADBENA DELA

REKAPITULACIJA	
i PRIPRAVLJALNA DELA	9.184,50 €
ii ZEMELJSKA DELA	138.761,06 €
iii PODPORNE KONSTRUKCIJE - PILOTNA STENA	246.254,41 €
iv TESARSKA DELA	191.767,00 €
v ARMIRANO-BETONSKA DELA	831.551,20 €
vi ZIDARSKA DELA	162.394,35 €
vii ASFALTERSKA DELA	50.183,65 €

GRADBENA DELA SKUPAJ :	1.630.096,18 €
------------------------	----------------

OBRTNIŠKA DELA	
i KROVSKA DELA	8.307,42 €
ii KLJUČAVNIČARSKA DELA	41.344,44 €
iii STAVBNO POHIŠTVO	320.900,00 €
iv MONTAŽNA DELA	95.698,56 €
v SLIKOPLESKARSKA DELA	7.283,87 €
vi KERAMIKA	81.095,98 €
vii KAMENA OBLOGA	13.408,05 €
viii DVIGALO	72.569,94 €

GRADBENA DELA SKUPAJ :	632.300,84 €
------------------------	--------------

GRADBENA + OBRTNIŠKA DELA	2.262.397,01 €
---------------------------	----------------

A. GRADBENA DELA

I. PRIPRAVLJALNA DELA

Ponudba za izvedbo mora vsebovati vse stroške za kompletno izdelavo pozicije, tudi če v popisu niso eksplicitno navedeni.

1	Izdelava varnostnega načrta, v skladu z določbami uredbe o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premečnih gradbiščih,	kos	1,00	990,00 €	990,00 €
2	Koordinacija varstva pri delu.	kos	1,00	330,00 €	330,00 €
3	Izdelava in dobava večje gradbiščne table izdelane iz belega akrilnega stekla, napisi iz plastificirane samolepilne folije, izdelana skladno z danimi navodili, kompletno z nosilno podkonstrukcijo in temelji za podkonstrukcijo.	kos	1,00	440,00 €	440,00 €
4	Odstranitev grmovja in dreves z debli premera do 10 cm ter vej na gosto porasli površini - ročno	kos	10,00	28,00 €	280,00 €
5	Postavitev varnostnih ograj višine 2,00m (Zaščita gradbišča, zaščita pred padanjem kamenja med rušenjem opornih zidov na obravnavanem območju skladno s tehničnim poročilom in varnostnim načrtom) V ograji predvideti vrata za dostop na gradbišče.	m1	230,00	7,15 €	1.644,50 €
11	Postavitev kontejnerjev za ločeno zbiranje gradbenih in drugih odpadkov v času gradnje, odvoz odpadkov po potrebi na trajno deponijo po pogodbi z lokalnim-regijskim izvajalcem komunalne dejavnosti. V ceni zajeti najem potrebnih kontejnerjev, transport do trajne deponije, stroške deponiranja, ter plačilo pripadajočih taks.	kos	1,00	3.850,00 €	3.850,00 €
12	Postavitev začasnih objektov na gradbišču za potrebe izvajalcev v času gradnje. Objekti so namenjeni za prostore vodstva gradbišča in nadzora, prostorom začasne deponije in skladišča materiala v času gradnje. V ceni zajeti postavitev objektov pred pričetkom del in odstranitev objektov po končani gradnji.	kos	1,00	1.650,00 €	1.650,00 €

PRIPRAVLJALNA DELA SKUPAJ

9.184,50 €

II. ZEMELJSKA DELA

Ponudba za izvedbo mora vsebovati vse stroške za kompletno izdelavo pozicije, tudi če v popisu niso eksplicitno navedeni.

Zemeljska dela splošno :

Za vsa zemeljska dela je privzeta III.kategorija zemljišča, širina izkopa 60cm od roba temelja in naravni kot trenja izkopa. Gradbeno jamo mora pred izvedbo temeljev pregledati geomehanik in ugotoviti skladnost temeljnih tal s predvideno obremenitvijo v statičnem izračunu. Eventuelne poškodbe in čiščenja javnih vozišč ter drugih površin zaradi prevozov bremenijo izvajalca. Izvajalec del mora posebej paziti na vse obstoječe komunalne in energetske priključke.

V cenah zemeljskih del je potrebno upoštevati ceno izdelave poročila nosilnosti peščenega nasipa

1	Široki izkop zrnate kamnine - 3.kategorije - strojno z nakladanjem (izkop gradbene jame. Izkop za drenažo med piloti, izkop za drenažni sistem ob AB vezni gredi)	m3	17.256,35	2,27 €	39.171,92 €
2	Široki izkop mehke kamnine - 4.kategorije - (sp. skitijskih plasti) pretežno s pnevmatskim izkopom z nakladanjem.	m3	1.492,67	2,59 €	3.866,03 €
3	Prevoz izkopenega materiala na začasno		1.718,63	0,90 €	1.546,77 €
4	Prevoz izkopenega materiala na razdaljo do 15km (prevoz, deponiranje, odškodnina, takse,) upoštevane tudi količine vrtanja AB pilotov, betonske konstrukcije in voziščna konstrukcija na platoju Barbare	m3	17.030,40	4,99 €	84.981,68 €
5	Vgradnja izkopenega materiala iz začasne deponije	m3	1.718,63	5,35 €	9.194,67 €
ZEMELJSKA DELA SKUPAJ					138.761,06 €

III. PODPORNE KONSTRUKCIJE - PILOTNA STENA

2	Nabava in vgradnja - izdelava uvrtenih kolov iz ojačenega cementnega betona, sistema Benotto, premera 100cm, izkop v vezljivi zemljini/zrnati kamnini dolžine 10 do 20m - uvrteni piloti premera 100cm, C25/30 skupne dolžine 762,78m (54 kom pilotov dolžin 13.18 - 13.94m)	m1	768,45	74,80 €	57.480,36 €
3	Dobava in postavitve rebastih žic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom do 12mm, za srednje zahtevno ojačitev (armaturni koš mikropilota) (OCENA 100kg/m3)	kg	38.422,70	0,72 €	27.664,34 €
4	Dobava in postavitve rebastih palic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom 14mm in večjim, za srednje zahtevno ojačitev (armaturni koš mikropilota) (OCENA 100kg/m3)	kg	38.422,70	0,68 €	26.127,44 €
5	Dobava in vgraditev cementnega betona C30/37 v prerezu nad 0,50 m3/m2-m1 - Beton za izvedbo vezne grede	m3	152,83	82,50 €	12.608,48 €
6	Dobava in postavitve rebastih žic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom do 12mm, za srednje zahtevno ojačitev (armatura vezne grede) (OCENA 120kg/m3)	kg	9.169,80	0,72 €	6.602,26 €
7	Dobava in postavitve rebastih palic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom 14mm in večjim, za srednje zahtevno ojačitev (armatura vezne grede) (OCENA 120kg/m3)	kg	9.169,80	0,68 €	6.235,46 €
8	Izdelava dvostranskega vezanega opaža za raven zid, visok do 2m (opaž za vezno gredo pilotne stene)	m2	273,50	12,65 €	3.459,78 €
9	Cev fi160 za izvedbo odprtih za vgradnjo prenapetih sider skozi AB vezno gredo	kos	53,00	13,20 €	699,60 €
10	Vrtanje vrtine, dobava, vgraditev, prednapenjanje in injektiranje trajnega geotehničnega trivrvnega sidra, dolžine 10 do 20m, geotehničnih sidra dolžine L=17m, Lv = 7m (eno sidro z dodatnim pramenom)	kom	9,00	1.271,60 €	11.444,40 €

11	Vrtanje vrtine, dobava, vgraditev, prednapenjanje in injektiranje začasnega geotehničnega trivrvnega sidra, dolžine 10 do 20m, geotehničnih sidra dolžine L=17m, Lv = 7m (eno sidro z dodatnim pramenom)	kom	18,00	953,70 €	17.166,60 €
12	Vrtanje vrtine, dobava, vgraditev, prednapenjanje in injektiranje začasnega geotehničnega trivrvnega sidra, dolžine 10 do 20m, geotehničnih sidra dolžine L=14m, Lv = 7m (eno sidro z dodatnim pramenom)	kom	9,00	785,40 €	7.068,60 €
13	Torkretiranje zidov z armaturo. Dobava betona in armature	m2	1.519,53	32,00 €	48.624,80 €
14	PREHODNA PLOŠČA				
15	Dobava in vgraditev cementnega betona C12/15 v prerezu nad 0,50 m3/m2-m1 - Podožni beton pod prehodno ploščo d=10cm	m3	35,52	75,27 €	2.673,59 €
16	Dobava in vgraditev cementnega betona C25/30 v prerezu nad 0,50 m3/m2-m1 - Beton za izvedbo prehodne plošče d=25cm	m3	90,26	95,51 €	8.620,73 €
18	Dobava in postavitve rebrastih žic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom do 12mm, za srednje zahtevno ojačitev (armaturni armatura prehodne plošče)	kg	3.610,40	0,72 €	2.599,49 €
19	Dobava in postavitve rebrastih palic iz visokovrednega naravno trdega jekla B500B s premerom 14mm in večjim, za srednje zahtevno ojačitev (armaturni prehodne plošče)	kg	3.610,40	0,68 €	2.455,07 €
20	ODVODNJAVANJE - PILOTNA STENA				
20	Izdelava vzdolžne drenaže, globoke 1,1 do 2,0 m, iz zmesi kamnitih zrn, obvite z geosintetikom, na podložni plasti iz cementnega betona - drenažna cev Ø110mm, perforacija 220° za vezno gredo AB pilotne stene	m	123,00	13,75 €	1.691,25 €
21	Drenažna cev Ø110mm, perforacija 220° vertikalna med piloti ovita v geosintetik	m	123,00	7,15 €	879,45 €
22	Dobava in vgraditev cementnega betona C12/15 v prerezu od 0,16 do 0,30 m3/m2-m1 (drenažni beton med piloti)	m3	28,60	75,27 €	2.152,72 €
III. PODPORNE KONSTRUKCIJE - PILOTNA STENA SKUPAJ					246.254,41 €

IV. TESARSKA DELA

Montaža, demontaža, ter čiščenje dvostranskega opaža betonskih pasovnih in točkovnih temeljev.

1	temelji nosilnih sten	m2	435,21	11,55 €	5.026,68 €
2	temelji predelnih sten	m2	212,54	11,55 €	2.454,84 €
3	Montaža, demontaža, ter čiščenje opaža roba AB talne plošče višine do 20 cm. in roba sten pri dvižni rampi ter poglobitvi strojnice	m1	85,50	6,05 €	517,28 €
Montaža, demontaža, ter čiščenje enostranskega opaža nosilne betonske stene debeline 30 cm, ob pilotni steni					
4	višina podpiranja do 5 m	m2	446,24	17,05 €	7.608,39 €
5	višina podpiranja do 3 m	m2	552,20	14,85 €	8.200,17 €

Montaža, demontaža ter čiščenje dvostranskega opaža nosilne betonske stene debeline 30 cm, ob zunanjem stopnišču					
6	višina podpiranja do 5 m	m2	217,26	15,40 €	3.345,80 €
7	višina podpiranja do 3 m	m2	264,84	12,65 €	3.350,23 €
Montaža, demontaža ter čiščenje dvostranskega opaža nosilne betonske stene debeline 30 cm, stene ob dovoznih rampah					
8	višina podpiranja do 5 m	m2	597,22	15,40 €	9.197,19 €
Opaženje zaokroženih betonskih stebrov dim. 100x50cm / obojestranska zaokrožitev r=25cm/ viden beton					
9	višina podpiranja do 5 m	m2	215,32	24,75 €	5.329,17 €
10	višina podpiranja do 3 m	m2	231,66	21,45 €	4.969,11 €
11	Opaženje robov zaokroženih vut betonskih stebrov dim. 300x250cm / obojestranska zaokrožitev r=125cm/ viden beton, višina vute 30 cm	m2	29,40	29,15 €	857,01 €
12	Montaža, demontaža ter čiščenje opaža poševne plošče dovozne rampe, višina podpiranja od 2,00 do 5,00m,	m2	544,60	15,40 €	8.386,84 €
Montaža, demontaža, ter čiščenje dvostranskega opaža nosilne betonske stene debeline 20 cm,					
13	višina podpiranja do 5 m	m2	198,20	15,40 €	3.052,28 €
14	višina podpiranja do 3 m	m2	265,81	12,65 €	3.362,50 €
15	Montaža, demontaža ter čiščenje opaža ravne plošče, višina podpiranja do 5,00m,	m2	1.921,54	14,30 €	27.478,02 €
Montaža, demontaža ter čiščenje opaža ravne plošče, višina podpiranja do 3,00m,					
16	etaže garaže - viden beton	m2	4.298,27	14,30 €	61.465,26 €
17	plošča nad stopniščem in jaški	m2	129,50	14,30 €	1.851,85 €
18	Montaža, demontaža ter čiščenje dvostranskega opaža roba/nosilca po obodu ravne plošče, višina podpiranja do 5,00m, (2,2m2/m1) viden beton,	m2	233,98	20,90 €	4.890,18 €
19	Montaža, demontaža ter čiščenje enostranskega opaža roba po obodu ravne plošče, višina podpiranja do 3,00m, viden beton, višina roba do 60 cm	m2	115,80	17,05 €	1.974,39 €
Montaža, demontaža ter čiščenje dvostranskega opaža AB stene debeline 20 cm,					
20	višina podpiranja do 5 m	m2	348,51	20,35 €	7.092,18 €
21	višina podpiranja do 3 m	m2	801,29	17,60 €	14.102,70 €
22	Opaž dvoramnih stopnic višine do 19cm, opaženje, razopaženje in čiščenje.	m2	28,54	24,56 €	700,94 €
23	Opaž roba stopniščnih ram, opaženje, razopaženje in čiščenje.	m2	25,00	24,56 €	614,00 €
24	Montaža, demontaža, ter čiščenje cevnege fasadnega odra višine do 10m.	m2	1.200,00	4,95 €	5.940,00 €

TESARSKA DELA SKUPAJ				191.767,00 €
-----------------------------	--	--	--	---------------------

**V. ARMIRANO-BETONSKA DELA
KONSTRUKCIJA**

1 izdelava uvrtnih pilotov premera 100cm dolžine do 90.30m (beton 0.78m ³ /m ¹ , armatura 69kg/m ¹ ,	m1	448,00	81,59 €	36.552,32 €
2 Podložni beton pod temelji (c8/10)	m2	43,81	75,27 €	3.297,58 €
3 Dobava in vgradnja betona v temelje (C25/30 XC2)	m3	404,77	95,51 €	38.659,58 €
4 Dobava in vgradnja betona v obodne stene (C25/30 XC2)	m3	420,90	96,77 €	40.730,53 €
5 Dobava in vgradnja betona v notranje stene (C25/30 XC2)	m3	45,72	97,59 €	22.117,41 €
6 Dobava in vgradnja betona v dvigalne jaške (C25/30 XC2)	m3	226,64	104,36 €	12.630,69 €
7 Dobava in vgradnja betona v stebre (C35/45 XC2)	m3	121,03	122,07 €	14.774,13 €
8 Dobava in vgradnja betona v rampe (C35/45 XC2)	m3	187,25	118,91 €	22.265,90 €
9 Dobava in vgradnja betona v talno ploščo(C35/45 XC2)	m3	302,60	119,91 €	36.284,77 €
10 Dobava in vgradnja betona v medetažne plošče (C35/45 XC2)	m3	1.595,91	110,69 €	176.651,28 €
11 Dobava in vgradnja armaturnih mrež	kg	195.000,00	0,73 €	142.350,00 €
12 Dobava in vgradnja rebraste armature do premera fi12mm	kg	96.000,00	0,72 €	69.120,00 €
13 Dobava in vgradnja rebraste armature premera nad fi12mm	kg	70.000,00	0,69 €	48.300,00 €
14 Dobava in vgradnja prednapetih kablov brez sovpreganja kvalitete 1680/185	kg	39.897,75	4,02 €	160.388,96 €
15 Štokan beton	m3	168,15	24,50 €	4.119,68 €
16 Dobava,ter vgrajevanje betona C25/30,prereza 0,12 do 0,20 m ³ /m ² v AB ploščo nad servisnimi prostori (ocena)	m3	19,55	103,10 €	2.015,61 €
17 Dobava in vgraditev betona C25/30,XC2 preseka v poševne plošče stopniščnih ram in podestov.	m3	7,66	96,77 €	741,26 €
18 Dobava in polaganje armaturnega železa v stopniščno konstrukcijo (Ocena: Volumen betona*100kg/m ³)	kg	766,00	0,72 €	551,52 €

ARMIRANO-BETONSKA DELA SKUPAJ				831.551,20 €
--------------------------------------	--	--	--	---------------------

VI. ZIDARSKA DELA

1 Izdelava horizontalne hidroizolacije: predhodno nameščena hidroizolacijska membrana iz HDPE, čepasta folija	m2	270,85	28,05 €	7.597,34 €
4 Izdelava horizontalne hidroizolacije Izotekt V4 na predhodni hladni premaz z ibitolom.	m2	1.949,00	7,83 €	15.260,67 €
5 Izdelava horizontalne hidroizolacije Izotekt V4 na predhodni hladni premaz z ibitolom. - garažna hiša	m2	5.319,70	7,54 €	40.110,54 €
6 Izdelava horizontalne hidroizolacije Izotekt P5M na predhodni vroč premaz z BITU-M lepilno zmesjo in hladni IBITOL E-5 hladni bitumenski premaz- streha garažne hiše (ali servidek-servipak)	m2	3.644,20	8,09 €	29.481,58 €

7	Izdelava vertikalne hidroizolacije v sestavi: - 1 x ibitol - 1 x izotekt V4	m2	280,79	7,76 €	2.178,93 €
8	Zidanje polnilnih zidov iz ytong zidakov, z vsemi sistemskimi elementi (horizontalne vezi..) zidano z belo lepilno malto - debelina stene 20cm	m3	36,79	154,00 €	5.665,66 €
9	Zidanje sten deb.15 cm, zidano z belo lepilno malto	m2	79,51	31,35 €	2.492,64 €
10	Dobava in polaganje enoslojne polietilenske folije nad toplotno izolacijo v tlaku	m2	1.744,07	0,72 €	1.255,73 €
11	Dobava in polaganje toplotne izolacije tal : iz EPS 200 plošč - po standardu SIST EN 13163:2013 v deb. 100mm	m2	1.744,07	9,90 €	17.266,29 €
12	Izdelava mikro armirano-cementnega estriha v vseh etažah v deb.6cm	m2	1.816,67	14,85 €	26.977,50 €
13	Izdelava strojnega tankoslojnega ytong notranjega stenskega ometa, glajenega, kompletno z vsemi vogalnimi profili, predhodnim impregnacijskim premazom npr.RIKOMBI GRUND (prodajni prostor)	m2	216,00	7,98 €	1.723,68 €
14	Izdelava strojnega tankoslojnega ytong notranjega stenskega ometa, kompletno z vsemi vogalnimi profili, predhodnim impregnacijskim premazom npr.RIKOMBI GRUND (servisni prostori trgovine)	m2	1.423,00	7,98 €	11.355,54 €
15	Dobava in izdelava fasadnega ometa na armirano mrežico debeline 2cm. Skupaj s pritrdili in toplotno izolacijo iz mineralne volne 10cm	m2	225,00	4,57 €	1.028,25 €

ZIDARSKA DELA SKUPAJ	162.394,35 €
-----------------------------	---------------------

VII. ASFALTERSKA DELA v in na objektu

1	Dobava in vgradnja asfaltadebeline 6 cm, etaže garažne hiše	m2	3.644,20	13,40 €	48.832,28 €
2	Dobava in vgradnja robnikov širine 15cm na robu kamenega tlaka (med trgovino in cesto)	m1	93,78	14,41 €	1.351,37 €

ASFALTERSKA DELA SKUPAJ	50.183,65 €
--------------------------------	--------------------

I KROVSKA DELA

1	Alu fasada na kovinski podkonstrukciji, Lokacija: streha	m2	184,20	45,10 €	8.307,42 €
---	---	----	--------	---------	------------

KROVSKA DELA SKUPAJ	8.307,42 €
----------------------------	-------------------

II KLJUČAVNIČARSKA DELA

1	Kovinska ograja z vzdolžnimi jeklenicami. (streha ter nadstropji)	m1	89,00	40,08	3.567,12 €
2	Ograja v stopnišču višine 1,00m. Inox stebrički ter steklenim polnilom med stebrički.	m1	20,06	88,60	1.777,32 €
3	Alu paneli, površina obdelana po želji projektanta, vijakačeni v stropno in talno konstrukcijo. Vključno s podkonstrukcijo. Dimen vičina: 2,5m, širina 0,9m in debelina 0,05m	kom	200,00	180,00	36.000,00 €
KLJUČAVNIČARSKA DELA SKUPAJ					41.344,44 €

III STAVBNO POHIŠTVO

ALU pohištvo

1	Alu fasadna stena s tremi drsnimi vrati in enimi krilnimi vrat. Skupne dolžine 50m+27m. Glej shemo v prilogi (342,59m ²)	kom	1,00	231.000	231.000,00 €
2	Notranja steklena stena z enimi drsnimi vrati. Skupne dolžine 8,5m. Glej shemo v prilogi (38,09m ²)	kom	1,00	25.500	25.500,00 €
3	Notranja alu steklena stena z drsnimi vrati dimenzije 3,1m. Glej sheme v prilogi (13,60m ²)	kom	1,00	3.500	3.500,00 €
4	Alu okno dimenzije 1,80x1,35m, glej sheme v prilogi	kom	1,00	750	750,00 €

VRATA

5	Klasična lesena notranja vrata V1 dimenzij 0,9x2,2m	kom	4,00	300,00	1.200,00 €
6	Lesena vrata V2 dimenzije 0,9x2,2m	kom	2,00	350	700,00 €
7	Lesena notranja vrata V3 s steklenim delom in oknom na strani. dimenzij 1,6x2,2m	kom	1,00	450	450,00 €
8	Zunanja dvokrilna kovinska vrata V4 v tehnični prostor dimenzij 1,5x2,2m	kom	1,00	600	600,00 €
9	Notranja leva kovinska drsna vrata v hladilnico dimenzij 1x2,2m	kom	2,00	850	1.700,00 €
10	Notranja desna kovinska drsna vrata v hladilnico dimenzij 1x2,2m	kom	4,00	850	3.400,00 €
11	Hitrotekoča notranja vrata prehod trgovski prostor-skladišče. Poganja jih električni motor dimenzij 1,8x2,5m	kom	1,00	11.000	11.000,00 €
12	Hitrotekoča zunanja vrata prehod dostava-skladišče. Poganja jih električni motor dimenzij 2,0x2,3m	kom	1,00	13.000	13.000,00 €
13	Hitrotekoča notranja vrata prehod skladišče-skladišče. Poganja jih električni motor dimenzij 2,0x2,6m	kom	1,00	14.500	14.500,00 €
14	Kovinska notranja vrata dimenzij 1,2x2,2m	kom	8,00	550	4.400,00 €
15	Kovinska notranja vrata dimenzij 0,9x2,2m	kom	2,00	450	900,00 €
16	Kovinska notranja vrata dimenzij 1,0x2,2m	kom	3,00	500	1.500,00 €
17	Kovinska notranja vrata s karo zasteklitvijo, prehod skladišče- trgovski prostor(delikatesa) dimenzij 1,1x2,2m	kom	3,00	750	2.250,00 €
18	Kovinska zunanja vrata s panik kljuko dimenzij 1,0x2,2m	kom	7,00	650	4.550,00 €
STAVBNO POHIŠTVO SKUPAJ					320.900,00 €

IV MONTAŽNA DELA

1.00 Montažne pregradne stene in obloge

Dobava in montaža montažne pregradne samostoječe stene.

debelina stene 10,0 cm

- tipski profili po standardu za steme W112
- izdelava odprtih za vgradnjo inštalacijskih elementov

- bandažiranje in kitanje stikov med mavčno kartonskimi ploščami

- bandažiranje in kitanje stikov med montažnimi stenami in drugimi konstrukcijami objekta

- izdelava odprtih za vrata in izrezi okoli inštalacij.

- višina sten 3-5 m

enostransko dvojne vlagoodporne plošče 2x,	m2	32,61	36,23 €	1.181,46 €
--	----	-------	---------	------------

enostransko dvojne navadne plošče 2x, pritrjene na nosilno konstrukcijo.

toplotna izolacija 8cm mineralna volna	m2	32,61	11,00 €	358,71 €
--	----	-------	---------	----------

Spuščeni stropovi

2 Spuščen mavčnokartonski strop, v postavki je zajeto:

- pocinkana vešala, pritrjevanje na kovinski panelni strop

- kovinska nerjaveča podkonstrukcija, serijske izdelave

- mavčno kartonske plošče debeline minimalno 12,5 mm

- izdelava odprtih za vgradnjo inštalacijskih elementov in luči.

- lokacijo in velikost izrezov mora označiti inštalater po projektu inštalacij!

- bandažiranje in izravnavanje stikov

- slikanje z disperzijsko barvo je zajeto v Slikopleskarskih delih

- strop nad prodajnim prostorom, strop na višini 5 m	m2	1.735,00	25,88 €	44.901,80 €
--	----	----------	---------	-------------

- strop nad hladilnicami	m2	143,46	25,88 €	3.712,74 €
--------------------------	----	--------	---------	------------

- obloga stropa dovozne rampe	m2	191,47	25,88 €	4.955,24 €
-------------------------------	----	--------	---------	------------

3 Dobava in montaža toplotne izolacije pod stropove

- toplotna izolacija 8cm mineralna volna + parna zapora	m2	143,46	14,50 €	2.080,17 €
---	----	--------	---------	------------

- toplotna izolacija 24cm mineralna volna + parna zapora	m2	1.878,46	20,50 €	38.508,43 €
--	----	----------	---------	-------------

skupaj montažna dela				95.698,56 €
----------------------	--	--	--	-------------

V SLIKOPLESKARSKA DELA

1 Dobava in 2x slikanje mavčnokartonskih sten in stropov, z barvo kor npr: JUPOL ali enakovredno v navedenih tonih. V ceni je upoštevati:

- nanos temeljnega opleska

- 2x slikanje z barvo

-stene, strop, v barvi po izbiri projektanta	m2	2.102,54	2,36 €	4.961,99 €
--	----	----------	--------	------------

2 Obdelava zidane stene v hodniku in skladiščnih prostorih, v postavki je upoštevati:

- 2x kitanje in vmesno brušenje

- nanos temeljnega opleska

- 2x slikanje z barvo	m2	312,70	7,20 €	2.251,44 €
-----------------------	----	--------	--------	------------

3 Slikanje armiranobetonskih stopnic s poldisperzijsko barvo, krpanje, osnovni in 2x končni premaz.	m2	33,54	2,10 €	70,43 €
---	----	-------	--------	---------

skupaj slikopleskarska dela	7.283,87 €
-----------------------------	------------

VI Keramika

1.00 Dobava in polaganje talnih NEDRSEČIH R9 gres ploščic dim. 50/50cm, s fugami 2,5mm, ploščice se polagajo na lepilo in fuge polnijo z fugirno maso, z vsemi pomožnimi deli in prenosi. Lokacija: prodajni prostor	m2	1.552,00	44,28 €	68.722,56 €
2 Dobava in polaganje talnih NEDRSEČIH R9 gres ploščic dim. 50/50cm, s fugami 2,5mm, ploščice se polagajo na lepilo in fuge polnijo z fugirno maso, z vsemi pomožnimi deli in prenosi. Lokacija: servisni in skladiščni prostori	m2	215,45	44,28 €	9.540,13 €
3 Dobava in polaganje talnih NEDRSEČIH R9 gres ploščic dim. 30/30cm, s fugami 2,5mm, ploščice se polagajo na lepilo in fuge polnijo z fugirno maso, z vsemi pomožnimi deli in prenosi. Lokacija: medetažna konstrukcija	m2	32,44	44,28 €	1.436,44 €
4 Dobava in polaganje talnih NEDRSEČIH R9 gres ploščic dim. 30/30cm, s fugami 2,5mm, ploščice se polagajo na lepilo in fuge polnijo z fugirno maso, z vsemi pomožnimi deli in prenosi., srednji cenovni razred; Lokacija: stopnice	m2	38,27	36,50 €	1.396,86 €

skupaj keramičarska dela	81.095,98 €
--------------------------	-------------

VII KAMENA OBLOGA

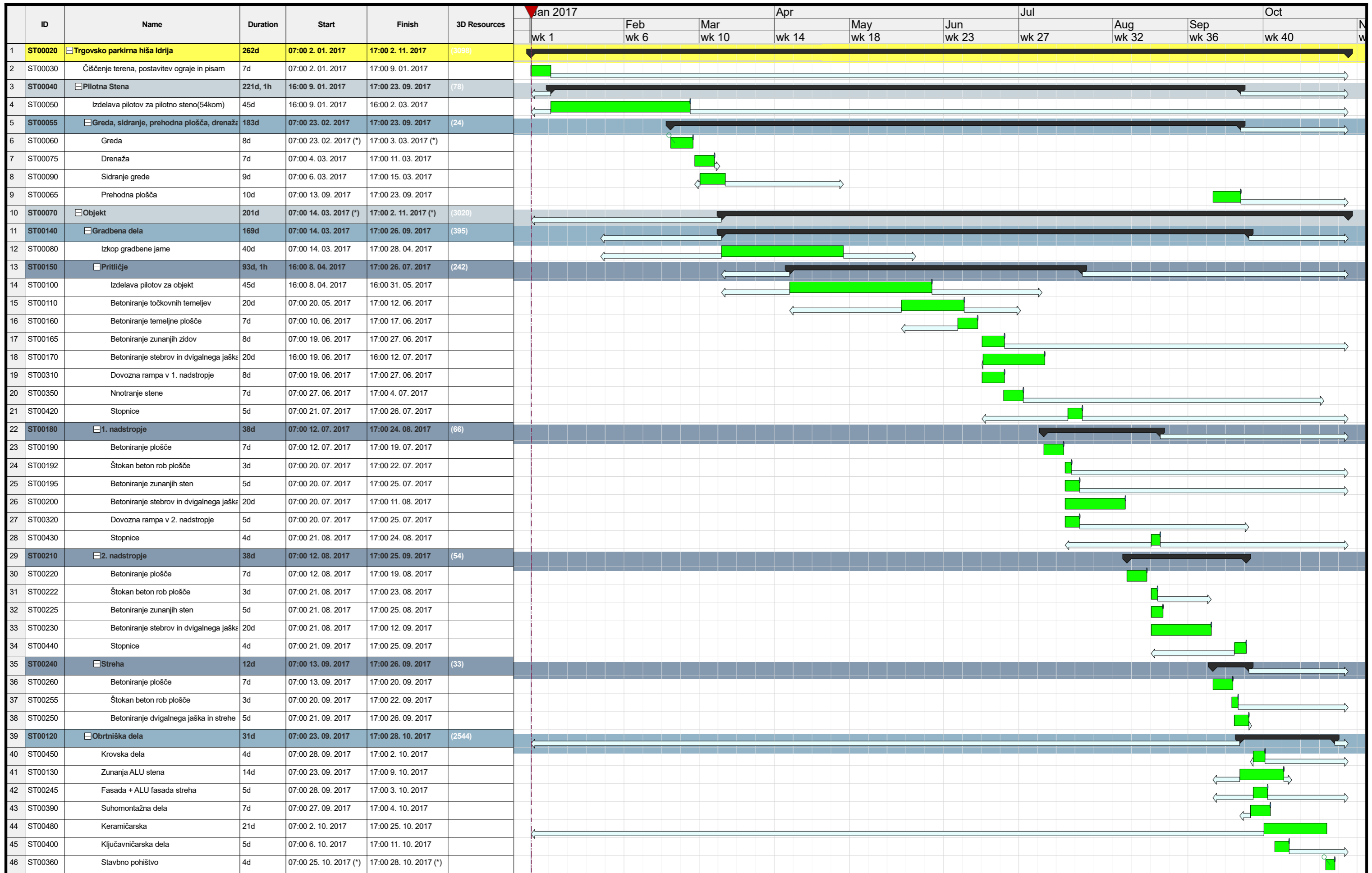
1 izdelava tlaka pred vhodom	m2	376,71	34,10 €	12.845,81 €
2 obloga pilotne stene z zidanim kamnom	m2	17,57	32,00 €	562,24 €
KAMENA OBLOGA SKUPAJ				13.408,05 €

VIII DVIGALO

1 Dvigalo z višino 15,2m Kovinske izvedbe 4 etaže, š. kabine 3,6m, dolžina 2,9m	kom	2,00	36.284,97 €	72.569,94 €
DVIGALO SKUPAJ				72.569,94 €

PRILOGA C:

- TERMINSKI PLAN



Project title	Dated	2. 01. 2017	Drawn by	Administrator	Programme No
Programme title	Rev No		Rev comments		
Client	Notes				



PRILOGA D:

- POPIS DODATNIH IZMER COSTX

Project: TPH Idrija 5D izmere	Details: Dodatne izmere v stopnišču
Building: TPH IDRILJA	

Code	Description	Quantity	Unit	Rate	Total
1	Opaž dvoramnih stopnic višine do 19cm, opaženje, razopaženje in čiščenje.	28,54	m2		
2	Opaž roba stopniških ram, opaženje, razopaženje in čiščenje.	25,00	m1		
3	Dobava in vgraditev betona C25/30, XC2 preseka do 0,20 m ³ /m ² v poševne plošče stopniških ram in podestov.	7,66	m3		
4	Dobava in polaganje armaturnega železa v stopniško konstrukcijo (Ocena: Volumen betona*100kg/m3)	766,00	kg		
5	Ograja v stopnišču višine 1,00m. Inox stebrički ter steklenim polnilom med stebrički.	20,06	m		
6	Dobava in polaganje talnih NEDRSEČIH R9 gres ploščic dim. 30/30cm, s fugami 2,5mm, ploščice se polagajo na lepilo in fuge polnijo z fugirno maso, z vsemi pomožnimi deli in prenosi., srednji cenovni razred; stopnice	38,27	m2		
7	Slikanje armiranobetonskih stopnic s poldisperzijsko barvo, krpanje, osnovni in 2x končni premaz.	33,54	m2		