

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:

Kastelic, A., 2016. Primer uporabe federacijskega modela za izdelavo 5D BIM. Diplomski nalogi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Cerovšek, T.): 55 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5816/>

Datum arhiviranja: 12-10-2016

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:

Kastelic, A., 2016. Primer uporabe federacijskega modela za izdelavo 5D BIM. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Cerovšek, T.): 55 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5816/>

Archiving Date: 12-10-2016

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

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
KONSTRUKCIJSKA SMER**

Kandidatka:

ANA KASTELIC

**PRIMER UPORABE FEDERACIJSKEGA MODELA ZA
IZDELAVO 5D BIM**

Diplomska naloga št.: 3507/KS

**A USE CASE OF FEDERATED MODEL FOR THE
DEVELOPMENT OF 5D BIM**

Graduation thesis No.: 3507/KS

Mentor:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Ljubljana, 15. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Spodaj podpisana študentka Ana Kastelic, vpisna številka 26106676 , avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Primer uporabe federacijskega modela za izdelavo 5D BIM.

IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila 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: 26. 8. 2016

Podpis študentke:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.946:624(043.2)
Avtor:	Ana Kastelic
Mentor:	doc. dr. Tomo Cerovšek
Somentor:	/
Naslov:	Primer uporabe federacijskega modela za izdelavo 5D BIM
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	55 str., 4 pregl., 2 graf., 42 sl., 11 pril.
Ključne besede:	BIM, 5D model, OpenBIM, ArchiCAD, Tekla Structures, MS Project, Navisworks

Izvleček

Informacijsko modeliranje zgradb BIM (*angl. Building information modeling*) nudi sodoben način projektiranja, izvedbe in upravljanja stavb. V diplomski nalogi sem želela predstaviti prednosti uporabe BIM, s poudarkom na uporabi federacijskega modela in pristopu OpenBIM.

Za demonstracijo pristopa sem izbrala objekt poslovno-trgovskega centra v Grosupljem in izdelala model 5D BIM. Konkreten primer je služil kot osnova za prikaz prednosti in učinkov metodologije BIM. Pri delu sem uporabila štiri programska orodja. In sicer: ArchiCAD 19 za model arhitekture, Tekla Structures 20.0 za model konstrukcij, MS Project 2016 za terminski plan ter Navisworks manage 2016 za izdelavo modela 4D BIM in modela 5D BIM.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	004.946:624(043.2)
Author:	Ana Kastelic
Supervisor:	prof. Tomo Cerovšek, Ph.D.
Co-supervisor:	/
Title:	A use case of federated model for the development of 5D BIM
Document type:	Graduation Thesis – University studies
Notes:	55 p., 4 tab., 2 graph., 42 fig., 11 ann.
Key words:	BIM, 5D model, OpenBIM, ArchiCAD, Tekla Structures, MS Project, Navisworks

Abstract

Building information modeling (BIM) offers a contemporary support to design, construction and management of buildings. In this thesis, my intention was to present advantages of BIM, with an emphasis on the federated models and OpenBIM approach.

In order to demonstrate BIM, I chose the business-shopping center in Grosuplje and developed a 5D model of it. This concrete case was useful as a basis for demonstrating all benefits and effects of BIM methodology. Four software tools were used: ArchiCAD 19 to design architectural model, Tekla Structures 20.0 to develop construction model, MS Project 2016 to plan a schedule to build and Navisworks manage 2016 to develop 4D and 5D model.

ZAHVALA

Za pomoč in usmeritve pri nastajanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju doc.dr. Tomu Cerovšku.

Podjetju GRO-GRAD d.o.o. gre zahvala za posredovano dokumentacijo obravnavane stavbe »Poslovno trgovski objekt Grosuplje«.

Posebna zahvala gre družini in Mitji, ki so me podpirali v času študija, ter sošolcem, s katerimi smo lepo preživeli študijska leta.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Problem	1
1.2	Cilj in namen	2
1.3	Metode dela	2
2	INFORMACIJSKO MODELIRANJE ZGRADB	4
2.1	Uporaba BIM	4
2.1.1	BIM in življenjski cikel gradbenih objektov	4
2.1.2	Stopnje zrelosti uporabe BIM v gradbeni industriji	6
2.1.3	Projektiranje pred BIM in primerjava CAD in BIM	7
2.2	Prednosti in koristi, slabosti, problemi in pasti BIM	8
2.2.1	Prednosti in koristi	8
2.2.2	Slabosti	10
2.2.3	Problemi in pasti	10
2.2.4	Stroški in učinki BIM	11
2.3	Pristop BIM s federiranimi modeli in OpenBIM	12
2.3.1	Federacijski model	12
2.3.2	Izmenjava podatkov med modelom arhitekture in modelom konstrukcij	14
2.3.3	»OpenBIM« koncept in standardi v BIM za izmenjavo podatkov	16
2.3.4	BIM standardi - izmenjava podatkov	17
2.3.5	Prednosti uporabe standarda IFC	19
2.3.6	Programska okolja, ki podpirajo IFC	20
3	MODELIRANJE MODELOV ARHIKTEKTURE IN KONSTRUKCIJ	21
3.1	Zasnova in opis konstrukcije	21
3.2	Modeliranje modela arhitekture	24
3.2.1	Splošno o programu ARCHICAD	24
3.2.2	Potek modeliranja	25
3.3	Modeliranje modela konstrukcij	28
3.3.1	O programu Tekla Structures 20.0	28
3.3.2	Uporaba referenčnega modela	29
3.3.3	Armiranje elementov	30
3.4	Usklajevanje in komunikacija na osnovi modelov BIM	32
3.4.1	Tekla BIMsight	32
3.4.2	Tekla Web Viewer	32
3.4.3	Zaznavanje kolizij	33
3.5	Izdelava računskega modela na osnovi modela BIM	34

3.5.1	Analiza konstrukcije	36
3.5.2	SAP2000	37
4	TERMINSKI PLAN IN MODEL 4D BIM	38
4.1	Vrste operativnega planiranja	38
4.2	Izdelava terminskega plana	39
4.3	Simulacija poteka gradnje	42
5	STROŠKOVNO OVREDNOTENJE PROJEKTA in MODEL 5D BIM	45
5.1	Stroški projekta in kalkulativna cena	45
5.2	Simulacija gradnje	49
6	ZAKLJUČEK	52
VIRI	53

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: BIM standardi [12]	18
Preglednica 2: primer izračuna cene za armaturno železo	47
Preglednica 3: primer izračuna cene za betonska dela	47
Preglednica 4: tabelarični prikaz stanja stroškov	49

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1 : napredek v primerjavi s stroški	48
Grafikon 2: način prikaza stanja stroškov.....	48

KAZALO SLIK

Slika 1: shema postopka izdelave diplomske naloge	3
Slika 2: življenjski cikel gradbenega objekta.....	5
Slika 3: faze gradnje s pripadajočimi strokovnjaki in ostalimi [6].....	5
Slika 4: stopnje zrelosti BIM [10]	7
Slika 5: gradniki CAD in BIM [7]	8
Slika 6: primerjava porabe časa za projektiranje, izdelavo dokumentacije in koordinacijo projekta z BIM ali klasičnim 2D CAD [8].....	10
Slika 7: stroški in učinki BIM-a [6].....	11
Slika 8: shematski prikaz izdelave federativnega modela, iz katerega na enem mestu pridobimo vse podatke o objektu [14]	12
Slika 9: člani projektne ekipe na skupnem modelu BIM [3].....	13
Slika 10: projektna dokumentacija BIM [4]	14
Slika 11: koraki izmenjave podatkov med ArchiCAD in Tekla Structures [5].....	15
Slika 12: povezanost BIM standardov [13]	19
Slika 13: (tlorisna) lega objekta na dejanski lokaciji z označenimi smermi neba [16]	22
Slika 14: model konstrukcije modeliran s program ArchiCAD (pogled na vhodno stran).....	23
Slika 15: model konstrukcije modeliran s program ArchiCAD (pogled na garažno stran)	23
Slika 16: določitev višinskih lastnosti stene	25
Slika 17: primer izrisa tlorisa (kletni prostori)	26
Slika 18: primer prereza skozi jedro objekta.....	27
Slika 19: primer pogleda na objekt.....	27
Slika 20: izbira vlog in nastavitev v Tekla Structures	28
Slika 21: izdelan konstrukcijski model celotne konstrukcije v programu Tekla Structures.....	29
Slika 22: možnost pogleda na le del konstrukcije – 1. nadstropje.....	30
Slika 23: primer komponent iz knjižnice elementov	30
Slika 24: primer izdelave ročnega vnosa armature.....	31
Slika 25: primer izvlečka armature	31
Slika 26: primer detajla armiranja konstrukcije: stik na vogalu – steber in AB plošča	32
Slika 27: primer ugotovljene kolizije	33
Slika 28: primer popravljene kolizije iz slike 27.....	34
Slika 29: primer izbire obtežbe	34
Slika 30: primer določitve obtežbe	35
Slika 31: primer izdelanega računskega modela plošče in seznam računskih modelov	35
Slika 32: model konstrukcije dvigalnega jaška v kleti	36
Slika 33: računski model dvigalnega jaška v kleti.....	36

Slika 34: interoperabilnost računalniških orodij [22].....	37
Slika 35: primer gantograma	39
Slika 36: primer izvoza količin za stene 2.nadstropja iz ArchiCAD-a	40
Slika 37: prikaz seznama uvoženih podmodelov v programu Navisworks manage 2016	42
Slika 38: prikaz skupin elementov na seznamu in modelu (Navisworks Manage 2016).....	43
Slika 39: prikaz TimeLiner-ja v Navisworks manage 2016	44
Slika 40: izrezki simulacije (4D model).....	44
Slika 41: Timeliner s podatki o stroških (Navisworks manage 2016)	50
Slika 42: izrezki simulacije	50

OKRAJŠAVE

BIM Building information modeling (Informacijsko modeliranje zgradb)

CAD Computer Aided Design

IFC Industry Foundation Class

IDM Information Delivery Manuals

MVD Model View Definition

IFD International Framework for Dictionaries

1 UVOD

Gradbena industrija je še vedno ena izmed ključnih panog gospodarstva v Sloveniji, čeprav je v zadnjih nekaj letih višina investicij v gradbena dela padla. Deloma zaradi razmer na trgu, deloma zaradi slabe in »zastarele« organizacije dela v podjetjih. Pomembno je, da se tega v gradbeništvu zavedamo in posledično optimiziramo procese ne samo pri projektiranju in izvajanju, ampak tudi pri samem upravljanju z objekti.

Izvedba projektov je proces, ki zahteva dobro sodelovanje strokovnjakov in ostalih udeležencev, saj so le tako lahko projekti uspešno izvedeni. Za običajen način projektiranja, ki se ga v pretežni meri uporablja še danes, je značilno, da dela vsak strokovnjak svoje načrte na nezadostnih ali zastarelih podlogah, kar pomeni, da na enem objektu lahko pride do precejšnjih odstopanj med načrti različnih strok. Problem pri tem je predvsem to, ker se napake oz. probleme odkriva in rešuje prepozno, največkrat kar na gradbišču med samim izvajanjem. Tako pride do zamud pri gradnji ali do odstopanj pri finančnem okviru investicije zaradi nepredvidenih in dodatnih del, za kar je v veliki meri lahko kriva napaka, storjena že v fazi projektiranja.

BIM (*angl. Building information modeling*) ponuja usklajeno rešitev, s katero se probleme zazna že v fazi projektiranja in jih s sodelovanjem udeležencev projekta takrat tudi reši. Vključuje tudi nadziranje in sledenje razvoju projekta med gradnjo, če vse poteka po planu, saj se morebitne napake ali spremembe hitro zazna in reši. Tako je izvedba hitrejša, učinkovitejša in bolj transparenta, kasneje imamo tudi pregled nad časom izvajanja in stroški izvajanja ter upravljanja.

BIM bo v prihodnosti postal edini način dela pri procesu projektiranja, izvedbi gradbenih projektov in pri upravljanju s stavbami, t. j. v celotni življenjski dobi objekta. BIM je sinonim za virtualno gradnjo oz. model virtualne gradnje, ki vsebuje vse potrebni podatke na enem mestu (načrti, popisi količin, stroškovne ocene, terminski plani, vizualni izgled itd.).

1.1 Problem

V nadaljevanju diplomske naloge je predstavljena problematika: Kako izdelati model 5D BIM s pomočjo neodvisnih, vendar povezanih federacijskih informacijskih modelov zgradb. Postopek se prične z zasnovo modela arhitekture ter nadaljuje z izdelavo konstrukcijskega modela. Na osnovi modela bi želeli določiti terminski plan za samo izvedbo del in izračunati stroške gradnje oziroma investicije na osnovi modelov.

1.2 Cilj in namen

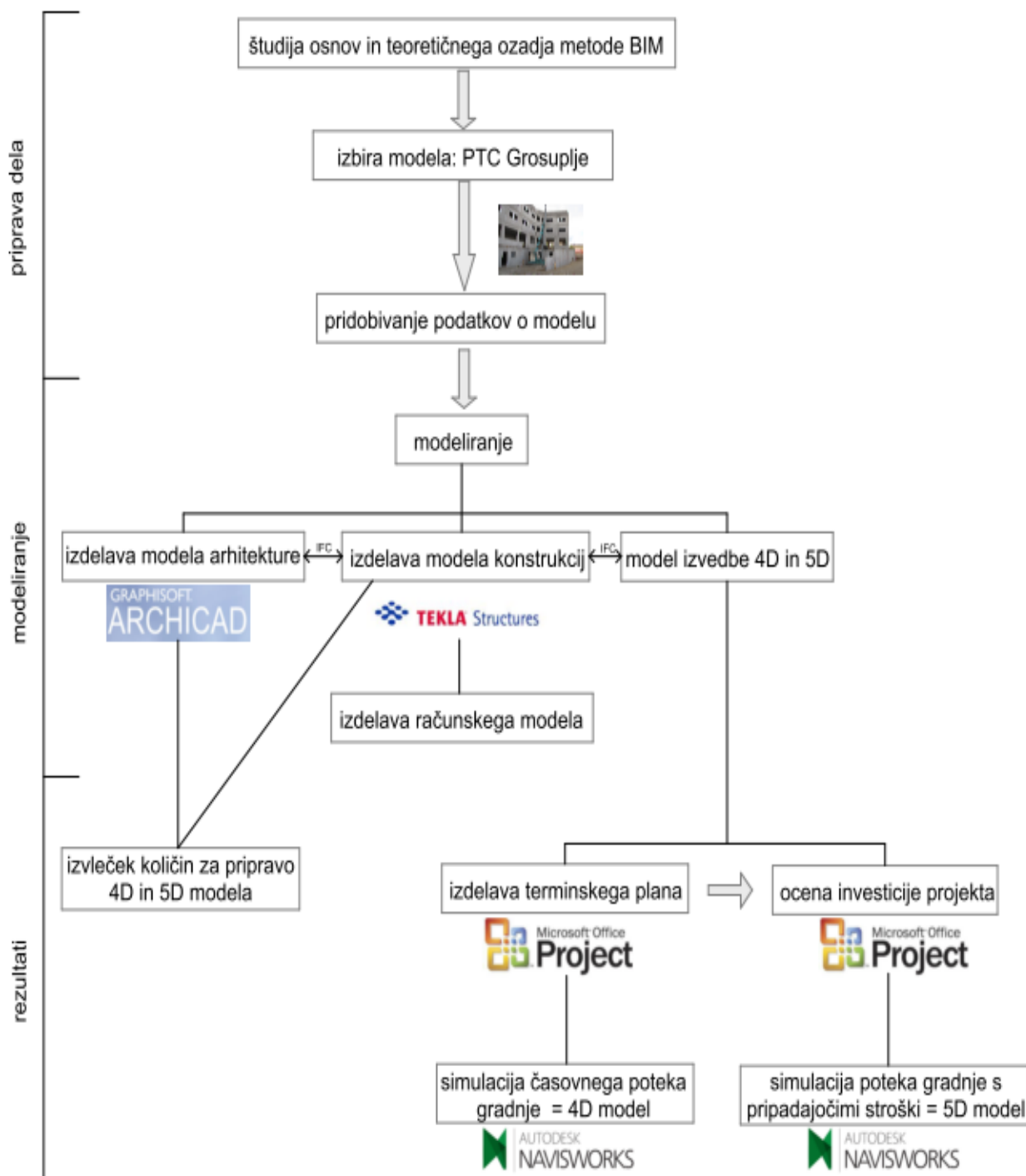
Namen diplomske naloge je na konkretnem primeru objekta prikazati izdelavo 5D informacijskega modela objekta in predstaviti razloge za uporabo metodologije BIM, ki se v svetu vse bolj uveljavlja kot običajna praksa. V Sloveniji z uporabo BIM še nekoliko zaostajamo v primerjavi z nekaterimi ostalimi državami, vendar če želimo, da bomo ostali konkurenčni in v koraku s časom, nam uporaba takega pristopa k delu ne uide. BIM prinaša vrsto prednosti v primerjavi z navadnim projektiranjem, nekaj pa je tudi slabosti, ki pa jih bo potrebno postopoma odpraviti. Namen diplomske naloge je tudi preučiti možnosti, ki jih trenutno BIM ponuja, ter s pomočjo različnih modelirnikov, ki so dostopni na trgu, prikazati značilnosti tega načina dela.

Cilj diplomske naloge je izdelati model obravnavanega objekta, iz katerega lahko dobimo arhitekturne ter armaturne načrte in ki bo poleg 3D predstavitve vseboval tudi informacije o časovnem poteku gradnje s pripadajočimi stroški.

1.3 Metode dela

Postopek izdelave diplomske naloge za prikaz uporabe federacijskega modela za izdelavo 5D modela BIM je potekal v naslednjih fazah:

- študija teoretičnega ozadja informacijskega modeliranja zgradb;
- izbira modela za obdelavo;
- pridobivanje podatkov o obravnavanem modelu;
- izdelava modela arhitekture v programu ArchiCAD 19;
- prenos referenčnega modela iz Archicad-a v modelirnik Tekla Structures 20.0;
- izdelava modela konstrukcij;
- izdelava računskega modela s programom Tekla Structures;
- izvleček količin za izvedbo gradbenih del iz modelov arhitekture in konstrukcij;
- pridobivanje podatkov o normativih delovnega časa;
- preračun časovnega poteka gradnje s programskim paketom MS Project 2016;
- simulacija časovnega poteka gradnje s programom Navisworks Manage 2016 (4D model);
- pridobivanje podatkov o ceni posameznih gradbenih del in vgrajenega materiala;
- ocena stroškov oz. investicije gradbenih del z MS Project 2016;
- simulacija poteka gradnje s pripadajočimi stroški (5D model).



Slika 1: shema postopka izdelave diplomske naloge

Kot prikazuje slika 1, so bila v diplomski nalogi uporabljena naslednja programska orodja: ArchiCAD 19, Tekla Structures 20.0, MS Project 2016 ter Navisworks manage 2016. Skupno vsem je, da so združljivi programi BIM, s katerimi izdelamo federacijski model.

2 INFORMACIJSKO MODELIRANJE ZGRADB

BIM je sodoben način organiziranja, pridobivanja ali ustvarjanja, obdelovanja, prikazovanja in upravljanja s podatki vseh sodelavcev projekta na skupnem računalniškem modelu. Predstavlja tudi popoln nadzor nad informacijami obravnavane zgradbe in uporabo digitalnih modelov stavbe skozi njen celoten življenjski cikel (načrtovanje, gradnja, vzdrževanje, razgradnja objektov). BIM ni zgolj računalniška programska oprema, ampak predvsem proces. Izdelani modeli vsebujejo geometrijske, materialne, terminske in finančne informacije o objektu. Pričakuje se, da bo BIM kmalu popolnoma nadomestil klasičen CAD (*angl. Computer Aided Design*) način projektiranja, ki je v večini v uporabi še danes [1].

2.1 Uporaba BIM

Informacijsko modeliranje se lahko prične uporabljati že ob sami zamisli graditve, ko se zbirajo vse potrebne informacije, nadaljuje s projektiranjem in modeliranjem ter kasneje z izdelavo operativnih izvedbenih načrtov, kjer se 3D modelu pripišejo še časovna (4D) ter stroškovna (5D) komponenta. Model izvedenega objekta je lahko uporaben tudi za potrebe vzdrževanja (6D), vse do konca življenjske dobe objekta [1].

2.1.1 BIM in življenjski cikel gradbenih objektov

Projektiranje je dinamičen proces, kjer so pri posameznih projektih v prvi vrsti pomembne uporabnikove potrebe in s tem stalne spremembe in prilagoditve projekta, kar pa ima lahko za posledico dramatičen poseg v proračun in terminski plan. Že v fazi zasnove je pomembno sodelovanje vseh sodelujočih pri projektu, t.j. od investitorja, arhitekta, gradbenika, strojnika itd., kar je ključ do uspeha za učinkovito uporabo BIM-a na vsakem posameznem objektu.

Življenjski cikel gradbenega objekta je sestavljen iz več faz:

- priprava projektne naloge (oz. projekta), Idejna zasnova;
- načrtovanje (detajlno načrtovanje, analiza in izdelava dokumentacije);
- izgradnja (terminsko in stroškovno planiranje, gradbena proizvodnja, koordinacija);
- uporaba, obratovanje, vzdrževanje;
- rekonstrukcija, prenova do porušitve.

Cikel se lahko zaključi s porušitvijo, kar je lepo vidno na sliki 2. Objekte je možno tudi obnoviti ali rekonstruirati. S tem se začne nov krog.

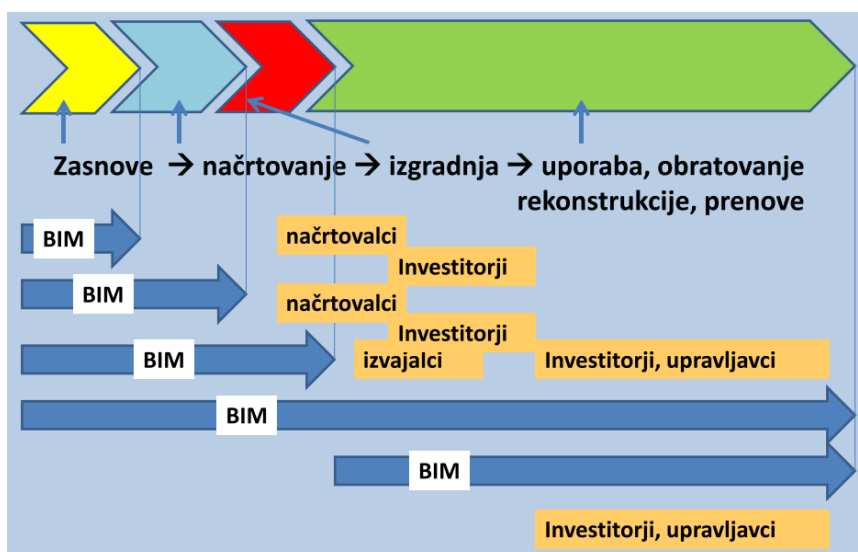


Slika 2: življenjski cikel gradbenega objekta

Vsaka faza predvideva vključevanje določenih sodelujočih članov ekipe na projektu.

Načrtovalci projekta so prisotni v fazah zasnove in načrtovanja, izvajalci do konca faze izgradnje, ti pa predajo objekt upraviteljem, ki z zgradbo upravljajo do njegove končne življenjske dobe.

Med celotno dobo pa so seveda investitorji tisti, ki sodelujejo in odločajo, v kateri smeri se cikel objekta odvija. Grafični prikaz tega (faz in sodelujočih) je lepo viden na sliki 3.



Slika 3: faze gradnje s pripadajočimi strokovnjaki in ostalimi [2]

2.1.2 Stopnje zrelosti uporabe BIM v gradbeni industriji

Informacijsko modeliranje zgradb je zelo širok pojem, ki opisuje proces ustvarjanja podatkov o stavbi ali drugem objektu (most, predor, itd.). Do popolne uporabe BIM-a se bo prešlo postopoma, v različnih nivojih. Predvideva se, da naj bi do leta 2020 že uporabljali metodologijo BIM v celoti, z vsemi njegovimi prednostmi in možnostmi uporabe.

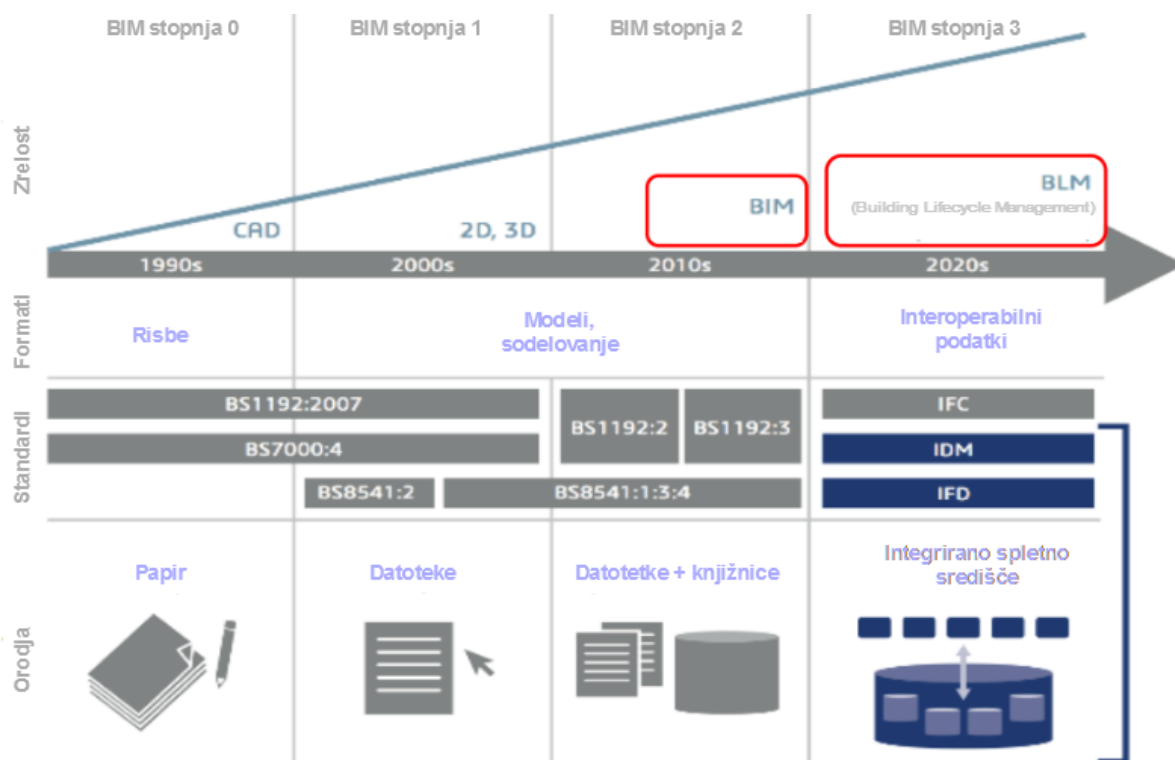
Stopnje uvajanja BIM-a so razdeljene v štiri nivoje; od BIM stopnje 0 do BIM stopnje 3 [3].

BIM stopnja 0: najpreprostejša BIM oblika, katere začetek sega v leta okoli 1990, ko se za projektiranje in risanje še uporabljajo neregulirana računalniško podprta 2D CAD orodja. Produkt so 2D risbe in besedila v papirni ali elektronski obliki. Sodelovanja med udeleženci projekta še ni [3].

BIM stopnja 1: okoli leta 2000 se stopnja 0 prevesi v naslednji nivo 1. Projekti vključujejo 2D in tudi že 3D informacije. Ni še sodelovanja med udeleženci projekta – modeli se še ne delijo med člane projektne skupine, saj vsak objavlja in ohranja svoje podatke. Zato se ga lahko imenuje tudi »Lonely BIM« [3].

BIM stopnja 2: približno 10 let kasneje, t.j. okoli leta 2010, se začne stopnja 2 v zrelosti BIM. Tu nekje se nahajamo tudi zdaj. Udeleženci projekta med seboj sodelujejo in lahko delajo na istem modelu, ni pa še nujno. Vsak član lahko izdelava svoj model, ki se ga nato združi v en, federativni model. Informacije med združevanjem teh modelov se ne izgubijo. Modelu se lahko dodajo še 4D in 5D podatki. Ključni vidik ravni je, kako se informacije izmenjujejo med različnimi strankami. Bistveno je, da se uporabljajo programska orodja, ki podpirajo enega izmed datotečnih formatov za izmenjavo podatkov, kot je npr. IFC in podobno [3].

BIM stopnja 3: predvidena uporaba stopnje je do leta 2020. To pomeni popolno sodelovanje med vsemi disciplinami sodelujočih, s pomočjo uporabe enotnega, skupnega modela, ki je shranjen v centraliziranem skladišču na strežniku. Vse stranke tako dostopajo in spreminjajo isti model, skladno z njihovimi pristojnostmi. Prednost tega je, da se tako izogne napakam in nasprotujočim se informacijam projekta. Tak koncept dela se imenuje »Open BIM« [3].



Slika 4: stopnje zrelosti BIM [4]

2.1.3 Projektiranje pred BIM in primerjava CAD in BIM

Nekoč so risali samo s svinčnikom ali tušem na papir. Ta analogna tehnika risanja je za projektiranje danes v veliki meri že precej zastarela in je nekonkurenčna. Ročno risanje je nadomestila tehnika CAD (Computer Aided Design), ki je zelo podobna ročnemu risanju, le da se uporablja računalniška orodja. Postopek risanja se je nekoliko pospešil ter poenostavil v primerih popravljanja projektov. V uporabi je še danes, vendar ga bo počasi zamenjal princip BIM.

BIM in CAD predstavljata dva različna pristopa k projektiranju in izdelavi dokumentacije [5].

CAD: Klasični 2D in 3D programi posnemajo tradicionalen način risanja »s svinčnikom na papir«. Operirajo z osnovnimi gradniki kot so npr. črta, lok, krog, šrafura, ravninski liki in telesa. Vsak tak gradnik obstaja sam zase in ima svoje lastnost kot so npr. barva, tip črte, plast (layer), debelina ... ter ne vpliva na ostale objekte. 2D risba, ki jo narišemo, je en sam statičen pogled na stavbo [5].

BIM: BIM model sestavljajo gradniki oz. elementi stavb (stebri, stene, plošče ...), ki jih lahko prikažemo v 2D in 3D načinu, poleg tega pa so vključene še dodatne informacije o njih. Dejansko so ti gradniki »aktivnosti«, saj imamo na enem mestu podatke o dimenzijah,

izgledu, potrebnem času izgradnje, strošku izgradnje itd. Torej element oz. gradnik, ki se ga nariše, ni samo simbol, skupina vzporednih črt ali pa geometrijsko telo. Lahko mu rečemo, da je del virtualne zgradbe. BIM model ima prirojene določene značilnosti in logiko odzivanja na različne situacije. Npr. zid je v izometriji prikazan kot volumski 3D model, v tlorisu pa je izrisan kot 2D načrt s šrafuro. Iz modela lahko izdelamo več pogledov, prerezov, tlorisov, dimenzij, izvlečkov količin. Z vsako spremembo, ki jo vnesemo v en gradnik, se samodejno spremenijo vsi 2D izrisi, 3D pogledi, izvlečki količin itd [5].



Slika 5: gradniki CAD in BIM [5]

2.2 Prednosti in koristi, slabosti, problemi in pasti BIM

2.2.1 Prednosti in koristi

Pri uporabi informacijskega modeliranja zgradb je veliko prednosti in koristi, vendar niso za vse uporabnike pomembni vsi. V nadaljevanju je naštetih nekaj, ki so bistveni z vidika projektantov in z vidika investitorjev.

Za uporabnike, načrtovalce in projektne managerje:

- Že v fazi načrtovanja je možno izdelati dokaj natančen model gradnje in vzdrževanja objekta. Posledica tega je ekonomsko učinkovitejša rešitev, ne le za gradnjo, temveč tudi za celotno življenjsko dobo objekta.
- Celostno projektiranje: boljša koordinacija in sodelovanje med člani ekipe, ker si BIM model delijo med seboj.

- Koordinacija sprememb: načrti, popisi, opisi objektov... vsi izhajajo iz modela in se v skladu z njim samodejno posodobljajo. Možnost napak se tako močno zmanjša, načrti in podatki pa so enotni.
- Natančnejša projektna dokumentacija in posledično izboljšana kvaliteta projektov;
- Izvaja se lahko različne simulacije, kot so študije osvetlitve in osončenja, preverjanje in dimenzioniranje konstrukcije, delovanje instalacij...;
- Pravočasno odkrivanje napak in problemov, ki bi lahko nastali med gradnjo;
- Sprotno vnašanje sprememb in opomb;
- Informacije se dopolnjujejo in ne podvajajo;
- Risbe se ob vsaki spremembi usklajujejo samodejno;
- Natančnejši popisi del in ocene investicije;
- Spremljanje časovnega poteka gradnje in finančne realizacije investicije;
- Do podatkov se lahko dostopa kadarkoli in kjerkoli in tako se objekt lahko neprestano optimizira;
- Sledenje procesu načrtovanja, gradnje in upravljanja investicije na enem mestu;
- Povezanost s programi za statiko, izračun energetskih potreb in analizo konfliktov;
- Izboljšanje učinkovitosti in zmogljivosti gradbenega sektorja;
- V fazi načrtovanja: hitre in poceni spremembe;
- V fazi gradnje: tekoče in hitrejše delo [2].

Za naročnike, naložbenike (investitorje):

- Investitorju je omogočena boljša predstava o bodoči naložbi: BIM model se pregleduje v 3D in se ga uporabi za pripravo sončnih analiz, realističnih 3D vizualizacij, animiranih sprehodov skozi objekt in drugih analiz;
- Na istem BIM modelu je mogoče izdelati več variantnih rešitev, na podlagi katerih se investitor lažje odloči za realizacijo izbrane variante;
- V fazi upravljanja: lažje obvladovanje sredstev;
- O bodočem objektu gradnje je več povezanih informacij kot pri drugih metodah;
- Običajno je več razumevanja o realizaciji bodoče gradnje in več možnosti sprememb;
- Možne so celovite primerjave stroškov izgradnje in obratovanja ter vzdrževanja;
- Pridobijo se ključne informacije za izvedbo in obvladovanje gradnje ter primerjave s podobnimi gradnjami [2].

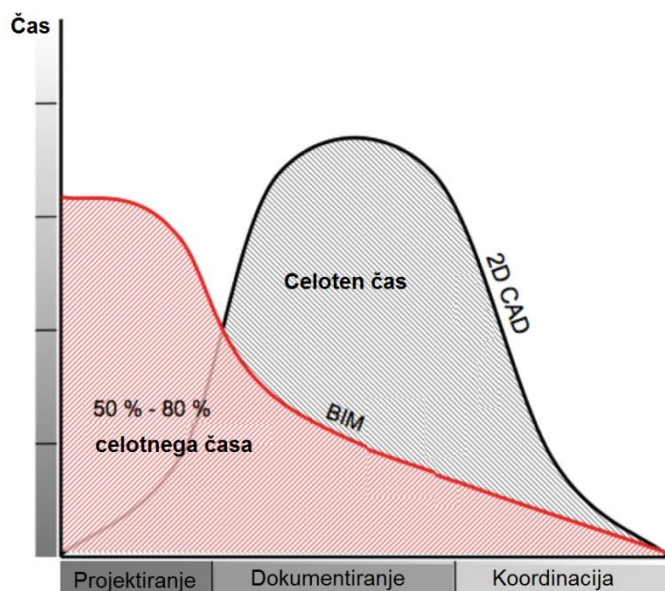
2.2.2 Slabosti

Kot pri vsaki stvari, se tudi tu ne more mimo slabosti, ki jih je bistveno manj kot pa prednosti. Prva slabost je, da bo za učinkovito uporabo BIM-a, najprej potrebno veliko učenja novih tehnologij. Druga pa, da bodo potrebne investicije v tehnologijo in reorganizacijo procesov v podjetjih [2].

2.2.3 Problemi in pasti

V začetni fazi uvajanja informacijskega modeliranja zgradb se poraja nekaj vprašanj in pasti, katerim bo potrebno tekom uporabe zadovoljiti:

- Ali načrtovalci obvladujejo projektni management (4D BIM, 5D BIM) in metodo BIM za celoten življenjski cikel (6D BIM)?
- Ali se razpolaga s kakovostnimi bazami podatkov o gradnikih BIM (ceniki materiala, ceniki dela, normativi delovnega časa, energetski podatki, podatki o vzdrževanju...)?
- Zakon o javnih naročilih (zaenkrat) še vedno predvideva sodilo najnižje cene projektiranja in izvedbe. Napaka je, da ne upošteva, da bi merilo moralo biti strošek življenjskega cikla objekta in ne le strošek načrtovanja in gradnje [2].



Slika 6: primerjava porabe časa za projektiranje, izdelavo dokumentacije in koordinacijo projekta z BIM ali klasičnim 2D CAD [6]

Slika 6 predstavlja eno od prednosti dela z BIM v primerjavi s CAD. Poraba časa za projektiranje, izdelavo dokumentacije in koordinacijo projekta je z uporabo BIM 50-80% manjša od uporabe CAD načina.

2.2.4 Stroški in učinki BIM

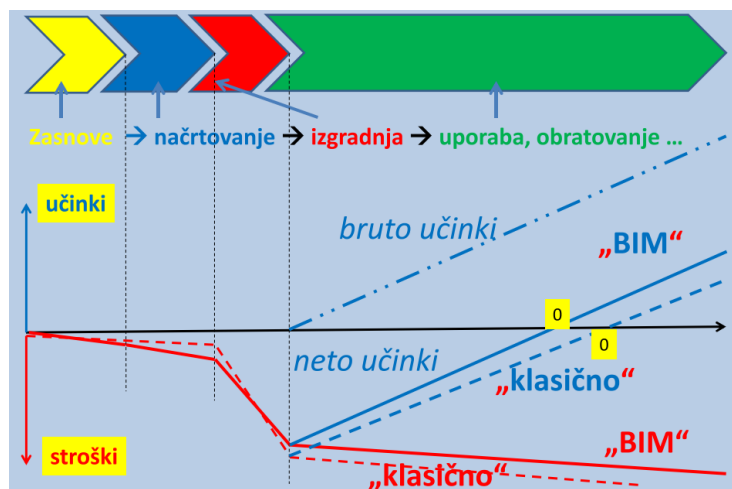
Projekt bo bolj uspešen, če so vsi sodelujoči seznanjeni z delovanjem in uporabo BIM-a. Pomembno je, da je investitor aktivno vključen ter da resnično razume in sodeluje pri zasnovi projekta. Tako bo kasneje manj sprememb, ki vplivajo na čas in strošek gradnje. Naloga ostalih strokovnjakov pa je, da spremljajo potek gradnje in da delajo v skladu s planom.

Vsak objekt obsega tri osnovne faze in ostale faze (uporaba, vzdrževanje) v svoji življenjski dobi. Začne se z zasnovo oz. projektiranjem, nadaljuje z izdelavo dokumentacije in nato izgradnjo ter koordinacijo med udeleženci. Za tem je objekt predan v uporabo in obratovanje. Slika 7 prikazuje primerjavo stroškov in učinkov, če se pri objektu uporablja BIM oz. »klasično« projektiranje. Točka »O« na sliki ponazarja, kdaj se povrne investicija v projekt.

Pri stroškovni liniji (rdeče črte) se lahko opazi, da so sicer do končane faze načrtovanja oz. izdelave dokumentacije večji stroški, če se uporabi BIM, kot če se uporabi »klasično« projektiranje. Vendar pa so, v primeru uporabe BIM-a, že manjši do konca izgradnje.

O učinkih projektiranja in uporabe BIM-a se lahko govori šele, ko je objekt zgrajen in predan v uporabo in obratovanje. Predvsem nas zanimajo neto učinki. Dobi se jih tako, da se od bruto učinkov odšteje stroške. Iz grafa na sliki 7 je razvidno, da se investitorju naložba povrne prej, če se uporablja BIM in tudi neto učinki so v tem primeru večji, kot če se uporablja »klasično« projektiranje.

Če povzamem bistvo, sledi, da je pomembno, da se BIM uporablja skozi celotno življenjsko dobo, sicer se BIM lahko ne izplača, saj sta zasnova in načrtovanje dražja, učinkov pa še ni.



Slika 7: stroški in učinki BIM-a [2]

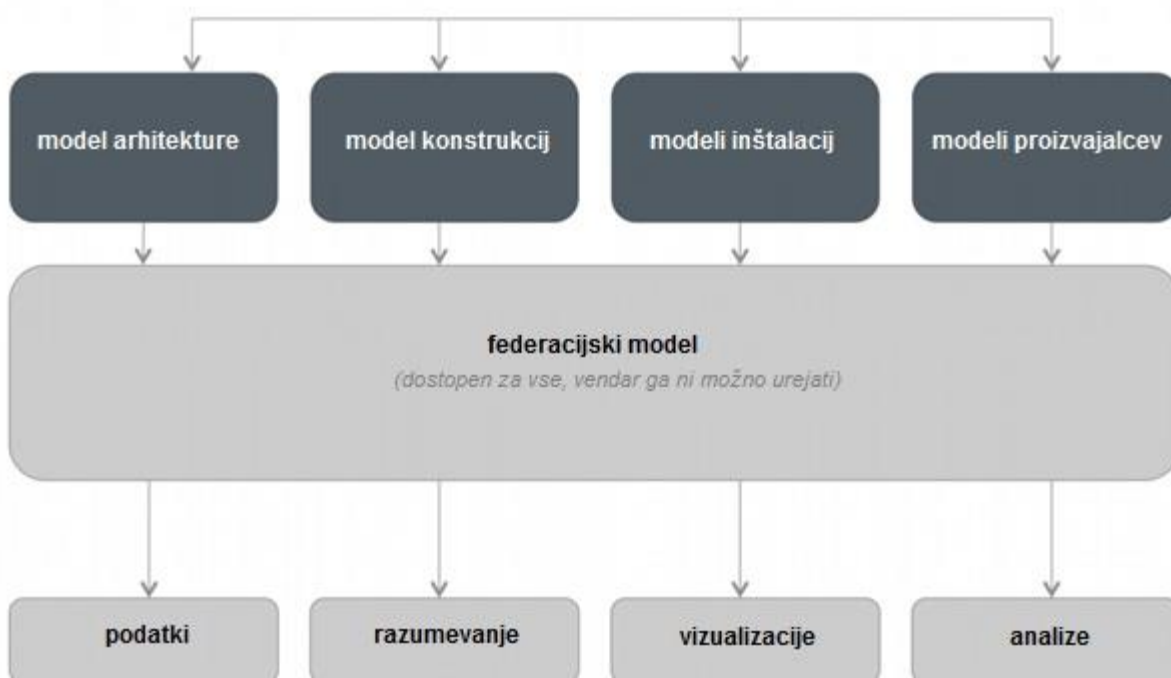
2.3 Pristop BIM s federiranimi modeli in OpenBIM

2.3.1 Federacijski model

SSKJ definira: »federacijski -a -o (i) pridevnik od federacija: federacijski sistem«, kjer je »federacija -e ž (á) 1. državna ureditev, ki združuje dve ali več enakopravnih in relativno samostojnih državnih enot, zvezna država: boriti se za federacijo // skupni, zvezni del državne oblasti: družbene funkcije republike in federacije; to spada v pristojnost federacije 2. skupnost organizacij z enako dejavnostjo in skupnimi interesi, zveza: mednarodna športna federacija; federacija bivših borcev« [7].

Cerovšek izpostavlja: »analogno definiciji federacije je tudi "federacija modelov BIM", kjer je obravnavani strokovni model BIM neodvisen od drugih modelov BIM v federaciji, kar pomeni, da sprememba enega modela BIM v federaciji avtomatično ne povzroči sprememb drugega modela BIM, ki je v federaciji modelov BIM. Federacijski model BIM tvorijo neodvisni modeli BIM, ki so v federaciji zaradi točno določenega namena, ki ga je potrebno opredeliti.« [8].

Pristop prikazuje spodnja slika.



Slika 8: shematski prikaz izdelave federativnega modela, iz katerega na enem mestu pridobimo vse podatke o objektu [9]

Skupen BIM model (oz. federacijski model) omogoča lažjo izmenjavo podatkov za potrebe različnih panog (arhitekti, statiki, elektro inženirji, strojni inženirji, izvajalci gradnje, upravljavci in vzdrževalci objekta itd.). Model se posodablja sproti ob vsaki morebitni spremembi ali novi informaciji, tako da se popravki in podatki ne izgubljajo ali podvajajo.



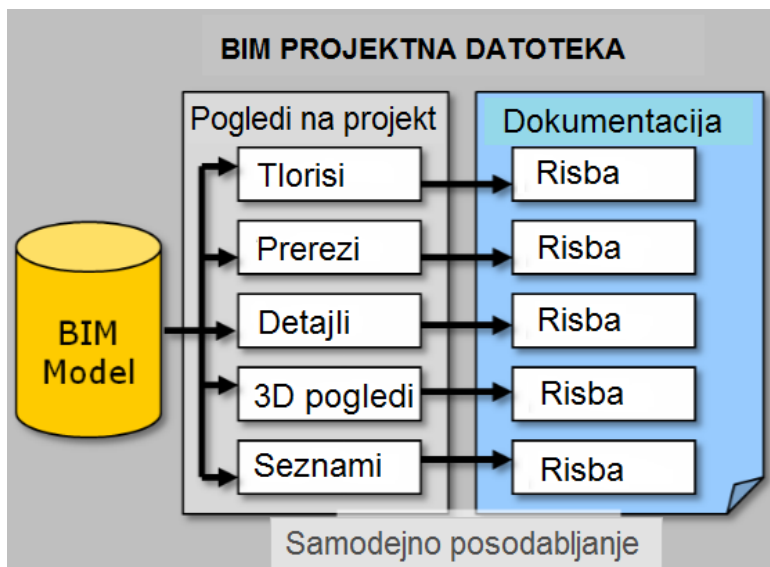
Slika 9: člani projektne ekipe na skupnem modelu BIM [10]

Učinkovitejše projektiranje in izvajanje gradbenih del se kaže tudi v hitrejšem in enostavnejšem sodelovanju med strokovnjaki in ostalimi udeleženci projekta. Informacijsko modeliranje zgradb je proces, ki se začne že pred gradnjo, z namenom optimizacije procesov pred gradnjo, med gradnjo in po zaključeni graditvi objekta.

Cilj je izdelati digitalni model gradbenega objekta, sestavljen iz gradnikov, ki ustrezajo konstrukcijskim elementom realnega objekta in do katerega imajo hkrati dostop vsi sodelujoči, glede na vlogo, ki jo imajo pri projektu.

Posamezen federacijski model je uporaben za načrtovanje koordinacije procesov, odkrivanje in odpravo neskladnosti, potrjevanju procesov, načrtovanju razvoja, ocenjevanju itd. [11].

Vsebuje vse podatke o objektu na enem mestu. Predstavljen je kot grafični model, iz katerega je možno pridobiti 2D načrte tlorisov, prereze, detajle, 3D poglede in podatke o časovnih in stroškovnih planih izgradnje objekta. Vsaka sprememba na modelu pomeni avtomatsko spremembo tudi na vseh tlorisih, prerezih, pogledih, planih, itd. S tem je prihranjeno veliko časa, ki bi ga sicer porabili za uveljavljanje spremembe na vsakem od naštetih posebej.



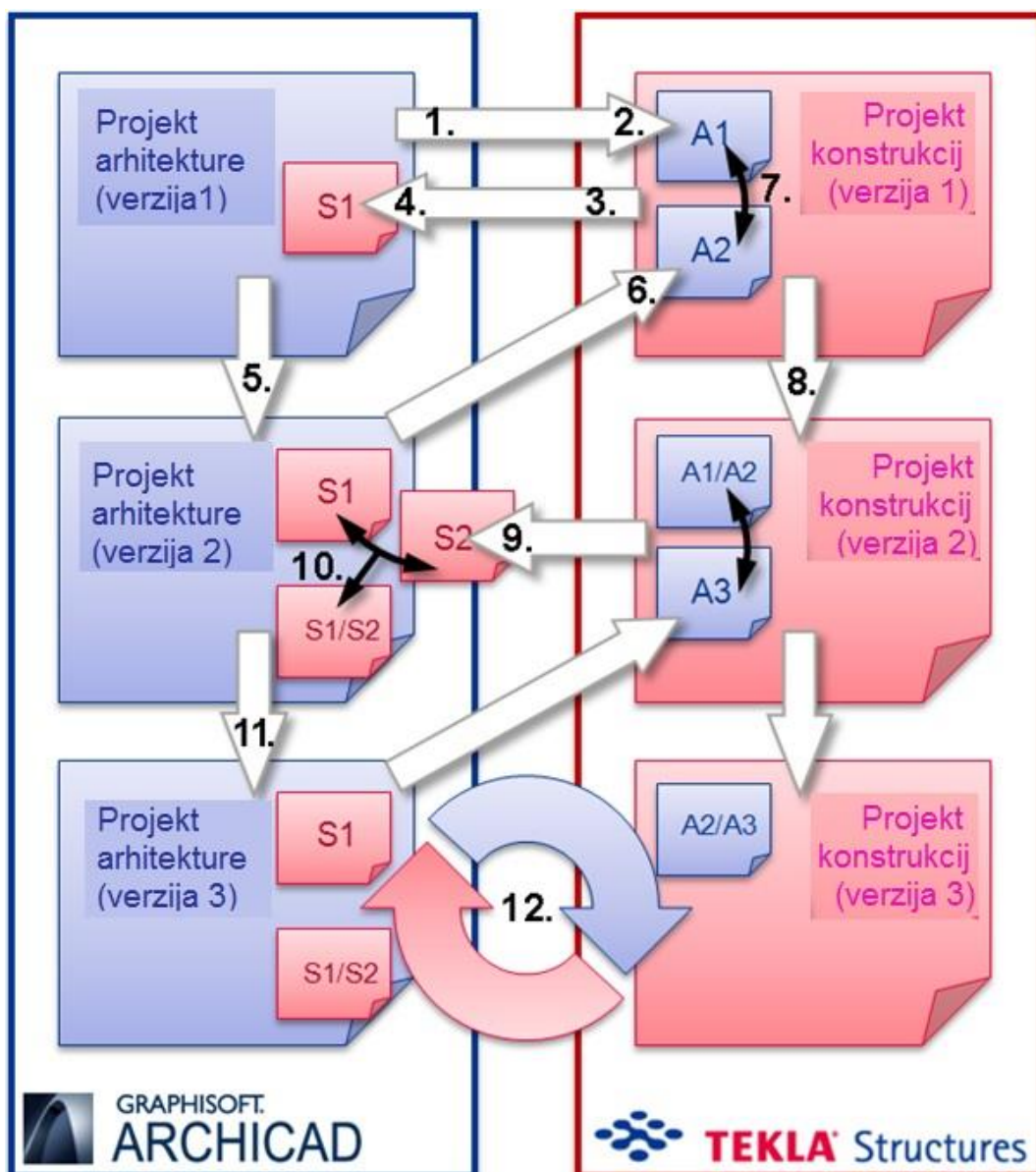
Slika 10: projektna dokumentacija BIM [12]

2.3.2 Izmenjava podatkov med modelom arhitekture in modelom konstrukcij

ArchiCAD in Tekla Structures predstavljata združljivo programsko orodje za izmenjavanje informacij med modelom arhitekture in modelom konstrukcij. Podatki med programoma se lahko uvažajo in izvažajo v naslednjih oblikah [13]:

- AutoCAD (.dwg);
- AutoCAD (.dxf);
- IFC2x3 (.ifc);
- IFCXML2x3 (.xml);
- IFCZIP (.ifczip).

V nadaljevanju je podrobneje opisan potek izmenjave modela zgradbe, ki je bil uporabljen za namen te diplomske naloge, in sicer v obliki IFC verzije 2x3. Slika 11 predstavlja korake prenašanja modelov med uporabljenimi programskimi orodji.



Slika 11: koraki izmenjave podatkov med ArchiCAD in Tekla Structures [13]

Proces je poenostavljen in prikazuje izmenjavo med arhitekti in statiki.

Korak 1: Izvoz modela iz ArchiCAD-a

Arhitekti najprej ustvarijo model arhitekture v skladu z željami in zahtevami stranke (naročnika). Vedno morajo imeti v mislih, da bodo ta model morali deliti s statiki in ostalimi. Zato je pomembno, da je izdelan model ustrezno organiziran, da razlikuje med nosilnimi in nenosilnimi elementi ter da so elementom predpisane dimenzije in material. Izvoz potem poteka tako, da se uporabi filtre, glede na to, kaj se želi izvoziti (npr. samo nosilne elemente, le del konstrukcije, itd.). To se nato shrani v formatu IFC.

Korak 2: Uvoz modela v Tekla Structures

Statiki prejmejo model arhitekture, ki služi kot referenčni model za pretvorbo elementov ARCHICAD v elemente Tekla Structures.

Pretvorba je možna na dva načina: (1) avtomatično s »*Convert IFC objects to native objects*«, (2) ročno z vstavljanjem elementov Tekla Structures. Iz modela konstrukcije lahko statiki izdelajo analitični matematični model, ki se uporabi (deli) s programi za statično ali dinamično analizo konstrukcij. Na podlagi rezultatov analize in podrobnejšega načrtovanja se izdelata model konstrukcij, ki ga prejmejo arhitekti.

Korak 3: Izvoz iz Tekle Structures v IFC

Model konstrukcij se izvozi iz Tekle v datoteko IFC.

Korak 4: Uvoz v IFC v ARCHICAD

Datoteka IFC se uvozi v ArchiCAD in združi z obstoječo arhitekturno podlogo.

Koraki 5-6: Posodobitev modela arhitekture

Arhitekt predlagane spremembe statika ali sprejme ali zavrne in na podlagi tega spremeni oz. posodobi svoj model. Nov arhitekturni model se ponovno lahko izvozi preko IFC, kot je že opisano v prejšnjih korakih.

Koraki 7-9: Zaznavanje sprememb v Tekla Structures

V Teklo se v isti projekt poleg stare vstavi novo IFC datoteko. Projektant nato primerja stare in nove podatke ter izvede morebitne spremembe. Nov model potem pošlje nazaj arhitektu.

Koraki 10-11: Zaznavanje sprememb v ARCHICAD

Arhitekt ponovno pregleda nove predloge in jih sprejme v primeru strinjanja.

Korak 12: kasnejše spremembe modelov

Cikel prenosov v korakih 1-11 se ponovi v primeru morebitnih dodatnih sprememb.

2.3.3 »OpenBIM« koncept in standardi v BIM za izmenjavo podatkov

OpenBIM je univerzalen odprt pristop k sodelovanju pri načrtovanju, izvedbi in upravljanju objektov, ki temelji na odprtih standardih in delovnih procesih. Podpira transparenten, »odprt« potek dela, ki omogoča boljšo koordinacijo in sodelovanje vseh članov delovnega procesa, ne glede na to, katero programsko orodje uporabljajo. Zagotavlja trajne projektne

podatke za uporabo med celotnim življenjskim ciklom objekta, brez podvajanja vnosa podatkov in posledično napak.

Torej, če povzamem bistvene značilnosti tega principa na »open« BIM projektih:

- neodvisnost sistema;
- obvladovanje informacij;
- integriteta podatkov;
- transparentnost delovnih procesov.

OpenBIM koncept sta ustvarila Tekla in Graphisoft. Podpirajo ga različna združenja, kot je npr. buildingSMART.

BuildingSMART je mednarodno združenje proizvajalcev BIM programske opreme. Ustanovljeno je bilo z namenom skupnega razvoja protokolov za povezovanje in delitev podatkov med sodelavci različnih strok, ki uporabljajo programsko opremo različnih proizvajalcev. Rezultat sodelovanja je OpenBIM program, ki je v pomoč razvijalcem programske opreme. Najbolj razširjen standard, ki je nastal kot plod OpenBIM programa, je IFC [14].

OpenBIM koncept se je izkazal kot zelo učinkovit in uporaben pristop tudi v primeru te diplomske naloge, ki je obsegala štiri bistvene korake za izdelavo 5D modela. Za vsakega od teh korakov je bilo namreč uporabljeno drugo programsko orodje.

Delo pri izdelavi te naloge mi je bilo olajšano prav zaradi možnosti odprtega načina dela, saj ni bilo potrebno modeliranje objekta v vsakem uporabljenem programu posebej. Izdelan model v modelirniku ArchiCAD se je z IFC le prenesel kot referenčni model v Tekla Structures in Navisworks.

2.3.4 BIM standardi - izmenjava podatkov

Interoperabilnost je zmožnost dveh ali več sistemov, da si izmenjujeta informacije in jih tudi uporabita. Podatki, ki jih vsebuje BIM model so uporabni le, če se jih lahko izmenjuje, zato je ta lastnost eden od glavnih stebrov informacijskega modeliranja zgradb. Ker na projektih sodelujejo različni strokovnjaki v različnih fazah in z različnimi programskimi orodji, je pomembno, da je tok informacij med njimi nemoten. Tu je interoperabilnost ključnega pomena za preprečevanje podvajanja vnosa podatkov in omogoča učinkovito uporabo informacij [15].

V preglednici 1 so zbrani in v nadaljevanju opisani osnovni standardi, s katerimi lahko dosežemo interoperabilnost.

Preglednica 1: BIM standardi [15]

Ime	Naloga standarda	Standard
IFC " <i>Industry Foundation Class</i> "	transportira informacije/podatke	ISO 16739
IDM " <i>Information Delivery Manual</i> "	opisuje procese	ISO 29481-1 ISO 29481-2
MVD " <i>Model View Definitions</i> "	prevaja procese	buildingSMART MVD
IFD " <i>International Framework for Dictionaries</i> "	sistematizira in shranjuje izraze	ISO 12006-3 buildingSMART Data Dictionary

IFC – »Industry Foundation Class«: odprtokodni format datoteke za izmenjavanje podatkov, certificiran s strani mednarodne organizacije za standardizacijo (ISO certifikat). Strokovnjaki različnih profilov ter upravljalci zgradb si preko IFC formata lahko izmenjujejo informacije, ne glede na to, s katerim programom so bili podatki ustvarjeni. Izmenjava poteka v obliki digitalnega modela zgradbe, katerega natančna struktura in lastnosti sta predpisani. Da pa je interoperabilnost v BIM realnost, igrajo pomembno vlogo (poleg IFC) ostali manj znani standardi. Med njimi so IDM, MVD in IFD [15].

Ni pa, kot večina uporabnikov misli, IFC edina tehnologija, potrebna za doseg interoperabilnosti v BIM. Je pa najbolj pogosta.

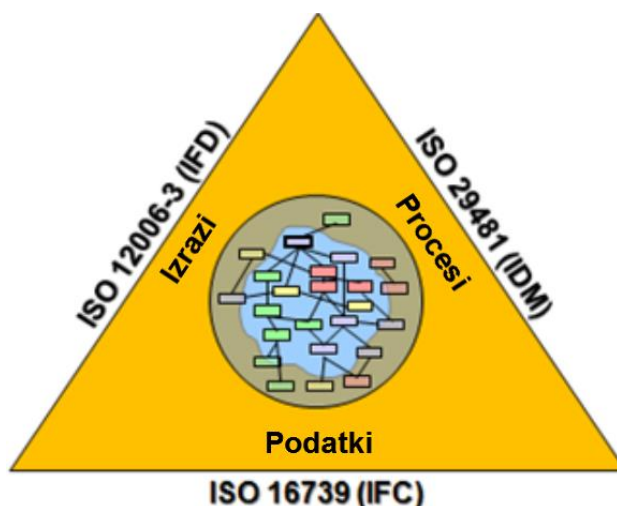
Glede na namen uporabe in način nadaljnje uporabe podatkov, ki jih izmenjujemo, lahko izbiramo med naslednjimi oblikami (priponami) IFC:

- .ifc: privzet format za izmenjavanje podatkov. Definiran je v ISO10303-21;
- .ifcXML: format definiran v ISO10303-28. Ta oblika je primerna za nadaljnjo uporabo z XML orodji ali izmenjavo le dela obravnavanega modela. Ker je običajno tudi 300-400% večji kot .ifc format, je ta oblika zapisa v praksi manj pogosta;
- .ifcZIP: stisnjena .ifc ali .ifcXML datoteka. Običajno stisne .ifc za 60-80% in .ifcXML za 90-95%.

IDM – »Information Delivery Manuals«: opisan je v standardu ISO29481-1:2010. Določa kateri podatek se bo izmenjal in kdaj se bo to zgodilo. IDM je v bistvu metodologija za identificiranje in opisovanje procesov in povezanih informacij, ki jih pridobivamo skozi projekt. Njegova naloga je učinkovito določiti informacije, ki se bodo izmenjale z uporabo IFC, in na kakšen način jih je potrebno sporočiti [15].

MVD – »Model View Definition«: je metodologija, uporabljena predvsem zato, da pokaže, kako se informacija iz IDM preslika v IFC [15].

IFD – »International Framework for Dictionaries«: določa, kaj izmenjana informacija pomeni [15].



Slika 12: povezanost BIM standardov [16]

2.3.5 Prednosti uporabe standarda IFC

IFC je standardizirana oblika zapisa za izmenjavo podatkov. To ni običajna oblika, ki smo jo vajeni, kot npr. .docx, .jpeg, .dwg, .pdf, itd., temveč je format datoteke, ki je namenjen le izmenjavanju informacij. Ko ga uvozimo v neko programsko orodje, se to pretvori v format tega orodja. Bistveno je, da poznamo prednosti uporabe IFC, saj sicer BIM ni optimalno uporabljen. Našteti so nekaj bistvenih lastnosti, ki predstavljajo prednost pri uporabi IFC:

- vsak lahko uporablja programska orodja, ki jih sam želi, saj ifc predstavlja nevtralen format datoteke za izmenjavo podatkov;
- vsak lahko pregleduje izdelan model z uporabo ene od številnih brezplačnih aplikacij, ki so temu namenjene in tako ne potrebuje dragih programskih orodij samo za to;
- podprt je koncept referenčnega modela;

- BIM je namenjen sodelovanju in izmenjavanju modelov med udeleženci projekta, kar je korak naprej od samostojnega modeliranja za lastne potrebe. Vsak od sodelujočih lahko izdelava svoj model, ki se jih nato združi v en federativni model. Ključ za delitev modela med udeleženci projekta in sposobnosti za izdelavo enega samega federativnega modela je sposobnost programskih rešitev, da se med seboj lahko »pogovarjajo«, kar omogoča IFC uvoz in izvoz podatkov.
- Shranjeni so vsi podatki o elementih objekta, kot npr.: dimenzija, vrsta materiala, funkcija itd. Pri izvozu in uvozu se ti podatki ohranjajo.
- Možno je filtrirati podatke o objektu glede na panogo, ki sodeluje (npr. strojne inštalacije, elektro inštalacije, itd.).

2.3.6 Programska okolja, ki podpirajo IFC

Danes obstaja že več kot 150 programskih orodij oz. aplikacij, ki podpirajo uvoz in/ali izvoz IFC podatkov. Število teh pa se še povečuje, kar nakazuje na to, da se IFC vse bolj uveljavlja kot odprti standard za izmenjavo podatkov BIM. V nadaljevanju je naštetih nekaj najbolj znanih oz. najbolj pogosto uporabljenih:

- programska orodja za arhitekturno oblikovanje: ArchiCAD, Allplan Architecture, Vectorworks Architect, AutoCAD Architecture, Revit Architecture, itd.;
- orodja za načrtovanje gradbenih konstrukcij: Tekla Structures, Revit Structure, Allplan Engineering, Advance Steel, SOFiSTiK Structural, SAP2000, ETABS, Scia Engineer.;
- orodja za pregledovanje modelov: Nemetschek IFC Viewer, Solibri Model Checker, itd.;
- orodja za splošno modeliranje: SketchUp, SlodWorks Premium, Ziggurant, itd.;
- ostala orodja za energetske analize in simulacije, vodenje gradenj, upravljanje objektov in drugo [17].

3 MODELIRANJE MODELOV ARHIKTEKTURE IN KONSTRUKCIJ

3.1 Zasnova in opis konstrukcije

Predmet praktičnega primera je projekt poslovno-trgovske stavbe v Grosupljem. Gre za štiri etažni objekt z vkopano kletjo. V svoji osnovni tlorisni zasnovi je v nepravilni obliki črke »L«, ki sledi kotu cest, ki oklepajo JV vogal posesti. K objektu je v kletnem delu dodana še garaža, nad njo pa terasa za namene gostinske dejavnosti.

Osnovni horizontalni gabarit je $15,72 \times 21,00 - 33,50 + 15,72 \times 9,00 - 21,5$ m, vertikalni pa obsega K (klet) + Pt (pritličje) + N1 (1. nadstropje) + N2 (2. nadstropje) + S (pohodna ravna streha).

V kletni etaži so servisni prostori objekta samega ter njegovih lastnikov in najemnikov, v pritličju je vsebina predvsem trgovska, s kavarno na dvoriščni – zahodni strani. V 1. in 2. nadstropju so prostori namenjeni predvsem pisarniškim storitvam. Za premostitev diferenc nivoja terena (na strani, kjer so parkirišča) in nivoja pritličja objekta (terasa, namenjena gostinski dejavnosti) so izvedene zunanje AB stopnice.

Na spoju JV in SV fasade v prvi in drugi nadstropni etaži je izveden polkrožni izzidek s svetlim polmerom 4,87m.

Fasada objekta je izvedena kot tankoslojni mineralni fini (glajen) omet. Na SV in JV fasadi, t.j. na fasadah proti cestam so izvedeni balkoni praktično po celotni dolžini fasade in v obeh nadstropjih.

Okolica objekta je pretežno asfaltirana in namenjena parkirnim površinam.

Konstrukcija:

Temeljenje je plitvo na mreži pasovnih armiranobetonskih temeljev, ki so višine 70 cm in različnih širin od 30 do 120 cm. Dvigalna jaška se temeljita na talni plošči debeline 20 cm.

Glavne nosilne konstrukcije so armiranobetonske (AB) stene, stebri in plošče. Vertikalni nosilni elementi objekta so AB stene, debeline 20 in 30 cm. Obodne stene napram zaledju delujejo kot podporni zidovi.

Plošče so izvedene kot ravne AB plošče debeline 20cm. V osrednjem delu objekta je zaradi stopnišča in dvigalnega jaška v ploščah izvedena odprtina. Podobno je zaradi dvigalnega jaška, ki sega iz kleti v pritličje in je namenjen le prevozu tovora.

Notranje stopnišče je armiranobetonsko. Zasnovano je kot triramno z dvema vmesnima podestoma, ki sta vpeta v AB steno. Debelina stopniščne konstrukcije je 16 cm.

Severovzhodno in jugovzhodno pročelje je zasnovano z linijo stebrov na rastru 4,00 m. Stebri dimenzij 40/40 cm so vpeti na obodni zid vkopane kleti in strešno ploščo oz. AB parapet nad njo. Na stebre se opirajo AB plošče nad kletjo, pritličjem, I. nadstropjem in II.nadstropjem.

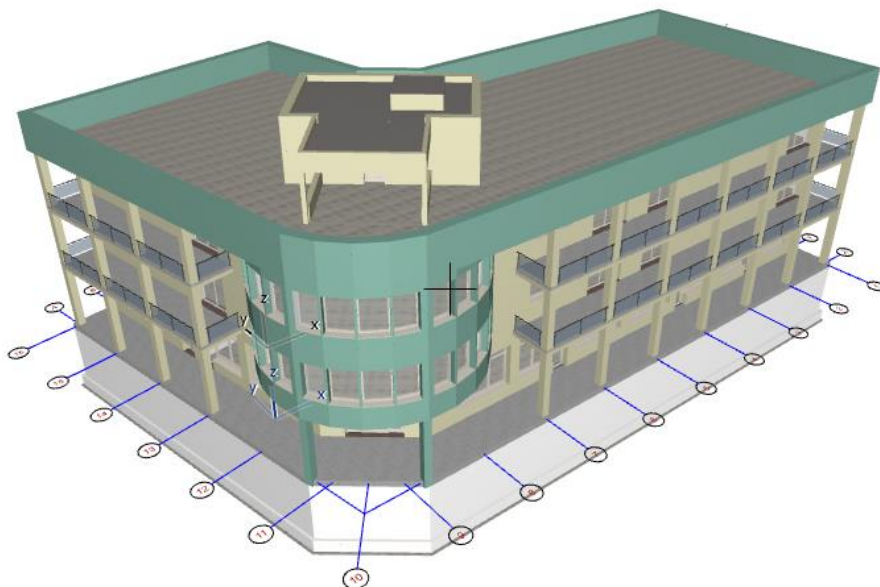
Nosilci so vsi izvedeni kot ojačitve v ploščah, le na polkrožnem izzidku, ki se nahaja v obeh nadzemnih etažah, so izvedeni kot ločni navzgor obrnjeni nosilci (podokenski parapet).

Vezi in preklade so narejene kot ojačitve v sklopu AB zidov in plošč.

Objekt je krit z ravno streho, katere nosilni element je AB plošča nad II.nadstropjem.



Slika 13: (tlorisna) lega objekta na dejanski lokaciji z označenimi smermi neba [18]



Slika 14: model konstrukcije modeliran s program ArchiCAD (pogled na vhodno stran)



Slika 15: model konstrukcije modeliran s program ArchiCAD (pogled na garažno stran)

3.2 Modeliranje modela arhitekture

3.2.1 Splošno o programu ARCHICAD

Za modeliranje konstrukcije in izdelavo arhitekturnih podlog sem uporabila Graphisoft-ov, lahko razumljiv, uporabniški (grafični) vmesnik ArchiCAD 19, ki je v osnovi narejen posebej za projektiranje na področju arhitekture. Pokriva vse nivoje arhitekturnega procesa – od projektiranja in dokumentiranja do komunikacije in sodelovanja. Njegov vizualni odziv nam pomaga, da se hitro spoznamo z njegovimi zmogljivostmi. Razvoj programa se je začel leta 1982 za Apple Macintosh računalnike. Poznan je kot prvo CAD orodje na osebнем računalniku, ki je lahko izdelal tako 2D kot tudi 3D risbe [19].

Poleg izrisa 2D načrtov projekta in izometrične predstavitve 3D modela, omogoča še širok spekter drugih uporabnih funkcij, opisanih v nadaljevanju:

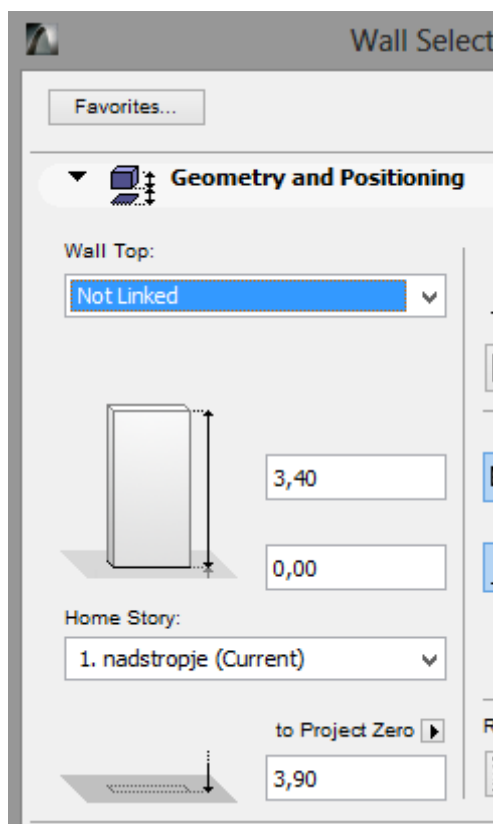
- Imamo integriran model zgradbe, kar pomeni, da so vse informacije združene na enem inteligentnem 3D modelu in v enem samem projektnem dokumentu . Tudi v primeru sprememb so podatki vedno osveženi.
- Iz programa in 3D modela lahko poleg grafičnih samodejno povlečemo tudi veliko ostalih informacij, kot so količine, popisi elementov in stroški.
- ArchiCAD je orodje, ki ga v večini uporabljajo arhitekti. Ti morajo sodelovati s strokovnjaki drugih strok (gradbinci, strojniki, ...), ki uporabljajo druga programska orodja. Za vse sodelujoče so pomembni podatki, ki jih lahko določimo vsakemu gradniku posebej; npr. vrsta materiala in njegove lastnosti, pozicija v objektu, funkcija (nosilna, nenosilna konstrukcija), v primeru, da gre za renovacijo zgradbe ali je del objekta obstoječ/ se ruši...
- Vsekakor je zelo relevantna komunikacija med sodelavci in izmenjavanje ter dodajanje podatkov k projektu, kar program tudi omogoča. ArchiCAD ponuja možnost za sodelovanje v pisarni (Teamwork), po vsem svetu (BIMcloud), med inženirji in svetovalci (OPEN BIM) ter s strankami (BIMx).
- Je visoko zmogljivo orodje za realistično izdelavo renderjev in vizualizacije izdelanega projekta.
- Zelo zanimiv način raziskovanja zgradbe je virtualni »sprehod« skozi objekt.
- Izdela se lahko sončne študije, ki prikažejo osončenost in potek senc skozi dan.
- Pri projektiranju stavb je vse bolj pomemben cilj o zmanjšanju porabe energije v stavbah. Energetsko analizo se lahko v programu izvede z vgrajenim dodatkom »Energy Evaluation«.

3.2.2 Potek modeliranja

Izhajala sem iz izbrane arhitekturne podloge 2D, ki sem jo od izvajalca gradbenih del dobila natisnjeno v papirnati obliki. V primeru, da bi imela tudi elektronsko obliko podloge, bi bilo začetno delo bistveno olajšano, saj bi to podlogo lahko uvozila v program in tako imela 2D osnovo iz katere bi nato samo nanašala elemente zgradbe.

Na začetku sem delovno okolje prilagodila mojemu projektu. Izbrala sem mersko enoto, s katero sem v nadaljevanju operirala (m), določila nastavitve dimenzioniranja, nadmorsko višino lokacije objekta in nastavila smer neba – sever.

V naslednjem koraku sem pod zavihkom »Story Settings« določila izhodiščno višinsko točko (»nulo«) in glede na to determinirala število etaž in etažne višine. Pravilna določitev teh višin je za modeliranje zelo pomembna, saj pri vstavljanju posameznih elementov objekta izhajamo iz le-teh. Na spodnji sliki je prikazan primer stene iz 1.nadstropja. Določeno ima višino glede na predpisano etažo in glede na določeno projektno ničlo.

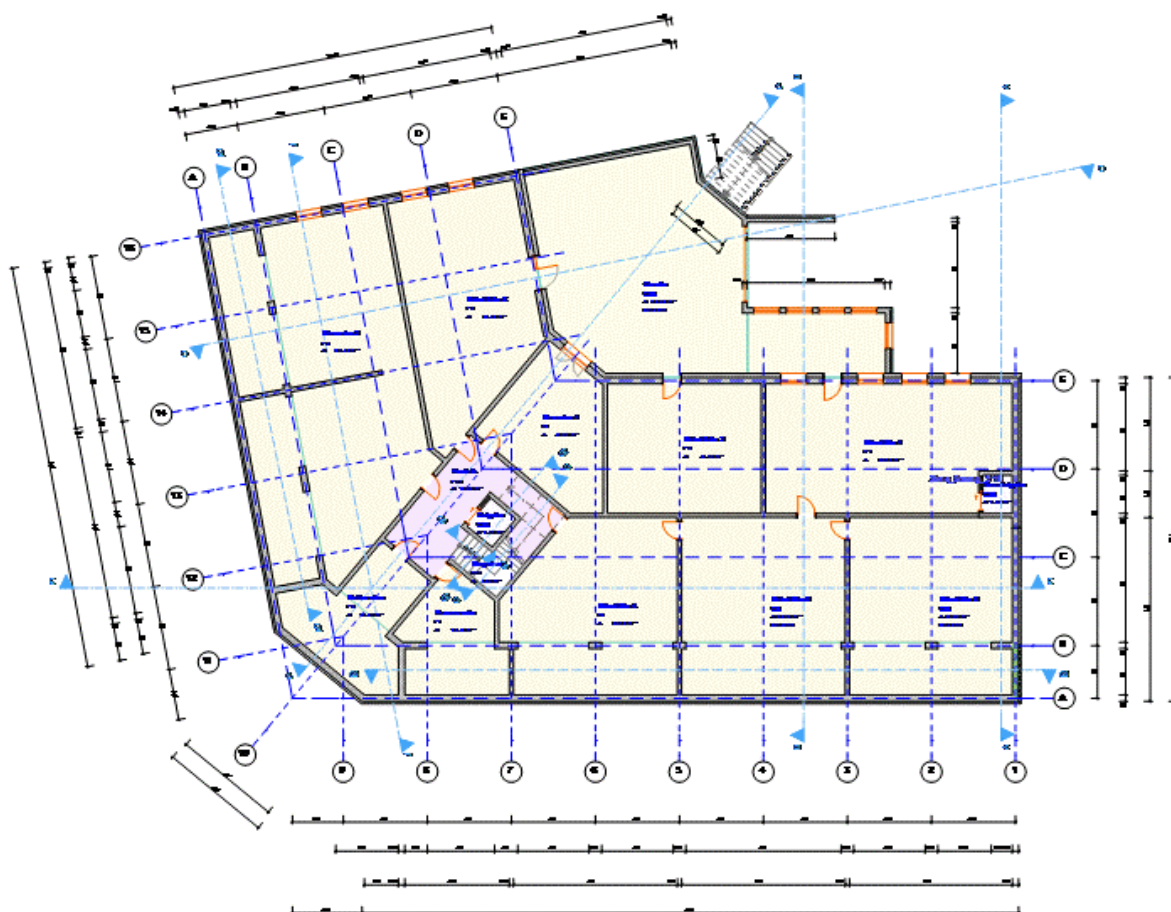


Slika 16: določitev višinskih lastnosti stene

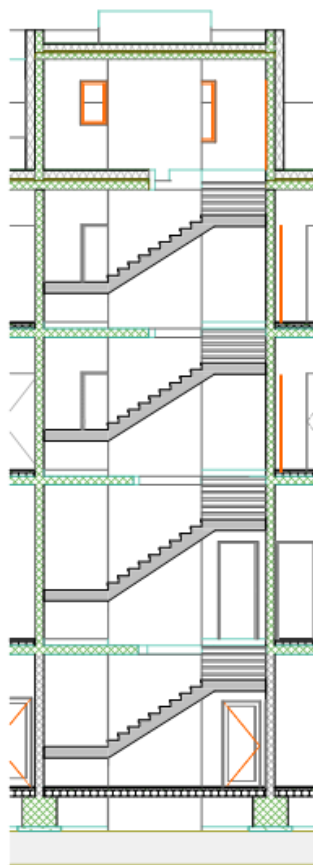
Sledila je izdelava mreže v tlorisu in določitev osi, kar mi je prišlo prav pri natančnosti vnašanja geometrije. Za to sem uporabila »Grid Element Tool«.

Po vnosu vseh predhodno omenjenih bistvenih podatkov sem lahko začela z vnašanjem gradnikov (zid, plošča, ...). Vsakemu posebej sem določila lastnosti in aktivnosti. Poleg geometrije in materiala ima slednji svoje ime, funkcijo, pozicijo, izgled v 3D in 2D obliki.

Za boljšo preglednost sem uporabila plasti (Layer), ki sem jih po želji, glede na potrebo, lahko izklapljala. Delo mi je med modeliranjem olajšalo enostavno preklapljanje med 3D in 2D pogledom.



Slika 17: primer izrisa tlorisa (kletni prostori)



Slika 18: primer prereza skozi jedro objekta



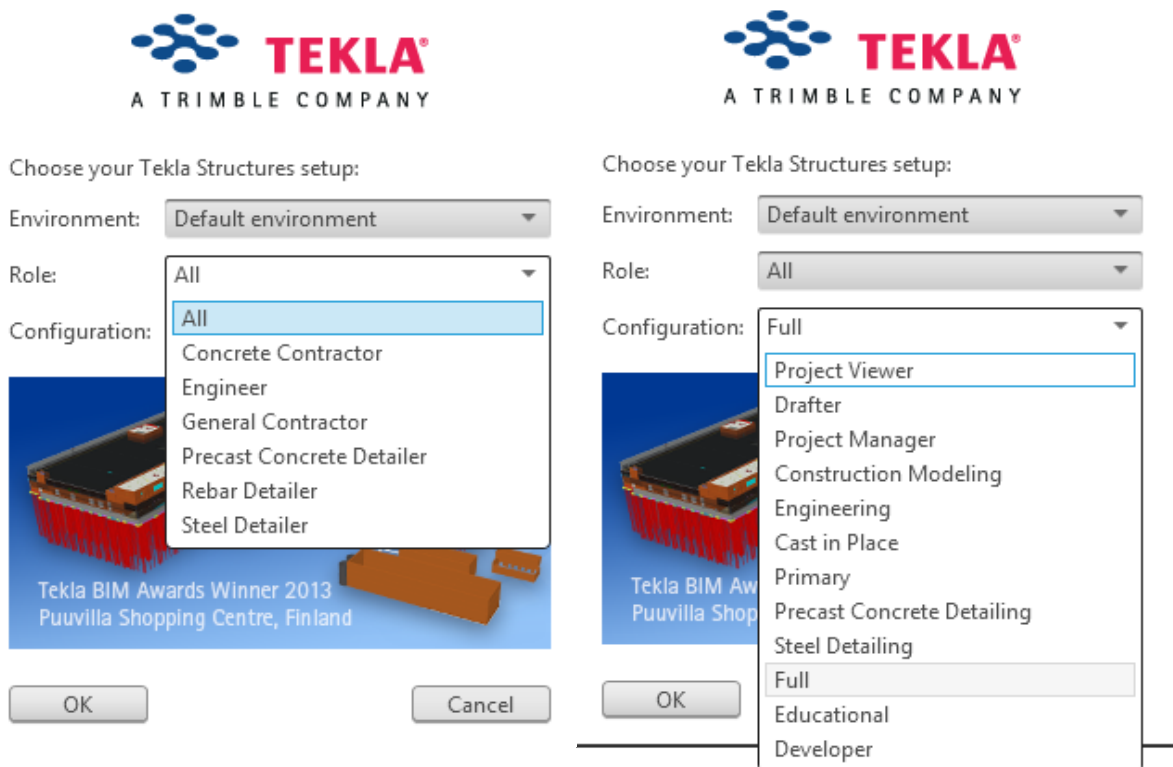
Slika 19: primer pogleda na objekt

3.3 Modeliranje modela konstrukcij

3.3.1 O programu Tekla Structures 20.0

Tekla Structures 20.0 je modelirnik BIM, ki ga izdeluje in posodablja finsko podjetje Tekla, ki je v lasti ameriškega podjetja Trimble. Z njim se modelira konstrukcije iz različnih materialov. Najbolj uporabljen je za jeklene in betonske konstrukcije. Njegova prednost je, da dobro podpira interoperabilnost. Program uporabnikom omogoča ustvarjanje in upravljanje 3D modelov skozi celoten proces od zasnove do izdelave ter hitro izmenjavanje in dodajanje podatkov drugih strokovnjakov, ki sodelujejo pri projektu (projektanti strojnih in elektro inštalacij, statiki, itd.). Projektna dokumentacija je tako vedno usklajena in se v primeru sprememb sprti posodablja [20].

Sam program se odpira glede na vlogo, ki jo imamo na projektu in temu primerno je prilagojena dostopnost in možnost spreminjanja informacij na modelu, ki se ga izdeluje. Izbira se lahko med posameznimi vlogami in nastavitvami, ki so na spodnji sliki. Za primer te diplomske naloge sem izbrala splošno vlogo.



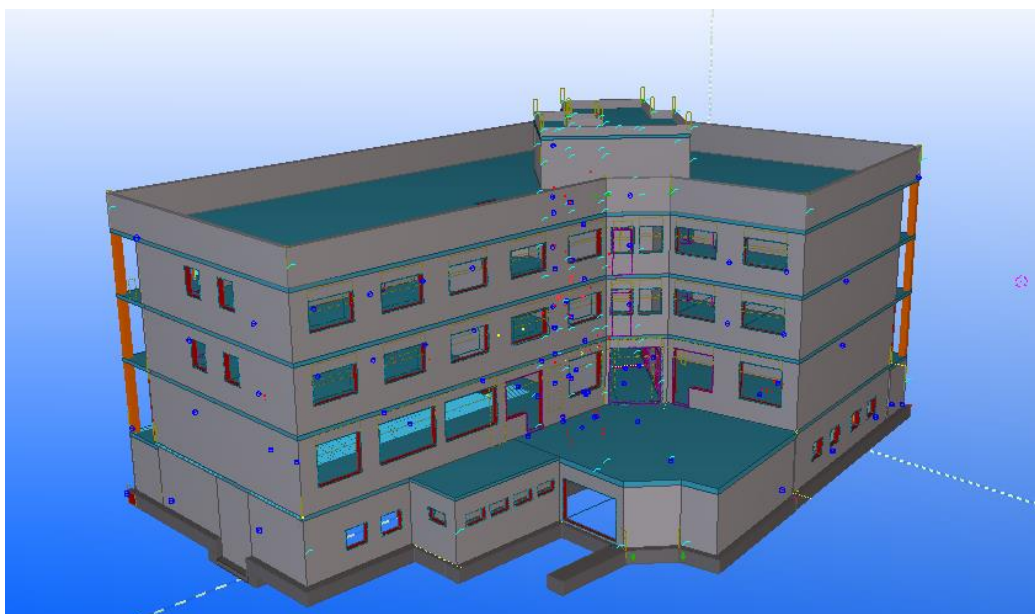
Slika 20: izbira vlog in nastavitvev v Tekla Structures

3.3.2 Uporaba referenčnega modela

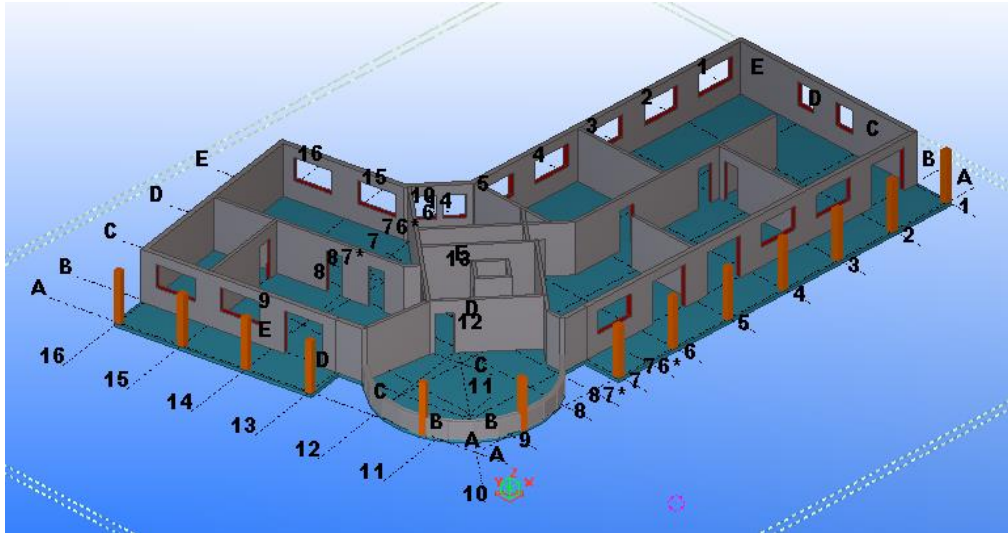
Referenčni model predstavlja pomoč pri izdelavi modela konstrukcij. Prenese se ga iz orodja za arhitekturno modeliranje (v tem primeru ArchiCAD) v orodje za izdelavo modelov konstrukcij in računskih modelov (v tem primeru Tekla Structures). Konstruktor se nato odloči, kako bo ta referenčni model uporabil in s pomočjo njega izdelal svoj model. Prednost tega je, da se prihrani čas, ki bi ga sicer porabil za študijo arhitekturne osnove in risanje svojih podlog za analizo konstrukcije - tak zamuden način dela se v večini uporablja še danes, vendar ga bo v prihodnosti kmalu zamenjal odprt način dela z uporabo referenčnih modelov (Open BIM koncept).

Za primer te diplomske naloge sem 3D model arhitekture predhodno že izdelala s pomočjo programa ArchiCAD. V Tekla Structures sem ga prenesla kot referenčni IFC model in nato posamezne gradnike modela pretvorila v Tekline elemente.

Po izdelanem modelu konstrukcij se izdelava računski model, ki se mu lahko že v Tekli doda obtežbe in vplive na konstrukcijo. Tak model je v nadaljevanju uporaben za statično in dinamično analizo obravnavane zgradbe. Uvozi se ga v računalniška orodja za analizo konstrukcije. Dobljeni rezultati pomenijo avtomatsko spremembo tudi na modelu konstrukcij. Te spremembe običajno predstavljajo spremembe dimenzij, geometrije, kvalitete predvidenega vgradnega materiala, armature, itd.



Slika 21: izdelan konstrukcijski model celotne konstrukcije v programu Tekla Structures



Slika 22: možnost pogleda na le del konstrukcije – 1. nadstropje

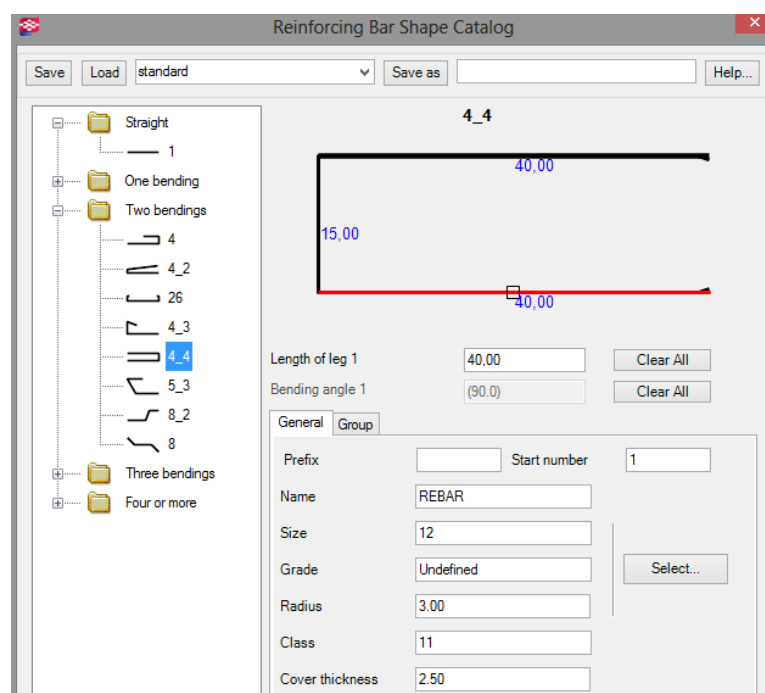
3.3.3 Armiranje elementov

Za armiranje elementov sta na voljo dva različna pristopa. Prvi z uporabo bogate knjižnice parametriziranih komponent, ki je na voljo v samem programu. Dodane predloge iz knjižnice se le prilagodi posameznemu gradniku modela. V primeru sprememb, se armatura samodejno prilagodi tej spremembi. Tako je prihranjeno veliko časa, ki bi se ga sicer porabilo za samo risanje detajlov, stikov, armiranje betonskih konstrukcij itd. Obstaja tudi možnost, da sami ustvarimo te komponente, ki se jih doda v knjižnico ali pa se jih preprosto uvozi v program (npr. od podjetij, ki ponujajo svoje izdelke in imajo za njih že izdelane BIM komponente).



Slika 23: primer komponent iz knjižnice elementov

Druga možnost detajliranja armature je ročno armiranje. Tak način je bolj zamuden kot z uporabo knjižnice elementov, vendar uporaben v primeru nestandardnih detajlov ali podajanju posameznih ali skupin palic, stremen, mrež, izdelave preklapov itd. Tudi v tem primeru se ob spremembah dimenzij ali pozicij betonskih gradnikov armatura samodejno prilagaja modifikacijam.

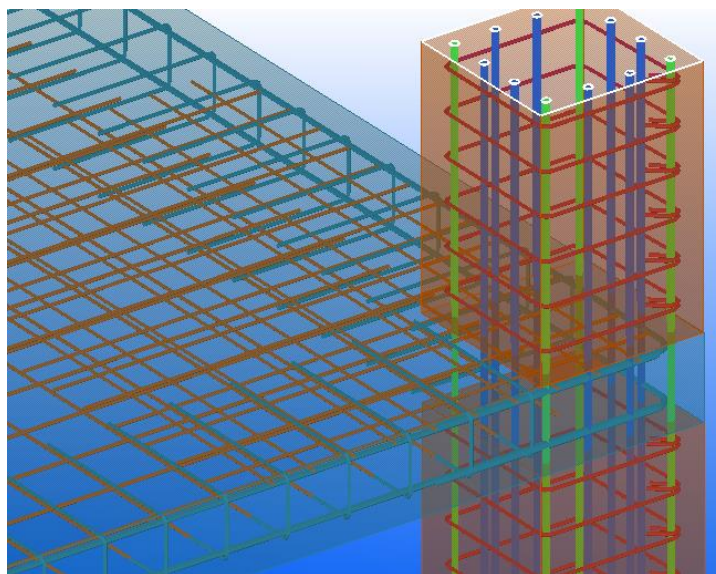


Slika 24: primer izdelave ročnega vnosa armature

Iz izdelanega detajliranega modela se lahko izdela izvleček armature in ostala poročila o materialih, spojih itd. Slednje se lahko izvozi npr. v Excel, kjer se te podatke obdeluje in ureja.

QTY	NAME	REBAR #	GRADE	SHAPE	LENGTH	WEIGHT
303	REBAR	8	Undefined	1	8600	841.5 kg
173	REBAR	8	Undefined	4	910	62.7 kg
1216	STIRRUP	8	Undefined	48	1470	706.0 kg
293	REBAR	10	Undefined	1	6800	704.8 kg
44	PIN	10	Undefined	4	790	21.7 kg
148	REBAR	10	Undefined	4	1300	119.0 kg

Slika 25: primer izvlečka armature



Slika 26: primer detajla armiranja konstrukcije: stik na vogalu – steber in AB plošča

3.4 Usklajevanje in komunikacija na osnovi modelov BIM

Na vsakem projektu je vključenih več različnih profilov sodelujočih in vsak od njih ima svojo vlogo. Vendar vsi nimajo možnosti uporabe programskih orodij, sploh tisti, ki ne nastopajo v vlogi projektantov (npr. naročniki). Tem in ostalim so na voljo brezplačni pregledovalniki, s katerimi lahko pregledujejo projekt, ne morejo pa ga spreminjati. Spodaj sta opisana dva Teklina značilna orodja: Tekla BIMsight in Tekla Web Viewer.

3.4.1 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight je brezplačno orodje, ki se ga uporablja v 160 državah za pregledovanje konstrukcij, ne pa vnašanju ali popravljanju elementov BIM. Sodelujoči lahko primerjajo modele, jih združijo v enega, preverjajo kolizije in si delijo informacije. Omogoča prepoznavanje problemov že v fazi projektiranja. Zaznana neskladja se nato urejajo v programih BIM [21].

3.4.2 Tekla Web Viewer

Izdelan Tekla Structures model se lahko objavi kot spletno stran in tako je zainteresiranim omogočen ogled modela s pomočjo spletnega pregledovalnika. Tekla Web Viewer zahteva spletni brskalnik Internet Explorer 6.0 ali višje verzije. Objavi se lahko tudi samo le del modela. Prednost tega je, da se model lahko ogleduje kjerkoli in kadarkoli, s pomočjo računalnika, tablice ali pa mobilnega telefona. Informacije so vedno posodobljene [22].

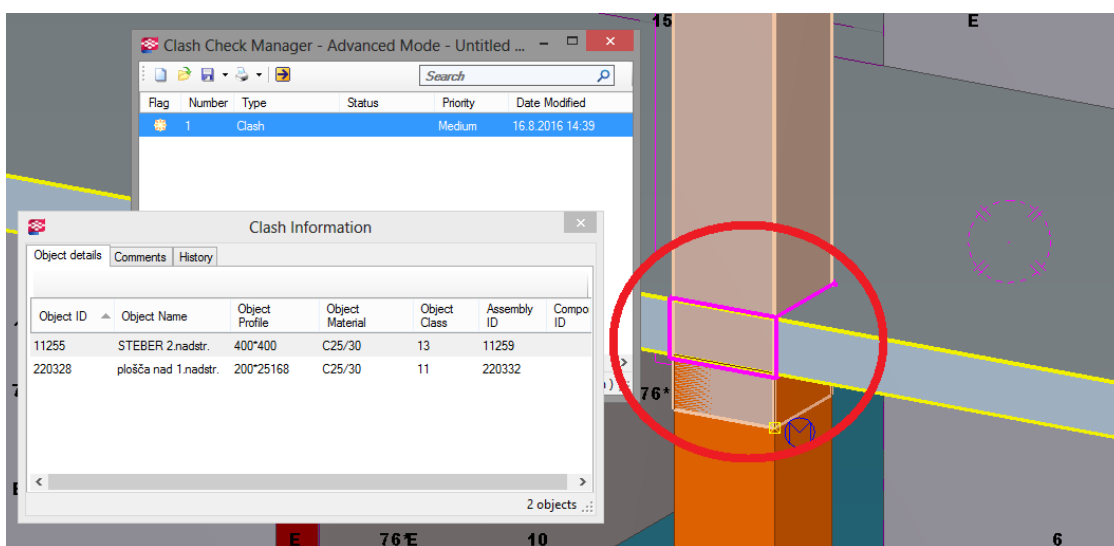
3.4.3 Zaznavanje kolizij

Neskladja v modelu se ugotavlja s komponento programa »Clash Check Manager«. Program izdela poročila neskladij, s samim klikom na posamezen izpis kolizije pa jo pokaže še na modelu. Na tak način se probleme rešuje že med projektiranjem.

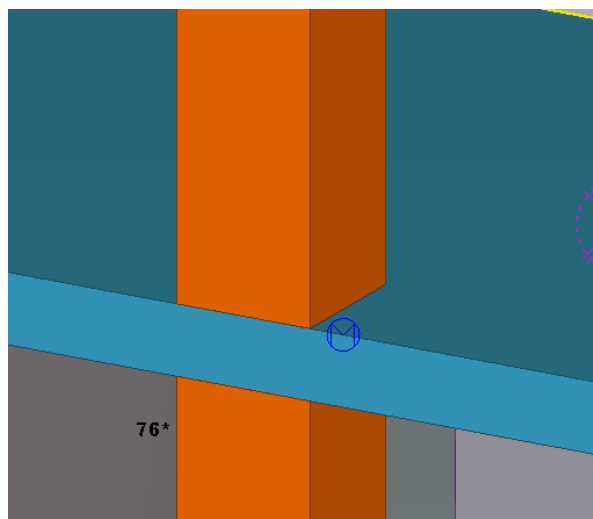
Na sliki 27 je prikazan enostaven primer ugotovljenega neskladja med stebrom in ploščo. Zgornji steber je zmodeliran prenizko in poteka skozi ploščo in deloma v spodnji steber. Zaznana napaka se v modelu popravi in steber poteka od plošče navzgor.

V zgledu modela za namen te diplomske naloge program ni zaznal veliko neskladij. V primeru, da bi imeli na istem modelu poleg osnovne konstrukcije, dodane tudi vse inštalacije, bi bil seznam neskladij verjetno precej daljši.

Zaradi boljše preglednosti se lahko kolizije razvrsti v skupine, določi se jim pomembnost, dopiše komentarje, izdela poročilo in izvozi.



Slika 27: primer ugotovljene kolizije



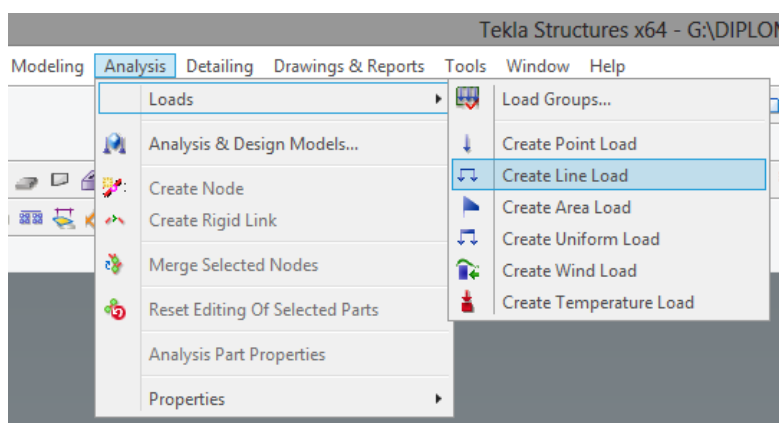
Slika 28: primer popravljene kolizije iz slike 27

3.5 Izdelava računskega modela na osnovi modela BIM

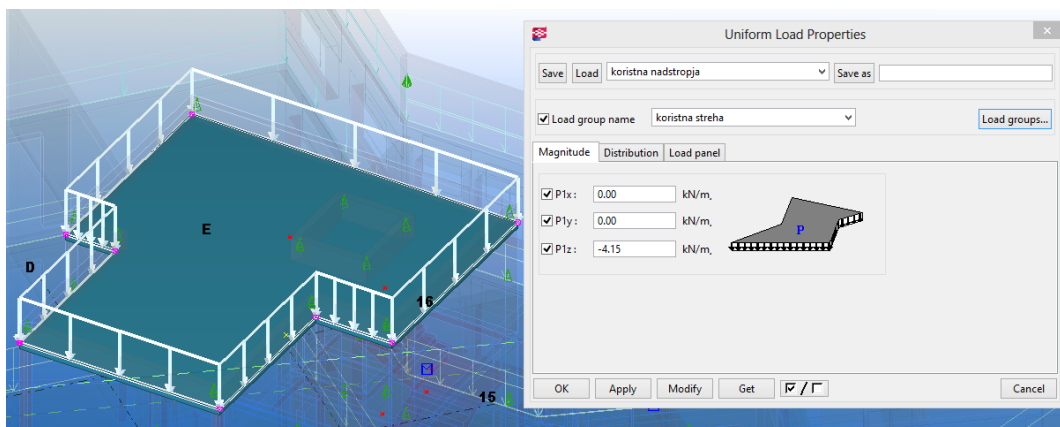
Računski model konstrukcije se izdelava na podlagi izdelanega modela BIM, v primeru te diplomske naloge je to v programu Tekla Structures. Ta pa se nato uvozi v program za statično in dinamično analizo, saj sam program Tekla izračuna konstrukcije ne omogoča. Računski model je lahko celotna konstrukcija ali pa le njen del. Vplive na konstrukcijo, obtežbe, obtežne primere in kombinacije se lahko doda že v Tekli, lahko pa naknadno v orodjih za analizo.

Postopek izdelave računskega modela v Tekla Structures

V zavihku »Analysis« se določi skupine obtežb, ki pripadajo obravnavani stavbi. Nato se ustvarijo obtežbe na modelu, ki so lahko točkovne, linijske ali ploskovne. Možno je določiti še obtežbo vetra in temperaturno obremenitve.

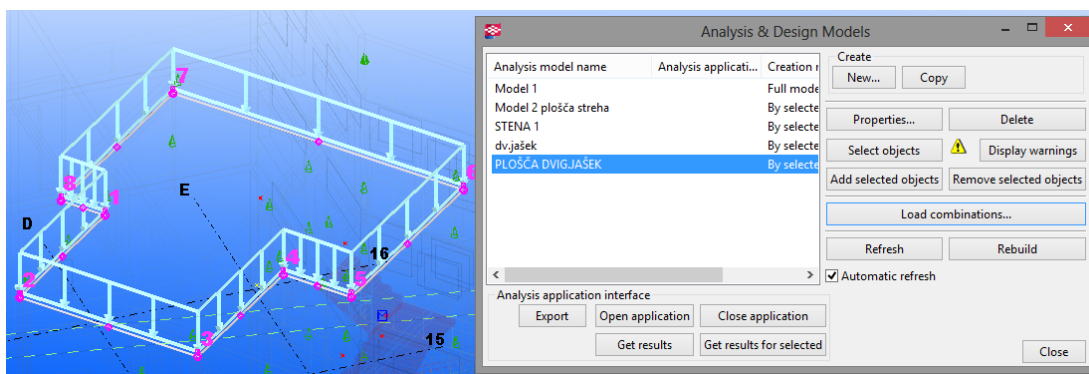


Slika 29: primer izbire obtežbe



Slika 30: primer določitve obtežbe

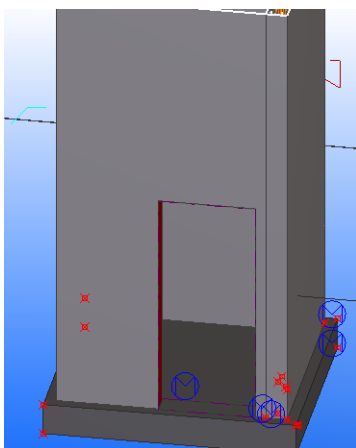
Po zdefiniranih in določenih obtežbah se določijo nastavitve analiziranja modela, kar je omogočeno pod »Analysis & Design Models«, kjer se določijo še obtežne kombinacije, izbere metoda analize ter željeni rezultati.



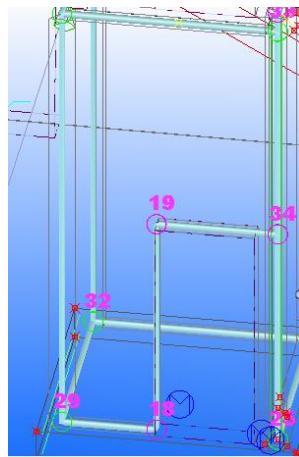
Slika 31: primer izdelanega računskega modela plošče in seznam računskih modelov

Izdelan računski model armiranobetonske plošče ali stene se izriše kot lik v obliki elementa, z oštevilčenimi vogali. Izvozi se ga v izbran program za analizo konstrukcije.

Na slikah 32 in 33 je prikazan primer modela konstrukcij sten dvigalnega jaška v kleti in primer njegovega računskega modela.



Slika 32: model konstrukcije dvigalnega jaška v kleti



Slika 33: računski model dvigalnega jaška v kleti

3.5.1 Analiza konstrukcije

Eden izmed pomembnih korakov v delotoku projektiranja je statična in dinamična analiza konstrukcije.

Z izdelanim računskim matematičnim modelom se v programu za analizo izračuna notranje statične količine ter mejno stanje uporabnosti. Ob tem se preveri dimenzije in ustreznost materiala posameznih elementov konstrukcije objekta.

Rezultati statične in dinamične analize konstrukcije so:

- notranje sile v elementih;
- pomiki konstrukcije;
- odstotek izkoriščenosti jeklenih prerezov;
- potrebna armatura betonskih prerezov.

Progami za modeliranje konstrukcij, kot je Tekla Structures, omogočajo avtomatičen izvoz v programe za analizo konstrukcij, kot so:

- SAP2000;
- SCIA Engineer;
- ETABS;
- SOFISTIK;
- Advance Design.

Pri svojem delu sem uporabila SAP 2000, vendar le za prenos računskega modela, ne pa tudi za nadaljnjo analizo konstrukcije, saj to ni bil namen te naloge. V nadaljevanju je zgolj opisan osnovni princip poteka dela v SAP2000.

3.5.2 SAP2000

SAP2000 je uporabniški vmesnik, ki ga razvija podjetje Computers and Structures (CSI). Deluje po metodi končnih elementov. Obravnavan projekt se lahko pregleduje v 2D ali 3D pogledu. Uporaben je za modeliranje vseh vrst konstrukcij. Omogoča izvajanje različnih možnih analiz konstrukcij, od preproste linearno elastične do bolj kompleksne nelinearne statične in dinamične analize [23].



Slika 34: interoperabilnost računalniških orodij [24]

Računski model se iz Tekla Structures v SAP2000 lahko uvozi na dva načina:

- S pomočjo .ifc datoteke.
- Z neposrednim izvozom preko povezave (angl.link), ki jo je potrebno naložiti s spletne strani programa (Teklin Extranet). Pogoji za delovanje te povezave je, da sta oba programa nameščena na istem računalniku.

Iz Tekla Structures v SAP2000 se prenesejo naslednji podatki, ki so potrebni za analizo konstrukcije:

- vrsta materiala;
- obtežba;
- geometrija in dimenzije prečnih prerezov elementov;
- elementi in njihove lastnosti;
- ostali projektni parametri.

Po izvedenih analizah in dobljenih rezultatih v SAP 2000 se predlagane spremembe uvozi nazaj v modelirnik Tekla, tam pa se te spremembe avtomatično integrirajo in obratno, v primeru sprememb na modelu konstrukcije se te prenesejo na računski model v analiznem programu. Tako je omogočeno kroženje informacij.

4 TERMINSKI PLAN IN MODEL 4D BIM

Eno izmed bistvenih opravil v gradbeni industriji je operativno planiranje gradbene proizvodnje ali gradbene tehnologije. S tem se določa in postavlja rok za izvedbo objekta. Pri tem je pomembno, da so upoštevani vsi dejavniki, ki lahko vplivajo na čas proizvodnje, saj se bo v nasprotnem primeru proces izvajanja del odvijal stihijsko in neobvladljivo, kar pa je neracionalno in neekonomično in ima lahko za posledico veliko povečanje stroškov. Upoštevajoč delovne in klimatske pogoje se kontrolira razvoj in potek izvajanja ter tako sproti in po pravilih odpravlja zavore in se prilagaja optimalnemu stanju. Izhodišča za začetek operativnega planiranja so potrebna projektna in druga tehnična dokumentacija, poznavanje gradbenih tehnoloških procesov in organizacije delovnih mest v podjetju, zmožnost uporabe strojev in delovne opreme, ki so na voljo, ter njihova razdelitev in vključitev v razpoložljivi časovni tok. V plan je potrebno zajeti tudi vsa pripravljalna in pomožna dela, brez katerih ni mogoče dokončati objekta.

Za večjo učinkovitost planiranja je pomembno, da se upošteva naslednja načela [25] :

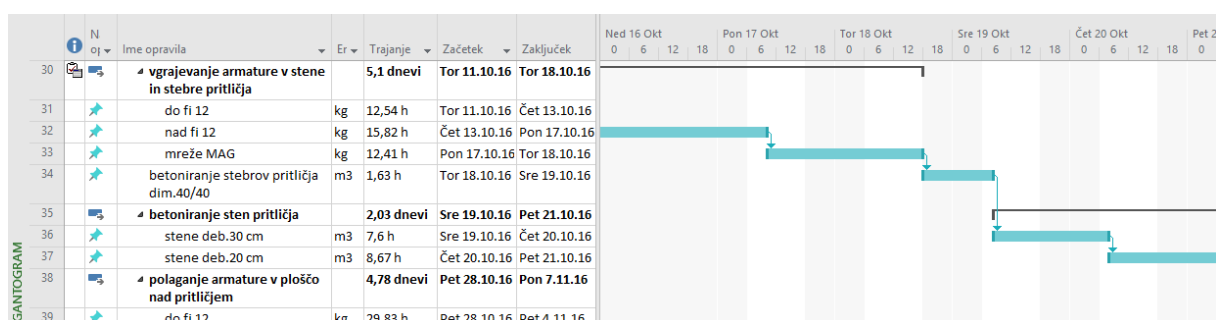
- postopno vključevanje resursov (zaradi lažje organiziranosti delovišč, izbire in razporeditve tehnologije, strojev in opreme);
- težnja k čim večji vzporednosti izvajanja aktivnosti (za doseganje optimalne izkoriščenosti);
- obseg del in vključevanje opreme naj bosta čim manj skokovita;
- optimalna uporaba oziroma izkoriščenost sredstev (resursov);
- plan mora zadovoljiti pogoje trga (investitorja) v kvaliteti in ceni;
- plani morajo biti realni in uresničljivi v danih pogojih in okoljih;
- potrebno je uporabiti sodobne tehnike planiranja in metode organizacije dela.

4.1 Vrste operativnega planiranja

Poznamo statično in dinamično obliko plana. Razlikujeta se v tem, da prvi (statični) prikazuje vrste potreb za izvedbo in dovršitev objekta neodvisno od časa (roka), drugi (dinamični) pa poleg vrste potreb prikazuje še njihovo časovno razporeditev ali dinamiko izvajanja posameznih vrst del od začetka do konca. Statični plani so izdelani kot tabele, v katerih so numerični podatki o zbiru ali seznamu potrebnih delovnih sredstev za delo, kot so npr. material, delovna oprema, vrste strojev in delovne sile ter njihova kvalifikacija, finančna sredstva itd. Dinamični plani pa časovno prikazujejo dinamiko poteka posameznih vrst del in potrebno količino resursov z roki za izpolnitev nalog (začetek, trajanje, dokončanje). Namenjeni so za operativno vodenje ter spremljanje in kontrolo poteka del na gradbišču.

Reče se jim tudi operativni ali terminski, časovni plani. Za izdelavo terminskega plana izvedbe je torej primeren dinamični plan. Najbolj pogosto uporabljene grafične oblike dinamičnih planov v gradbeni praksi so naslednje [25]:

- **Črtni plani v tabelah ali gantogrami:** v naši gradbeni praksi najbolj pogosto uporabljena oblika. Ponazarja trajanje dejavnosti oziroma posamezne vrste del v izbrani časovni enoti. Prikazan je s posebno tabelo z opisom dejavnosti in trajanjem leta.



Slika 35: primer gantograma

- **Linjski plani ali ciklogrami:** uporablja se jih predvsem pri gradnji cest, predorov, kanalizacij, železnic in podobnih gradbenih objektih, za katere je značilna dolžina. Manj se ga uporablja pri gradnji stavb, razen zelo visokih. Potek izvajanja del je prikazan z linijami v koordinatnem sistemu. Na abscisni osi (horizontalno) so označene časovne enote, na ordinatni osi (vertikalno) pa položaj dejavnosti (za primer cest, kanalizacij itd. so to profili ali razdalje, za primer stavb pa etaže).
- **Grafi ali mreže (dogodkovni, dejavnostni):** potek izvajanja del je prikazan s črtami medsebojno povezanih dogodkov (začetkov ali koncev), ki pomenijo odvisnost ali pogojenost med dejavnostmi. Imajo začetek in konec oz. cilj, zato se jih šteje v skupino usmerjenih grafov. V slovenski gradbeni industriji sta poznani dve metodi, ki se med seboj razlikujeta: po povezovanju dogodkov (dogodkovno planiranje) in po povezovanju dejavnosti (dejavnostno planiranje).

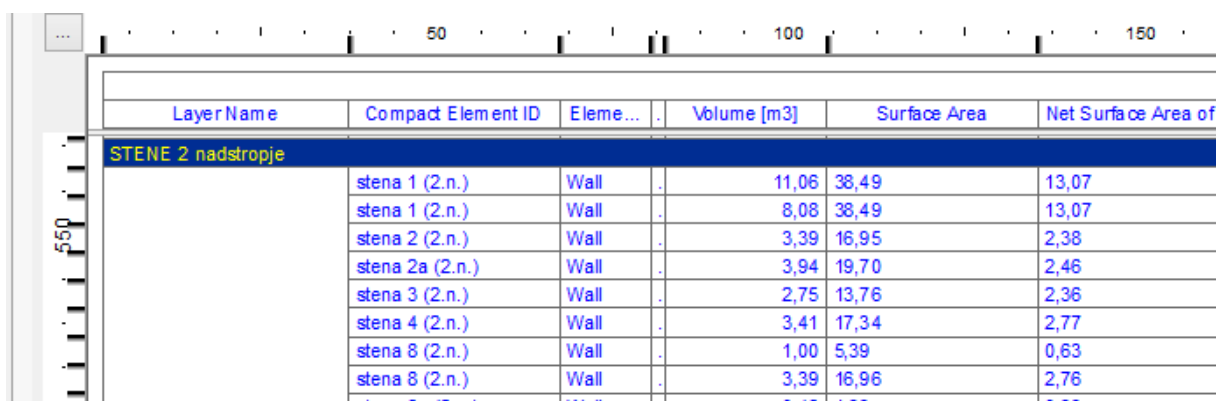
4.2 Izdelava terminskega plana

Terminski plan sem izdelala s pomočjo programskega paketa za podporo obvladovanja projektov in upravljanja portfeljev projektov *Microsoft Project 2016*. S programom preprosto

načrtujemo in organiziramo projekte ter sodelujemo z drugimi. Omogoča nam pregled nad projektom, hitro lahko izmerimo napredek del, predvidevamo spremembe, prepoznamo in rešimo morebitne težave, še preden te vplivajo na urnik del. Natančno se lahko izmeri izkoriščenost virov in bolje upravlja z dodelitvami virov, ki so skladni z našo strategijo. [26]

Pred preračunom časovnega načrta del je bistveno, da poznamo podatke o količinah materialov na podlagi katerih bo narejena časovna (in kasneje še stroškovna) ocena ter da glede na morebiten vnaprej določen rok izvedbe oziroma kapaciteto podjetja predvidimo število potrebnih delavcev na posameznem delovišču in kako so ti kvalificirani.

Količine armature sem povzela iz izvlečkov že izdelanega 3D modela v Tekla Structures. Ostale količine materialov pa iz modelirnika ArchiCAD, kjer se količine beležijo pod možnostjo *Schedules*.



Layer Name	Compact Element ID	Eleme...	Volume [m3]	Surface Area	Net Surface Area of
STENE 2 nadstropje					
	stena 1 (2.n.)	Wall	11,06	38,49	13,07
	stena 1 (2.n.)	Wall	8,08	38,49	13,07
	stena 2 (2.n.)	Wall	3,39	16,95	2,38
	stena 2a (2.n.)	Wall	3,94	19,70	2,46
	stena 3 (2.n.)	Wall	2,75	13,76	2,36
	stena 4 (2.n.)	Wall	3,41	17,34	2,77
	stena 8 (2.n.)	Wall	1,00	5,39	0,63
	stena 8 (2.n.)	Wall	3,39	16,96	2,76

Slika 36: primer izvoza količin za stene 2.nadstropja iz ArchiCAD-a

Za izračun časa, ki ga delovna sila potrebuje za izvedbo posamezne aktivnosti, se potrebuje normative, kjer je določen čas, ki ga en delavec porabi za izvedbo posamezne aktivnosti. Končen čas dejavnosti se dobi tako, da se poveže normativ s številom delovne sile in količino dela te dejavnosti. V pomoč pri izračunu časa posameznih del oziroma določitvi norma ur sem uporabila priročnike Obrtne zbornice Slovenije (Normativi za tesarska dela [27], Normativi za zidarska dela [28], Normativi za betonska in armiranobetonska dela [29]) ter GNG gradbene norme GIPOSS [30].

Zaradi obsežnosti vseh predvidenih del projekta sem v izdelavo terminskega plana vključila le gradbena dela, ne pa tudi obrtniških del, saj je osnovni namen te diplomske naloge prikazati primer izdelave 5D BIM modela in ne natančna določitev roka izvedbe oz. optimizacije časovnega plana.

Gradbena dela sem v grobem razdelila na naslednje postavke (vsako od teh je podrobneje in smiselno razdeljeno na podpostavke):

- Zemeljska dela:
 - široki izkop gradbene jame;
 - planiranje dna izkopa;
 - nasip in utrjevanje nasutja (pod temelji, med temelji, za temelji in stenami kleti).

- Armirano-betonska dela:
 - betoniranje podložnega betona (pod temelji, med temelji);
 - vgrajevanje armature v armiranobetonske temelje;
 - vgrajevanje armature v armiranobetonske stene in stebre (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - vgrajevanje armature v armiranobetonske plošče (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - vgrajevanje armature v armiranobetonske stopnice (klet, pritličje, 1. in 2. nadstropje);
 - betoniranje temeljev;
 - betoniranje sten in stebrov (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - betoniranje plošč (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - betoniranje stopnic (klet, pritličje, 1. in 2. nadstropje).

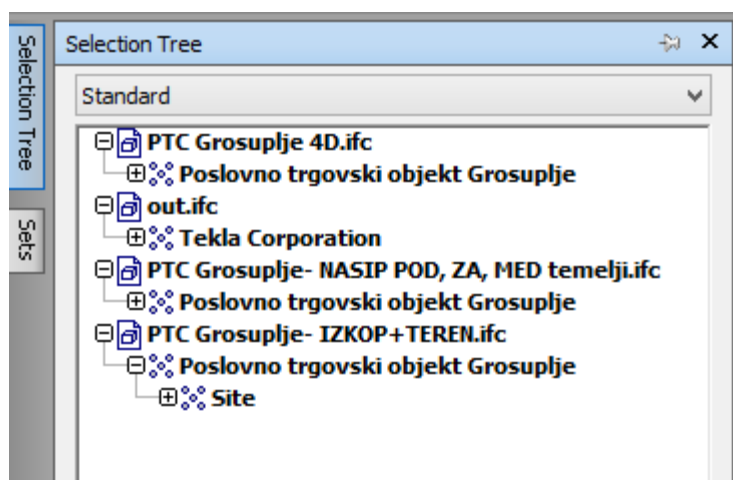
- Tesarska dela:
 - opaž podložnega betona pod temelji;
 - opaž temeljev;
 - opaž sten in stebrov (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - opaž plošč (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - opaž roba plošč (klet, pritličje, 1. nadstropje, 2. nadstropje, streha);
 - opaž stopnic (klet, pritličje, 1. in 2. nadstropje).

- Zidarska dela:
 - hidrostop premaz preko temeljev;
 - izdelava zaokrožnice temelj – stene kleti;
 - izdelava vertikalne hidroizolacije temeljev in sten kleti;
 - izdelava zaščite hidroizolacije z XPS (ekspandirani polistiren);
 - polaganje tefond folije za zaščito XPS;
 - pozidava na strehi z modularnim blokom.

4.3 Simulacija poteka gradnje

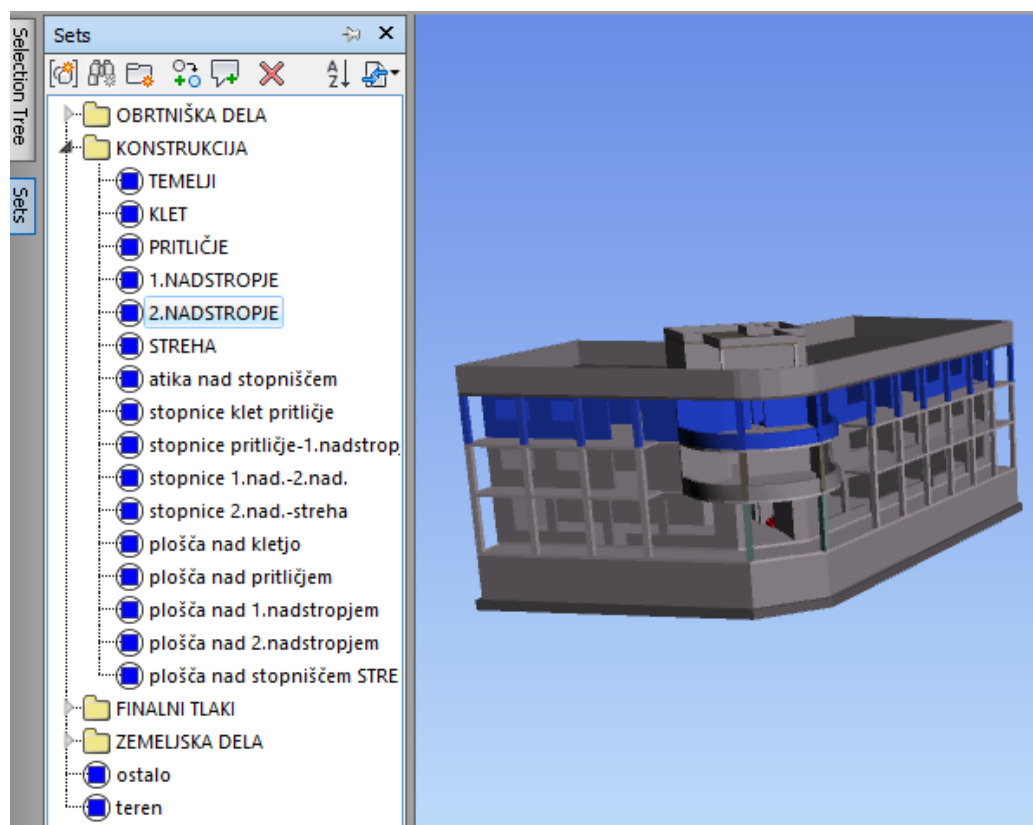
4D model je nadgradnja 3D modela s časovno dimenzijo. Tu mi je bilo v pomoč Autodeskovo programsko orodje Navisworks Manage 2016 [31]. Program služi predvsem kot dodatek 3D modelirnikom. Poleg izdelave terminskega plana omogoča še izdelavo simulacije gradnje objekta, simulacijo prehoda skozi objekt, stroškovno oceno gradnje, vizualizacijo projekta itd. Projektantom in konstrukterjem, ki sodelujejo pri projektu, pomaga pri predvidevanju potencialnih problemov že pred gradnjo, zato se jim lahko izognejo. Posledica je minimiziranje dragih zamikov pri gradnji in izogib morebitnim predelavam projekta. 4D modelu oziroma njegovi simulaciji bi lahko rekli kar virtualna gradnja objekta.

Delo je potekalo tako, da sem najprej geometrijske podatke o projektu izvozila iz že izdelanih 3D modelov v ArchiCAD-u in Tekla Structures. Izvoz je bil izveden v obliki podatkovnega modela IFC. Na spodnji sliki (slika 37) je prikazan seznam uvoženih podmodelov, ki se jih vidi v zavihku *Selection Tree*.



Slika 37: prikaz seznama uvoženih podmodelov v programu Navisworks manage 2016

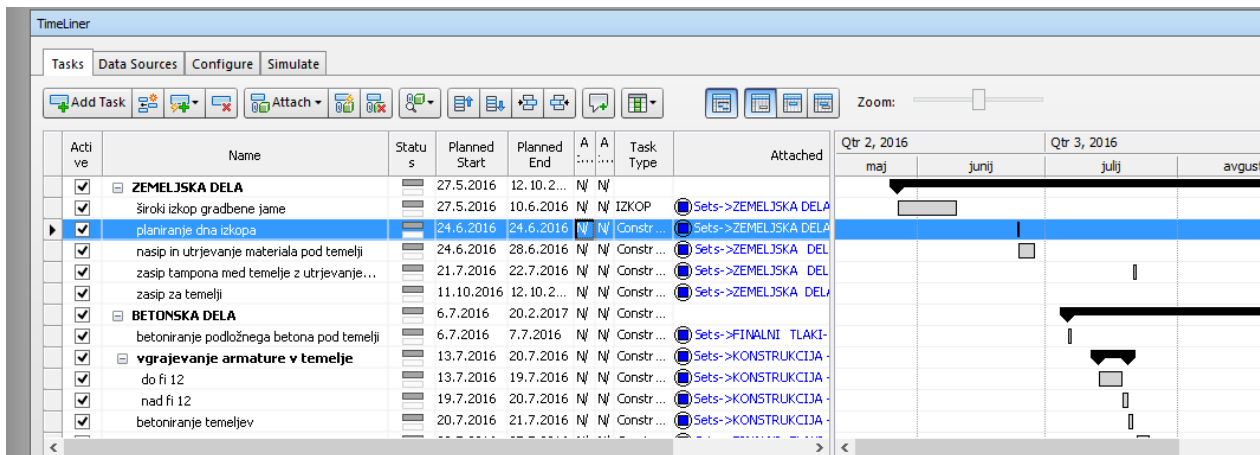
V zavihku *Sets* je sledila izdelava skupine objektov, ki združujejo dele objekta, ki se jim želi pripisati določeno enako funkcionalnost ali akcijo, kot npr. barva izgleda skupine, transparentnost, prikaz/skrivanje skupine, časovno komponento itd. Posamezne dele objekta, ki se jih želi vključiti v določene skupine, se označi in izbere v seznamu podmodelov (*Selection Tree*). Te skupine, ki predstavljajo eno aktivnost v okviru terminskega plana, se v animaciji prikažejo kot celota.



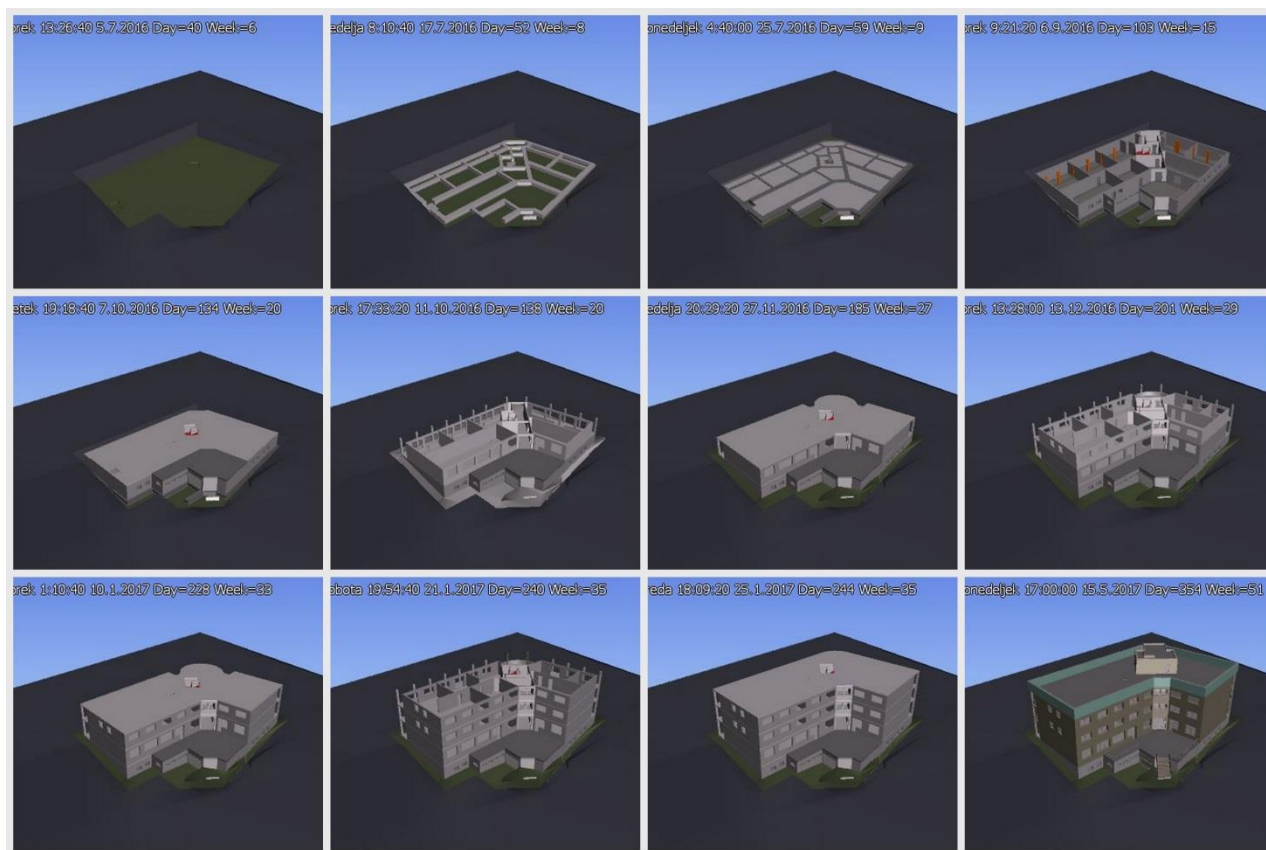
Slika 38: prikaz skupin elementov na seznamu in modelu (Navisworks Manage 2016)

Nato sem tem uvoženim podatkom dodala še četrto dimenzijo (časovne podatke - terminski plan), izvoženo iz programa MS Project. Ti podatki so bili zapisani v formatu .mpp. Tako je vzpostavljena aktivna povezava med MS Project in Navisworks. To pomeni, da sprememba informacij v izvornem terminskem planu (MS Project) ne povzroči dodatnega (podvojenega) dela, saj sinhronizacija datotek omogoča, da so spremembe vidne tudi v programu Navisworks.

V naslednjem in hkrati zadnjem koraku je bilo potrebno povezati terminski plan gradnje s posameznim gradnikom oz. skupino objektov znotraj celotnega modela objekta. Za to se uporabi zavihek *TimeLiner*, kjer se določi še začetni in končni izgled simulacije objekta, glede na tip gradbenih del (npr. rušenje, začasna postavitvev, izkop, ...). Ko je to končano, se lahko zažene simulacijo gradnje in tako je narejen 4D model.



Slika 39: prikaz TimeLiner-ja v Navisworks manage 2016



Slika 40: izrezki simulacije (4D model)

5 STROŠKOVNO OVREDNOTENJE PROJEKTA in MODEL 5D BIM

Veliko vlogo pri investitorjevem odločanju za gradnjo ima ocena vrednosti investicije, ki mora biti čim bolj realna. To oceno oz./ali predvidene stroške projekta se dobi tako, da se sešteje vrednosti posameznih del. Te pa se dobi tako, da se sešteje vse faktorje, ki vplivajo na ceno posamezne količine in se jih pomnoži s to količino. Natančne količine za izračun in izvedbo se dobi iz že izdelanih 3D modelov.

5.1 Stroški projekta in kalkulatívna cena

Stroške delimo na neposredne stroške oz. direktne stroške ter na posredne stroške oz. indirektné stroške [25].

Neposredni stroški so lahko npr.:

- vgradni material (cement, opeka, les, železo...);
- transportni stroški prevoza materiala (notranji in zunanji);
- stroški strojnih storitev (bager, mešalec betona, žerjav);
- stroški dela (zidar, strojnik, upravljavec žerjava, železokrivec, tesar, ...) oz. strošek delovnega časa, ki ga npr. zidar porabi za izdelavo zidu;
- storitve soizvajalcev in podizvajalcev;
- najemnine strojev in opreme [25].

Posredni stroški pa so:

- plače poslovodstva;
- prevoz na delo;
- prehrana med delom;
- pripravljalna dela;
- pomožni material;
- gorivo, energija, voda;
- premije za zavarovanje;
- garancije in varščine;
- finančne obveznosti podjetja (obresti kreditov, stroški plačilnega prometa in bančnih provizij, ...);
- prispevki in članarine;
- najemnine poslovnih prostorov;
- stroški licenc in patentov;
- material za varstvo pri delu;

- posredni transportni stroški (prevoz delavcev na gradbišče, telefon);
- posredni stroški strojnih storitev (vzdrževanje strojev in naprav, naprave za ogrevanje...);
- posredni stroški dela (delovodje, vodje gradbišč, skladiščniki, uprava podjetja,...);
- deli plač, ki niso neposredno povezani z izdelavo proizvoda (letni dopusti, regres, bolniške odsotnosti, terenski dodatki);
- amortizacija oz. amortizacijski strošek opredmetenega osnovnega sredstva (oprema, opažni material, odrski material, podporje, strojna oprema,...);
- vkalkulirana tveganja (dobiček-izguba) [25].

Kalkulativna cena je seštevek stroškov poslovanja (predvideni stroški proizvodnje na osnovi normativov) in planiranega minimalno primerne dobička za enoto posamezne postavke (posameznega gradbenega elementa). Rečemo ji lahko tudi stroškovna cena, saj bazira na osnovi izračuna stroškov (predvidenih ali dejanskih) [25].

Pri določanju kalkulativne cene na enoto del sem upoštevala naslednje normative in cenike:

- Normativi za tesarska, zidarska, betonska in armiranobetonska dela, ki jih je leta 2005 izdala Obrtna zbornica Slovenije;
- informativne cene za gradbena dela, ki jih je na internetu objavila Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije;
- GNG gradbene norme GIPOSS;
- cenik betonov, dodatkov, agregatov podjetja MAROLT BETON d.o.o.;
- cenik prevozov in črpanja betona podjetja MAROLT BETON d.o.o.;
- cenik najemnine gradbenega opaža podjetja SKUPINA EPIC ECO d.o.o.;
- cenik prevoza razsutih materialov podjetja KOSTAK Komunalno stavbno podjetje d.d.;
- cenik agregatov podjetja PESKOKOP KEPA d.o.o.;
- cenik železokrivskih del podjetja KOGRAD IGEM d.o.o.;
- cenik najemnine gradbenega žerjava podjetja ANDREJ KLANČAR s.p.;
- cenik betonskega železa podjetja TERRA-R.B. d.o.o.;
- cenik pomožnega gradbenega materiala (žičniki, žice žgane, opažno olje, opaži, ...) podjetja SBS TRGOVINA d.o.o.;
- cenik zidarskih del podjetja GRO-GRAD d.o.o.;
- cenik komunalni storitev v občini Grosuplje (vodarina);
- cenik električne energije (Elektro Ljubljana d.d.).

V preglednicah 2 in 3 sta prikazana primera izračuna cene na podlagi zgoraj omenjenih normativov in cenikov (za armiranobetonska dela).

Preglednica 2: primer izračuna cene za armaturno železo

ARMATURA

<i>enota: kg</i>	do fi 12 RA	nad fi 12 RA	armaturne mreže
delo (izdelava, polaganje in vezanje)+material (železo)	1,0700 €	1,0300 €	0,9800 €
prevoz armature do gradbišča (do 1 km)	0,0004 €	0,0004 €	0,0004 €
pomožni material (žica žgana)	0,0061 €	0,0082 €	0,0020 €
notranji prenosi	0,0630 €	0,0630 €	0,0630 €
elektrika	0,0029 €	0,0029 €	0,0029 €
cena na kg	1,1425 €	1,1045 €	1,0484 €

Preglednica 3: primer izračuna cene za betonska dela

BETONSKA

DELA

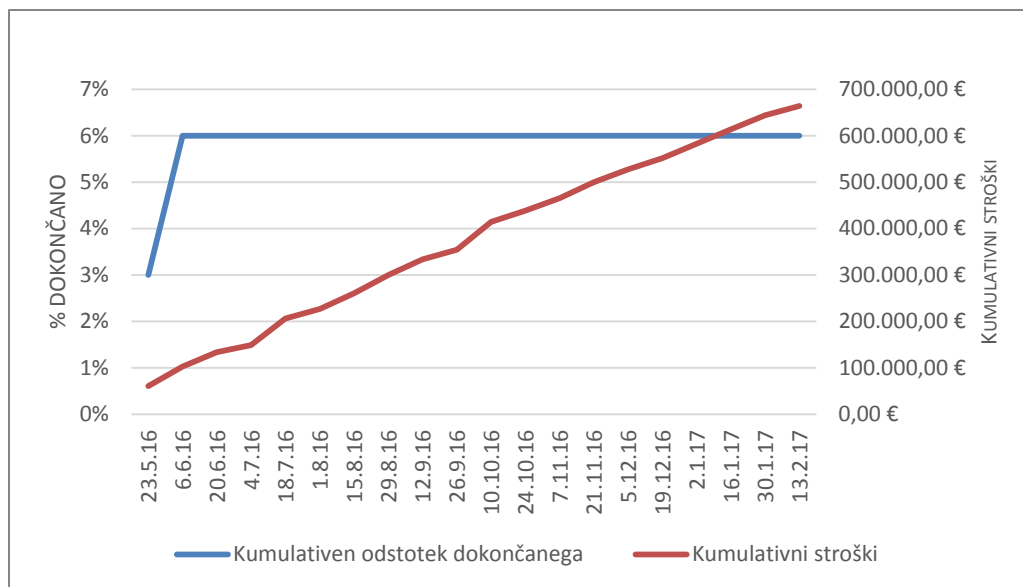
<i>enota: m3</i>	stebri 40/40 cm	temelji	zidovi 20cm	zidovi 30cm	AB plošče	stopnice
delo (vgrajevanje betona)	17,90 €	15,50 €	17,90 €	17,20 €	17,90 €	17,20 €
material (beton)	63,15 €	61,00 €	63,15 €	63,02 €	63,15 €	63,02 €
prevoz in črpanje betona	5,50 €	5,50 €	5,50 €	5,50 €	5,50 €	5,50 €
prevoz mešalec	8,50 €	8,50 €	8,50 €	8,50 €	8,50 €	8,50 €
voda	0,02 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €
elektrika	0,02 €	0,01 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €	0,02 €
cena na m3	95,09 €	90,53 €	95,09 €	94,26 €	95,09 €	94,26 €

Za uporabo in oceno stroškovne plati projekta sem, prav tako kot za izdelavo terminskega plana, uporabila programski paket *MS Project 2016*, kjer sem le nadgradila obstoječo datoteko. Najprej sem izračunala strošek vsake posamezne postavke in te podatke vnesla v program, ki je nato podal oceno investicije. Cene sem vnesla le za gradbena dela (zemeljska dela, armiranobetonska dela, tesarska dela – opaži in zidarska dela), saj je namen diplomske naloge prikazati primer izdelave 5D modela in ne podrobnejša analiza celotnih stroškov projekta, ki vključujejo še obrtniška dela, izdelavo kanalizacije, zunanja dela itd. Skupna ocena investicije gradbenih del tako znaša 663.851,32€, pričakovan oz. predviden čas gradnje pa je slabih 189 delovnih dni (npr.27.5.2016 - 20.2.2017). V koledarju so upoštevani dela prosti dnevi, delovni dan pa vključuje 8 učinkovitih delovnih ur. Seveda je možno, da pride do zamika roka izvedbe zaradi vremenskih in ostalih vplivov, ki pa jih ne moremo predvideti. *MS Project* omogoča sprotno vnašanje sprememb, zamud itd. Tako lahko med samo izvedbo spremljamo potek gradnje in njeno usklajenost z vnaprej preračunanimi

časovnimi in stroškovnimi plani, predvidimo zamik izvajanja posameznih del ter določamo nov rok izvedbe.

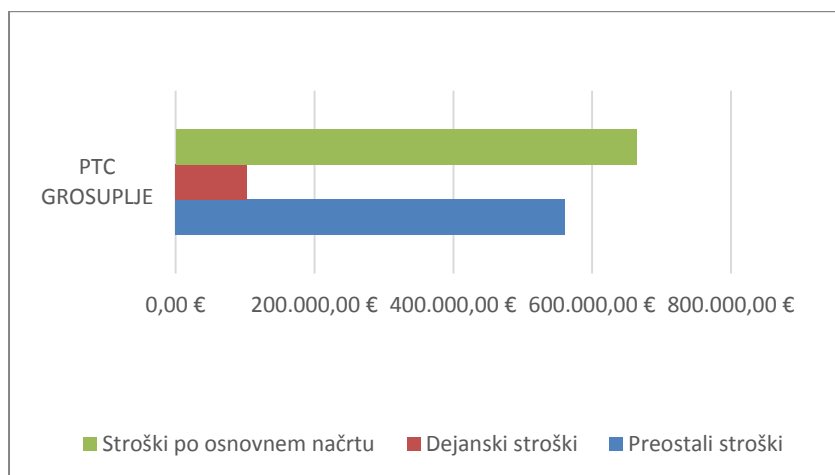
Spodnje slike, tabele in grafikoni prikazujejo možne preglede stroškov v programu, če smo npr.: predpostavili začetek del na 27.5.2016 in je danes 20. delovni dan ter dela potekajo po planu.

Grafikon 1 : napredek v primerjavi s stroški



Grafikon 1 prikazuje napredek v primerjavi s stroški, porabljenimi v določenem časovnem obdobju. Rdeča črta ponazarja predvidene kumulativne stroške v preračunanem terminskem intervalu, modra črta pa kumulativen odstotek dokončanega. V primeru, da bi modra črta »zašla« pod rdečo črto, bi pomenilo, da je projekt morda presegel planiran proračun.

Grafikon 2: način prikaza stanja stroškov



Grafikon 2 je eden od naslednjih možnih načinov prikaza stanja investicije. Grafično lepo prikaže razmerja med stroški po osnovnem načrtu, dejanskimi stroški že izvedenih del in preostalimi predvidenimi stroški.

Naslednji primer prikaza stanja pa je tabelarni zapis, v katerem so podane številske vrednosti stroškov, kar prikazuje preglednica 4. Ker predpostavljam, da dela potekajo po planu, je tako vrednost odmika 0€.

Preglednica 4: tabelarni prikaz stanja stroškov

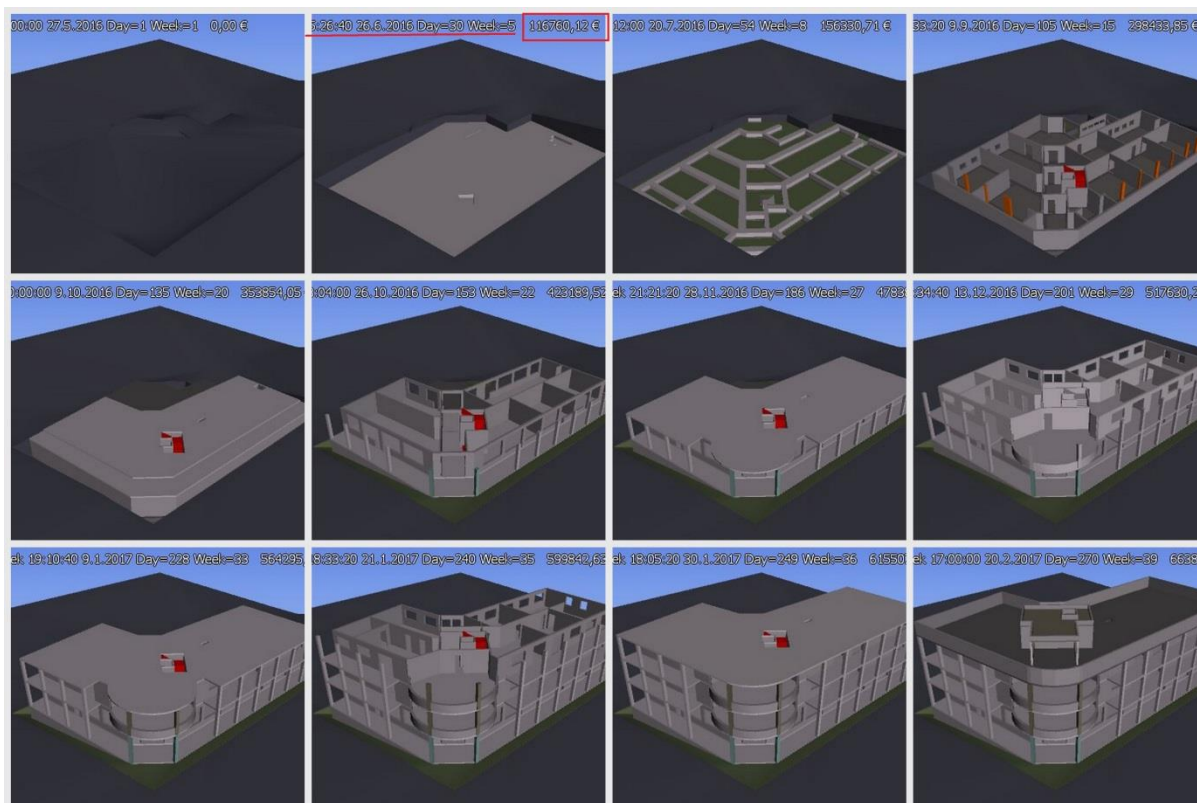
Ime	Dejanski stroški	Preostali stroški	Stroški po osnovnem načrtu	Stroški	Odmik stroškov
PTC GROSUPLJE	102.769,12 €	561.082,20 €	663.851,32 €	663.851,32 €	0,00 €

5.2 Simulacija gradnje

5D model je nadgrajen 4D model, kjer poleg časovne izvedbe lahko spremljamo še vrednost investicije v določenem času. Tudi tu sem za samo simulacijo uporabila program *Navisworks manage 2016*. Predhodno je bil s programskim orodjem MS Project 2016 že izdelan terminski plan s stroški, kar je opisano v poglavju *5.1 Stroški projekta in kalkulatívna cena*. Za zagon in pravi len potek simulacije je bilo potrebno le izvesti sinhronizacijo s podatki iz MS Project-a. V primeru, da pride do kakršne koli spremembe projekta v zvezi s stroški ali časovnim potekom, se te spremembe le vnesejo v plan v MS Project. Nato se izvede sinhronizacija s projektom v Navisworks in tako se dobi nova simulacija, ki je prilagojena novim informacijam. Bistveno pri tem je, da ni podvojenega dela in da se podatke ali spremembe vnaša le enkrat in ne v vsak program posebej. Tako ne more priti do podvajanja informacij ali morebitnih napak pri vnosu podatkov, kar bi lahko imelo za posledico neujemanje modelov oz. planov ter tako večjo porabo časa za načrtovanje projekta.

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Attached	Total Cost
✓	New Data Source (Root)		27.5.2016	20.2.2017		663.851,32
✓	ZEMELJSKA DELA		27.5.2016	12.10.2016		151.847,10
✓	široki izkop gradbene jame		27.5.2016	10.6.2016	Sets->Z...	102.769,12
✓	planiranje dna izkopa		24.6.2016	24.6.2016		3.435,23
✓	nasip in utrjevanje materiala pod t...		24.6.2016	28.6.2016	Sets->Z...	26.656,56
✓	zasip tampona med temelje z utrje...		21.7.2016	22.7.2016	Sets->Z...	14.081,22
✓	zasip za temelji		11.10.2016	12.10.2016	Sets->Z...	4.904,97
✓	ARMIRANO-BETONSKA DELA		6.7.2016	20.2.2017		309.624,53
✓	betoniranje podložnega betona p...		6.7.2016	7.7.2016	Sets->F...	2.829,55
✓	vgrajevanje armature v tem...		13.7.2016	20.7.2016	Sets->K...	16.542,24
✓	do fi 12		13.7.2016	19.7.2016		8.351,64
✓	nad fi 12		19.7.2016	20.7.2016		8.190,60
✓	betoniranje temeljev		20.7.2016	21.7.2016	Sets->K...	17.275,84
✓	betoniranje podl.betona med tem...		22.7.2016	25.7.2016	Sets->F...	4.828,92

Slika 41: Timeliner s podatki o stroških (Navisworks manage 2016)



Slika 42: izrezki simulacije

Tak pogled na projekt, ki mu lahko rečemo tudi virtualna gradnja objekta, je za udeležence projekta, sploh pa za investitorja zelo pregleden in predstavljen. Točno se namreč lahko ve, koliko bo gradnja v določen času stala, spremlja se ali med izvedbo vse poteka po planiranem času in stroških ter v primeru sprememb predvidi odmike od planov, tako časovne kot tudi stroškovne.

Na sliki 42 so prikazani izrezki simulacije z dodanimi informacijami o stroških v pripadajočem času med gradnjo. Ti podatki se sproti prikazujejo v zgornjem delu slik.

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je prikazana ponazoritev delotoka informacijskega modeliranja zgradb na primeru štirietažne armiranobetonske poslovno-trgovske stavbe. Pri izdelavi modela 5D so bila uporabljena štiri programska orodja: ArchiCAD, Tekla Structures, Navisworks manage in MS Project. Skupno vsem tem programom je, da so združljivi, oziroma interoperabilni programi z BIM, kar pomeni, da se pripravljene podatke enostavno prenaša iz enega v drugega oz. s pomočjo le-teh izdelava federacijski model zgradbe, ki ni le lep vizualni prikaz objekta, temveč tudi skupek vseh informacij o obravnavani zgradbi.

Sama ideja oz. metoda informacijskega modeliranja zgradb je praktična za uporabo, napredna in zanimiva, vendar sem na podlagi obravnavanega skeptična, da se v predvidenem času ta način dela ne bo uveljavil kot edini način izvedbe projektov. Mlajše generacije so z njim že seznanjene in optimistične, dokler pa ne bo prišlo do premika v načinu razmišljanja in odpravi odpora do učenja novitet pri vseh udeleženi v projektu (od strokovnjakov, investitorjev, upravljavcev), mislim, da se bo še vedno delalo z ustaljenim načinom projektiranja, dokler informacijsko modeliranje zgradb ne bo predpisano z zakonom.

BIM prinaša mnogo prednosti, ki sem jih tekom izdelave diplomske naloge tudi sama spoznala. Nekaj je tudi slabosti, ki pa so morda le začasne in se jih lahko pripiše uvajanju. Če bodo podjetja in posamezniki hoteli biti konkurenčni in v koraku s časom, bodo morali začeti uporabljati BIM in se soočiti z zamenjavo načina dela. Samo projektiranje, izvedba in upravljanje s stavbami bo tako hitrejša, bolj organizirano in nadzorovano.

Zavedati se je potrebno, da bodo rezultati BIM-a kazali učinke le, če ga bodo sprejeli in uporabljali vsi, ne samo nekateri, saj BIM predstavlja integrirano sodelovanje med udeleženci, v vseh fazah gradbenega projekta. Zato bi bilo dobro, da se informacije o BIM bolj širijo tudi med predstavniki izvajalcev gradbenih in ostalih del ter upravljavci objektov, ne samo pri projektantih, kot je v večini zaslediti danes. Predlagala bi tudi več oglaševanja s strani splošnih medijev, ne le v strokovnih, ker bo tako prišlo do večjega zanimanja s strani investitorjev, saj so oni tisti, ki povedo kaj želijo. Namreč, če bo naročnik zahteval BIM, ga bodo morali uporabljati tudi vsi ostali.

Verjamem in upam, da se bo BIM v prihodnosti izvajal kot ustaljena praksa in ne bo predstavljaj strahu za kogarkoli, ki bo sodeloval pri projektu, saj namen in končni cilj te metodologije predstavlja finančne in druge prednosti za vse sodelujoče, predvsem pa za investitorje.

VIRI

- [1] Lineal d.o.o.. 2014. Informacijsko modeliranje objektov.
<http://www.lineal.si/sl/bim> (Pridobljeno 16. 4. 2016)
- [2] Nemeč Pečjak, M. 2016. Seminarsko gradivo – uporabite BIM (informacijsko modeliranje gradenj) za bolj učinkovito zasnovanje, projektiranje in izvajanje gradenj. Ljubljana, Agencija POTI d.o.o.: str. 7-8.
- [3] NBS. 2014. BIM Levels explained.
<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> (Pridobljeno 15. 7. 2016)
- [4] Babic, N. 2016. Uvod v BIM.
<https://prezi.com/m5cyl4n9mbqo/dm01-uvod-v-bim/> (Pridobljeno 25. 5. 2016)
- [5] Arhinova d.o.o.. 2015. BIM - Building Information Modeling.
<http://www.arhinova.si/bim.html> (Pridobljeno 6. 4. 2016)
- [6] Graphisoft, 2016. OPEN BIM.
http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/ (Pridobljeno 25. 6. 2016)
- [7] Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, Slovar slovenskega knjižnega jezika. 2016. <http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html/> (Pridobljeno 26. 8. 2016)
- [8] Cerovšek, T. 2016. BIM Execution Planning and Project Protocols, Lecture Notes CITA Skillnet Masters Programme, 160 str., ilustr., Dublin Institute of Technology, 2016.
- [9] BIM Blog, Bond Bryan Home. 2016. Why use IFC?
<http://bimblog.bondbryan.com/why-use-ifc/> (Pridobljeno 11. 8. 2016)
- [10] Trimble Solutions Corporation. 2016. Tekla Promotes Open Approach to BIM.
<http://www.tekla.com/about/collaboration> (Pridobljeno 11. 6. 2016)
- [11] Designing Buildings Ltd.. 2016. Federated building information model.
http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Federated_building_information_model
(Pridobljeno 12. 5. 2016)

- [12] 3D Perspectives. 2014. What Is BIM Level 3?
<http://perspectives.3ds.com/architecture-engineering-construction/what-is-bim-level-3/>
(Pridobljeno 15. 7 . 2016)
- [13] Graphisoft Help Center. 2015. Tekla Structures.
<http://helpcenter.graphisoft.com/> (Pridobljeno 6. 4 . 2016)
- [14] iPROSTOR. 2016. Standardi na področju BIM.
<http://iprostor.si/bim/> (Pridobljeno 30. 5 . 2016)
- [15] buildingSMART. 2016. Open Standards – the basics.
<http://buildingSMART.org/standards/technical-vision/open-standards-101/> (Pridobljeno 23. 5. 2016)
- [16] buildingSMART. 2016. Buildingsmart standards.
<http://www.buildingsmart-tech.org/> (Pridobljeno 23. 5. 2016)
- [17] buildingSMART. 2016. Implementation.
<http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/implementations> (Pridobljeno 30. 7. 2016)
- [18] PISO- prostorski informacijski sistem občin. 2016. Posnetek objekta.
<http://www.geoprostor.net/> (Pridobljeno 30. 3. 2016)
- [19] Wikipedia. 2016. ArchiCAD
<https://sl.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD> (Pridobljeno 30. 3. 2016)
- [20] Trimble, Tekla Structures 20.0. 2016.
<http://www.tekla.com/> (Pridobljeno 14. 4. 2016)
- [21] Trimble, Tekla bimsight. 2016.
<http://www.teklabimsight.com/> (Pridobljeno 12. 8. 2016)
- [22] Trimble, Tekla Web Viewer. 2016.
http://teklastructures.support.tekla.com/210/en/int_tekla_web_viewer (Pridobljeno 12. 8. 2016)

- [23] Computers & structures, Inc., SAP2000. 2016
<https://www.csiamerica.com/> (Pridobljeno 12. 8. 2016)
- [24] Computers & structures, Inc., Tekla Structures/SAP2000. 2013.
<http://csi.csiberkeley.com/sap2000/tekla-structures> (Pridobljeno 15. 8. 2016)
- [25] Žemva, Š. 2010. Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. Druga dopolnjena izdaja. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje: str. 326, 464.
- [26] Microsoft, MS Project 2016. 2016.
<https://www.microsoft.com/> (Pridobljeno 16. 5. 2016)
- [27] Sekcija gradbincev. 2005. Normativi za tesarska dela. Ljubljana, Obrtna zbornica Slovenije: str. 9-43.
- [28] Sekcija gradbincev. 2005. Normativi za zidarska dela. Ljubljana, Obrtna zbornica Slovenije: str. 21-76.
- [29] Sekcija gradbincev. 2005. Normativi za betonska in armiranobetonska dela. Ljubljana, Obrtna zbornica Slovenije: str. 13-70.
- [30] Združena gradbena podjetja GIPOSS. 1984. GNG gradbene norme, četrta izdaja. Ljubljana, GIPOSS.
- [31] Autodesk, Navisworks manage 2016. 2016.
<http://www.autodesk.com/> (Pridobljeno 30. 3. 2016)

PRILOGE

PRILOGA A: ARHITEKTURNI NAČRTI

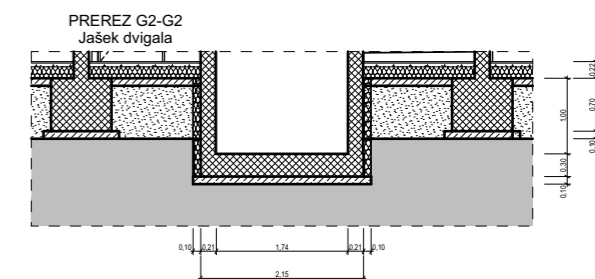
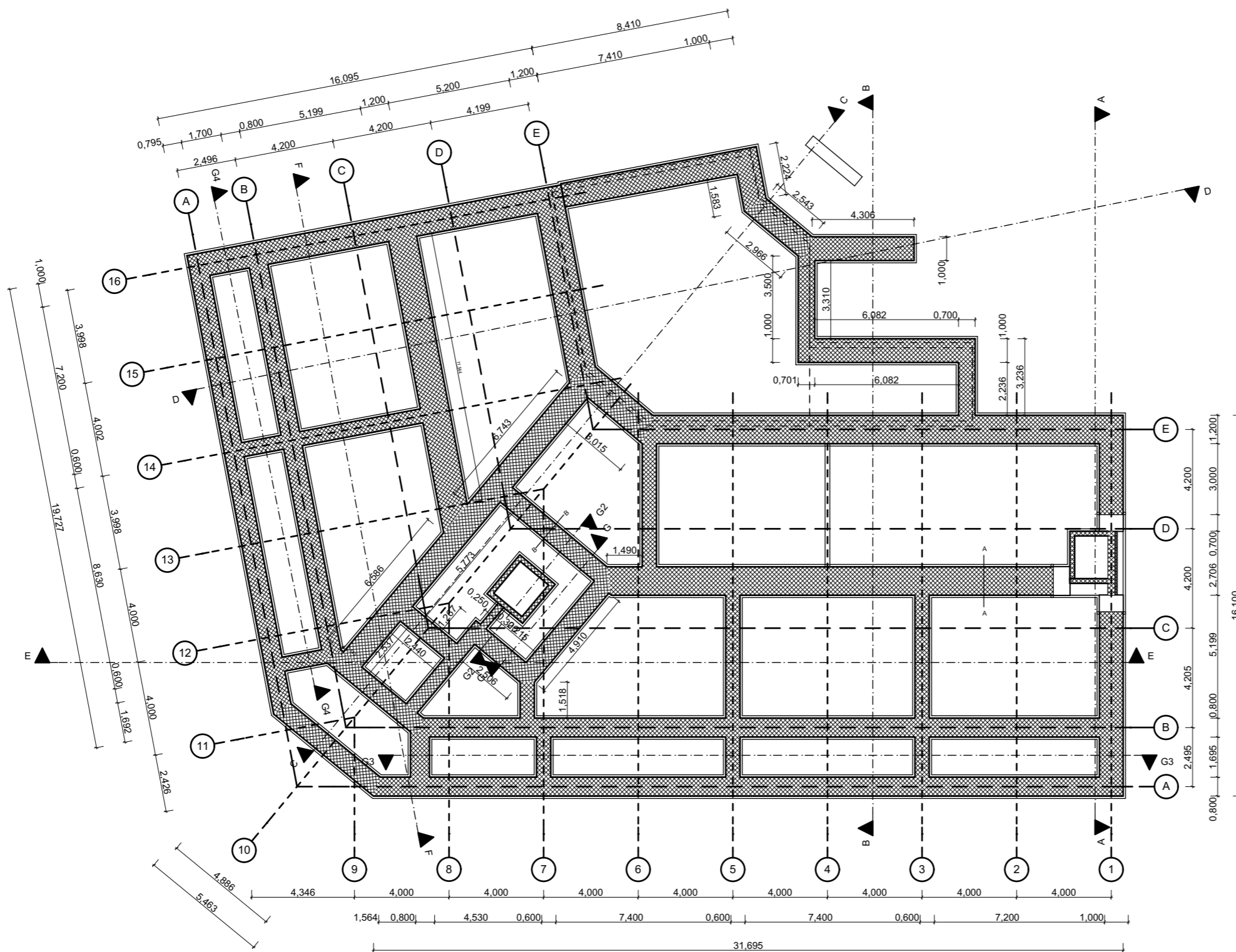
- Tloris temeljev
- Tloris 1. nadstropja
- Prečni prerez B-B in prečni prerez G-G
- 3D Pogledi
- Izvleček količin (stene 1. nadstropje)

PRILOGA B: NAČRTI KONSTRUKCIJ

- 3D pogled
- Tloris kleti in prečni prerez 2-2
- Armaturni načrt za steber 40 x40 cm
- Izvleček armature za steber 40 x 40 cm


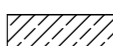


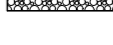
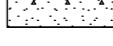
PRILOGA C: TERMINSKI PLAN (GANTOGRAM)

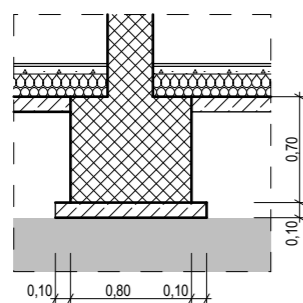
PRILOGA D: SIMULACIJA GRADNJE



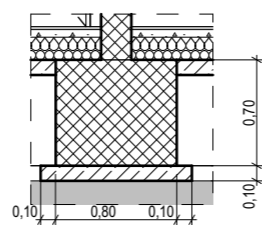
G2-G2 Dv.jašek 1:100

LEGENDA

-  ARMIRANI BETON
-  BETON
-  TOPLOTNA IZOLACIJA
-  NASIP - PESEK
-  ESTRIH
-  HIDROIZOLACIJA




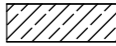

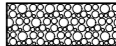
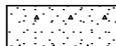

A-A Prerez 1:50

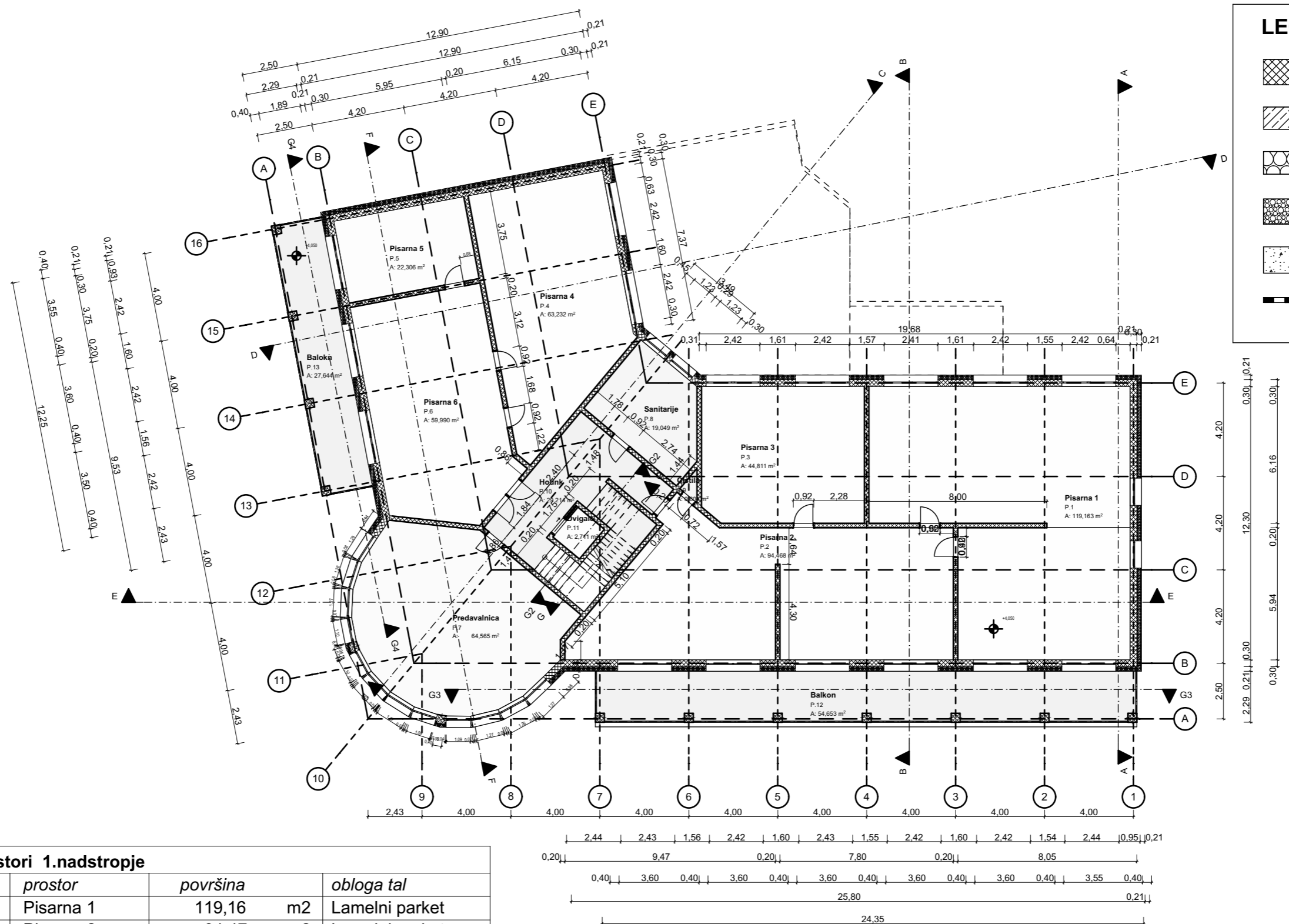


B-B Prerez 1:50

Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 1 - Arhitekturni načrti	
Številka projekta: 1/1	Izdela: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Tloris temeljev	Merilo: 1:200
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: A - 1

LEGENDA

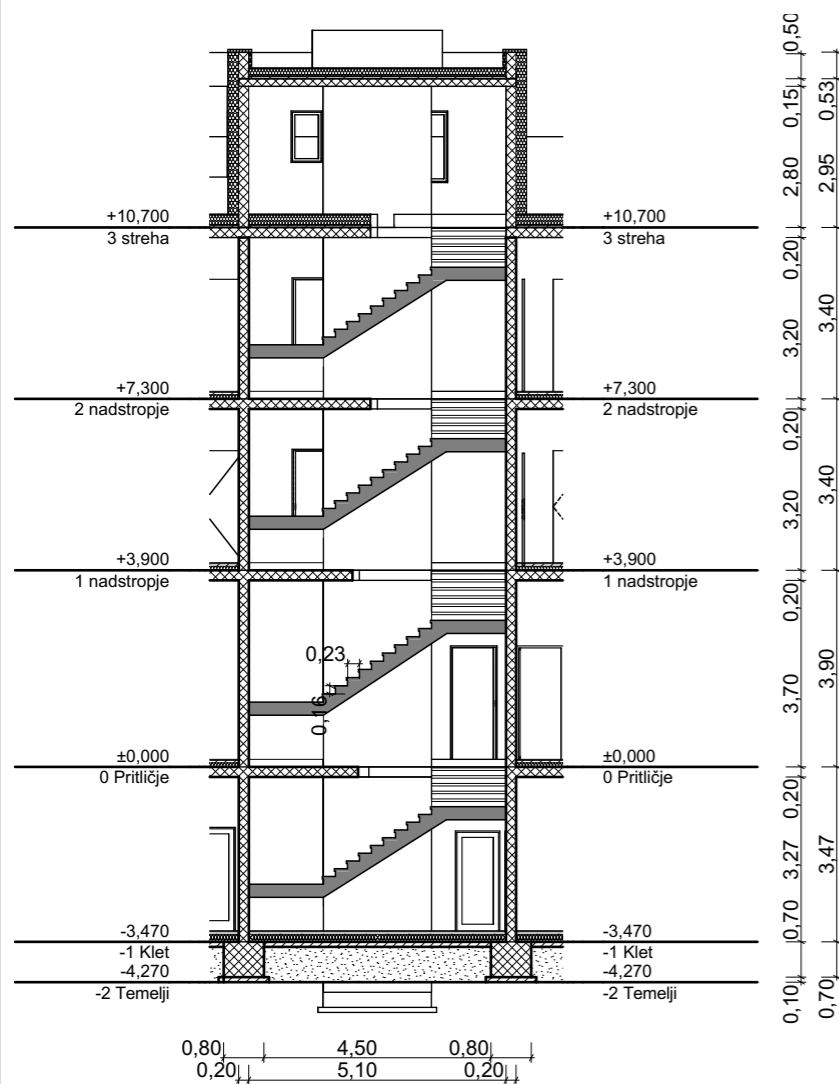
-  ARMIRANI BETON
-  BETON
-  TOPLOTNA IZOLACIJA
-  NASIP - PESEK
-  ESTRIH
-  HIDROIZOLACIJA



Prostori 1.nadstropje			
ozn.	prostor	površina	obloga tal
P.1	Pisarna 1	119,16 m2	Lamelni parket
P.2	Pisarna 2	94,47 m2	Lamelni parket
P.3	Pisarna 3	44,81 m2	Lamelni parket
P.4	Pisarna 4	63,23 m2	Lamelni parket
P.5	Pisarna 5	22,31 m2	Lamelni parket
P.6	Pisarna 6	59,99 m2	Lamelni parket
P.7	Predavalnica	64,56 m2	Lamelni parket
P.8	Sanitarije	19,05 m2	Keramične ploščice
P.9	Čistila	0,60 m2	Keramične ploščice
P.10	Hodnik	29,21 m2	Naravni kamen
P.11	Dvigalo	2,71 m2	/
P.12	Balkon	54,65 m2	Keramične ploščice
P.13	Balkon	27,64 m2	Keramične ploščice
skupaj:		602,39 m2	

Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt:			Načrt:	
Diplomska naloga			1 - Arhitekturni načrti	
Številka projekta:	Izdela:	Datum izdelave:	Del objekta:	Merilo:
1/1	Ana KASTELIC	20.8.2016	Tloris 1.nadstropje	1:200
Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo			Šifra elementa:	Stran:
				A - 2

PREREZ G-G



PREČNI PREREZ B-B

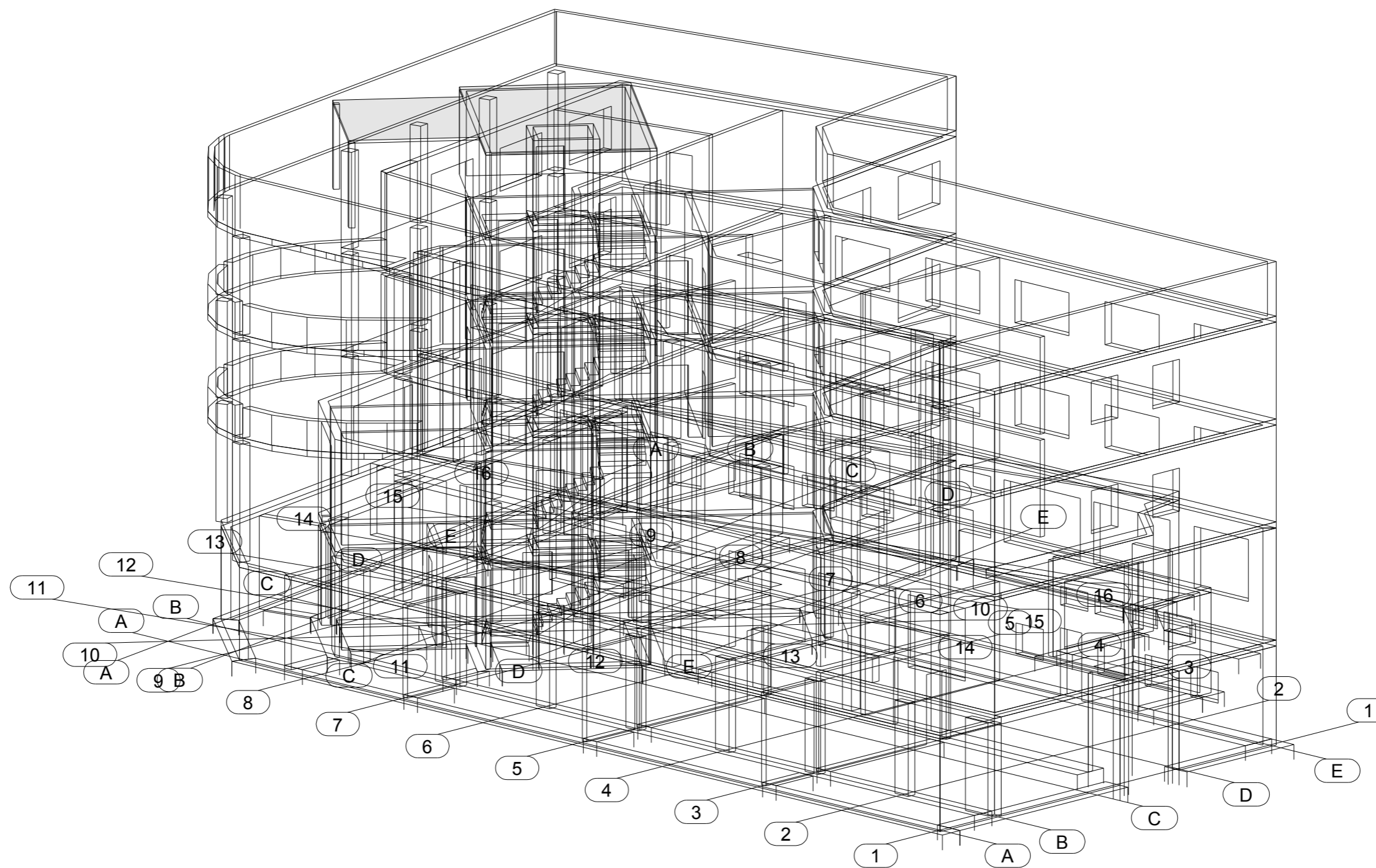
Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 1 - Arhitekturni načrti	
Številka projekta: 1/1	Izdela: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Prečni prerez B-B Prerez G-G (dvig.jašek)	Merilo: 1:150
Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo			Šifra elementa:	Stran: A - 3



Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 1 - Arhitekturni načrti	
Številka projekta: 1/1	Izdelal: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Pogledi	Merilo: 1:100
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: A - 4

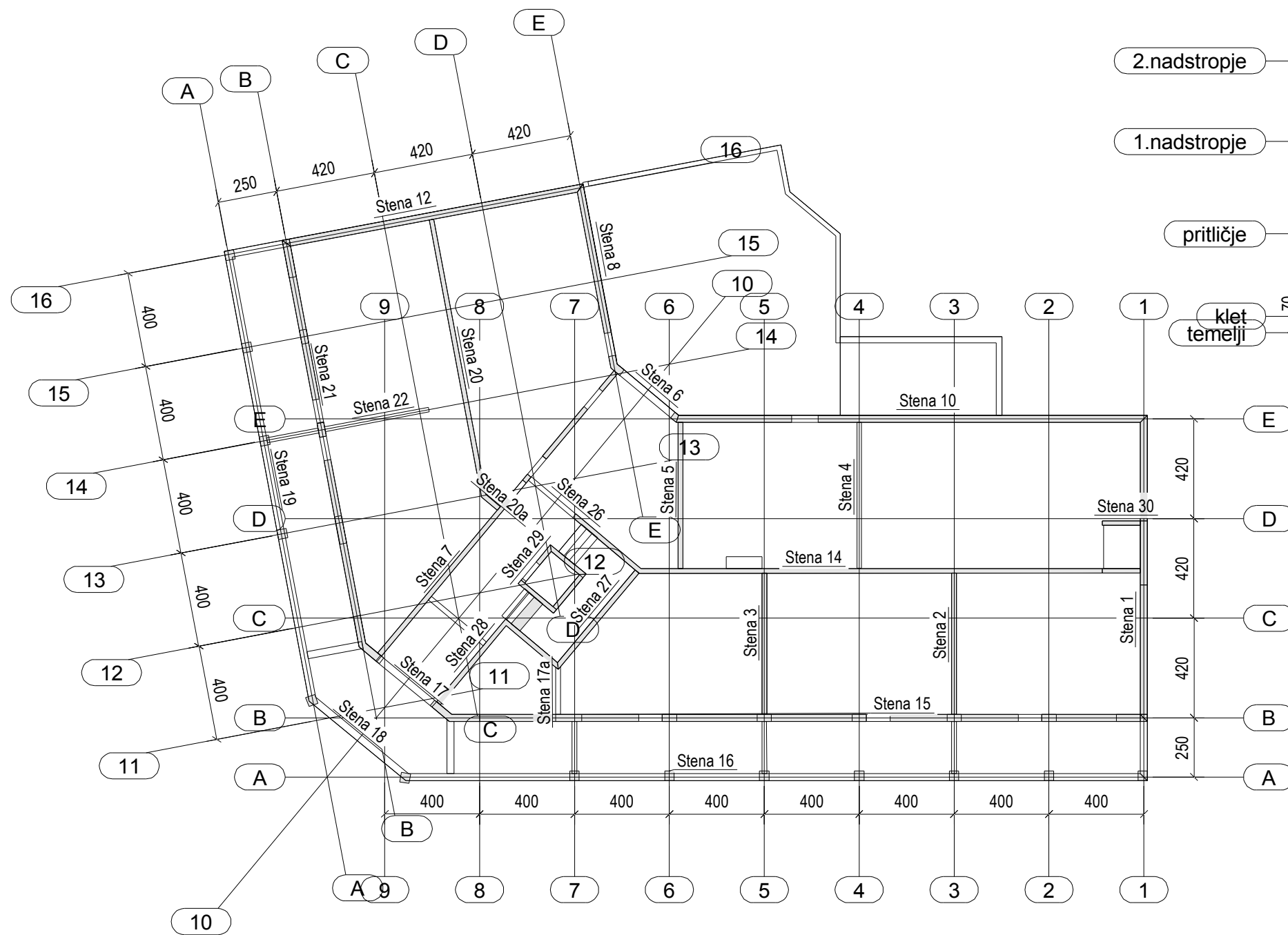
Wall List						
Layer	Full Element ID	Wall Type	Volume [m3]	Thickness [m]	Height [m]	Area [m2]
STENE 1 nadstropje	stena 1 (1.n.)	Zunanje stene 2	19,69	0,3	3,2	6,53
STENE 1 nadstropje	stena 2 (1.n.)	Stene 1.nad.	3,39	0,2	3,2	1,19
STENE 1 nadstropje	stena 2a (1.n.)	Stene 1.nad.	3,94	0,2	3,2	1,23
STENE 1 nadstropje	stena 3 (1.n.)	Stene 1.nad.	2,75	0,2	3,2	0,86
STENE 1 nadstropje	stena 4 (1.n.)	Stene 1.nad.	3,41	0,2	3,2	1,07
STENE 1 nadstropje	stena 8 (1.n.)	Stene 1.nad.	1	0,2	3,2	0,28
STENE 1 nadstropje	stena 8 (1.n.)	Stene 1.nad.	3,39	0,2	3,2	1,06
STENE 1 nadstropje	stena 8a (1.n.)	Stene 1.nad.	0,46	0,2	3,2	0,18
STENE 1 nadstropje	stena 9 (1.n.)	Stene 1.nad.	1,25	0,2	3,2	0,39
STENE 1 nadstropje	stena 10 (1.n.)	Stene 1.nad.	0,94	0,2	3,2	0,39
STENE 1 nadstropje	stena 12 (1.n.)	Stene 1.nad.	6,34	0,2	3,2	2,22
STENE 1 nadstropje	stena 12b (1.n.)	Stene 1.nad.	2,55	0,2	3,2	0,81
STENE 1 nadstropje	stena 14a (1.n.)	Stene 1.nad.	3,39	0,2	3,2	1,19
STENE 1 nadstropje	stena 15 (1.n.)	Zunanje stene	21,9	0,3	3,2	6,53
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,02	0,3	3,2	0,67
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,07	0,3	3,2	0,68
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,08	0,3	3,2	0,67
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,09	0,3	3,2	0,69
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,1	0,3	3,2	0,7
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,11	0,3	3,2	0,7
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,11	0,3	3,2	0,71
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,13	0,3	3,2	0,68
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,13	0,3	3,2	0,68
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,13	0,3	3,2	0,68
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	2,26	0,3	3,2	1,36
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene	1,33	0,3	3,2	0,49
STENE 1 nadstropje	stena 17a (1.n.)	Zunanje stene 2	1,35	0,3	3,2	0,5
STENE 1 nadstropje	stena 19 (1.n.)	Zunanje stene 2	27,89	0,3	3,2	13,14
STENE 1 nadstropje	stena 21 (1.n.)	Zunanje stene	16,13	0,3	3,2	7,02
STENE 1 nadstropje	stena 23 (1.n.)	Stene 1.nad.	3,47	0,2	3,2	1,23
STENE 1 nadstropje	stena 24 (1.n.)	Stene 1.nad.	1,12	0,2	3,2	0,35
STENE 1 nadstropje	stena 25 (1.n.)	Stene 1.nad.	0,99	0,2	3,2	0,35
STENE 1 nadstropje	stena 26 (1.n.)	Stene 1.nad.	0,43	0,2	3,2	0,17
STENE 1 nadstropje	stena 27 (1.n.)	Stene 1.nad.	6,86	0,2	3,2	2,37
STENE 1 nadstropje	stena 28 (1.n.)	Stene 1.nad.	8,47	0,2	3,2	2,94
STENE 1 nadstropje	stena 29 (1.n.)	Stene 1.nad.	1,92	0,2	3,2	0,6
STENE 1 nadstropje	stena 29a (1.n.)	Stene 1.nad.	4,44	0,2	3,2	1,62
STENE 1 nadstropje	stena 31 (1.n.)	Zunanje stene 2	24,03	0,3	3,2	10,02
STENE 1 nadstropje	stena 32 (1.n.)	Zunanje stene 2	4,12	0,3	3,2	1,8
STENE 1 nadstropje	stena 33 (1.n.)	Zunanje stene 2	9,41	0,3	3,2	3,9
			199,59			

Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 1 - Arhitekturni načrti	
Številka projekta: 1/1	Izdela: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Primer izvlečka količin iz modela - stene 1.nadstropje	Merilo:
Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo			Šifra elementa:	Stran: A - 5

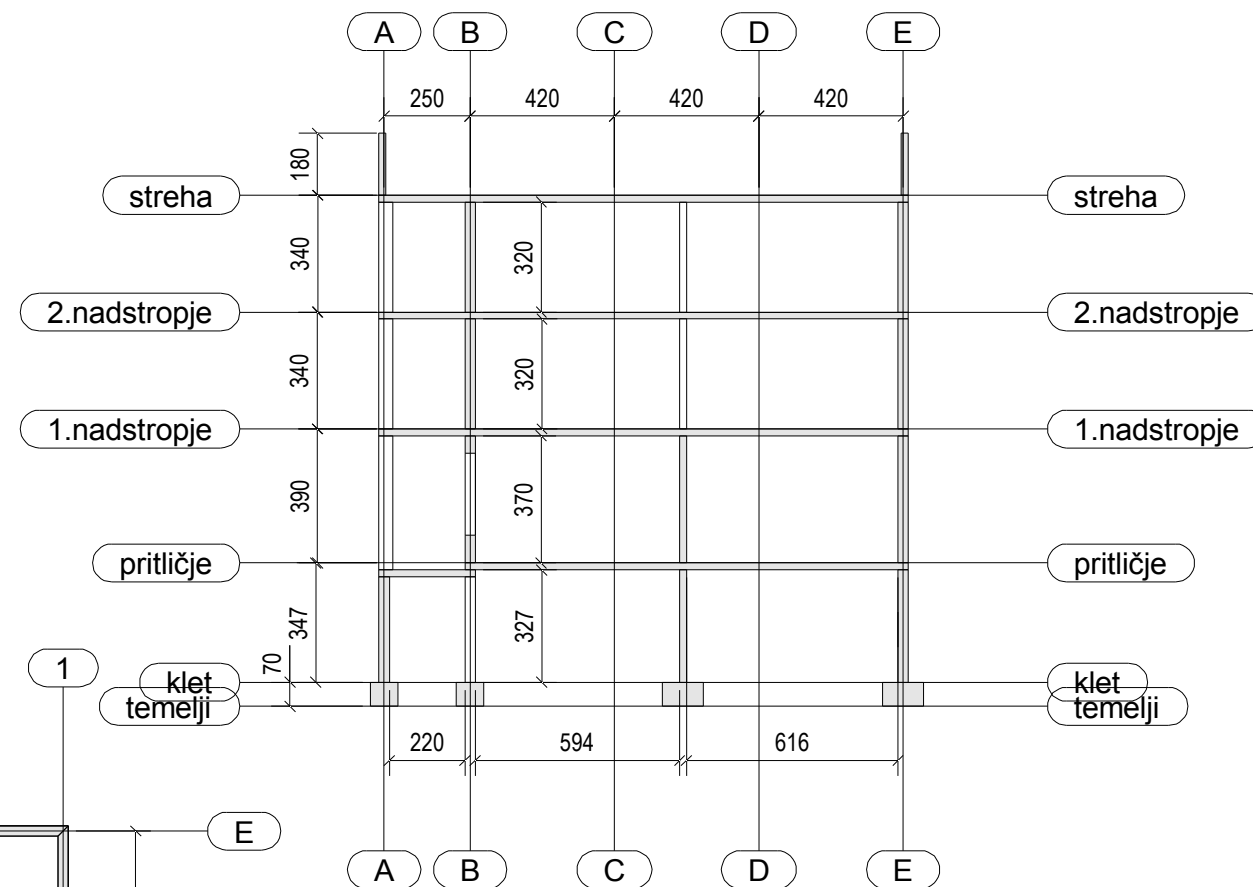


Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 2-Načrt konstrukcije	
Številka projekta: 1/1	Izdela: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: 3D pogled	Merilo: 1:150
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			 TEKLA Structures	Stran: B-1

TLORIS KLETI s pozicijskim načrtom sten

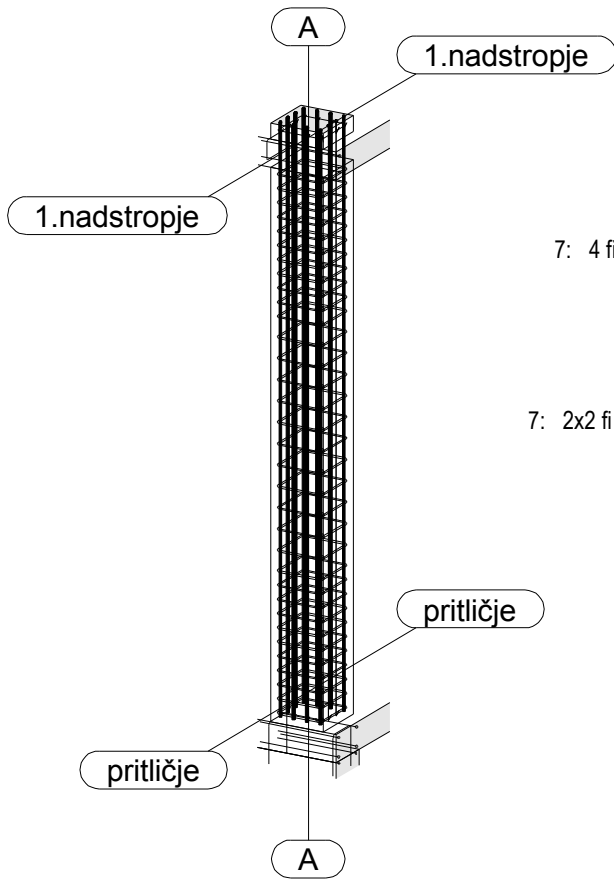


PREREZ 2-2

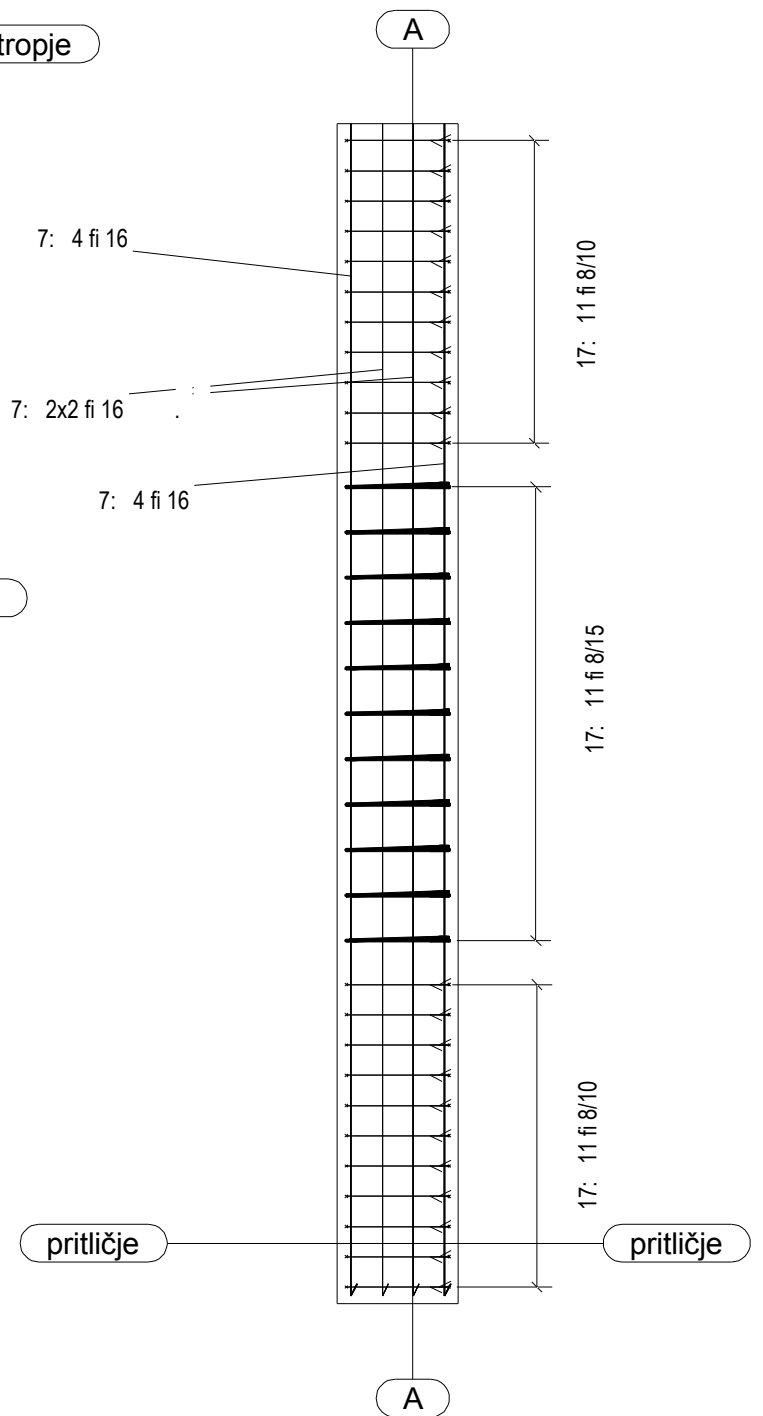


Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 2-Načrt konstrukcije	
Številka projekta: 1/1	Izdela: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Tloris kleti Prečni prerez 2-2	Merilo: 1:220
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>			TEKLA Structures	Stran: B-2

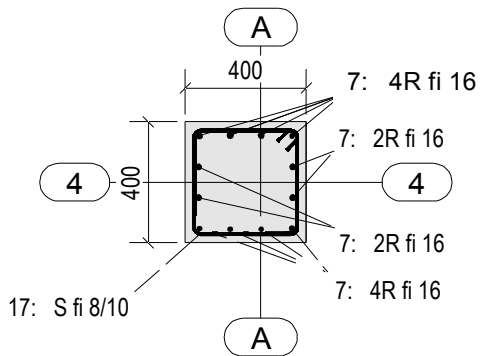
3D POGLED M 1:50



PREREZ M 1:25

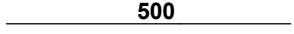



PREREZ M 1:25



Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska Številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 2-Načrt konstrukcije	
Številka projekta: 1/1	Izdelal: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Steber 40 x 40 cm	Merilo:
Univerza v Ljubljani Fakulteta za <i>gradbeništvo in geodezijo</i>				Stran: B-3

Steber 40/40 cm izvleček armature

ozn.	oblika in mere (cm)	fi	l (m)	n (kos)	l*n (m)	teža (kg)
7		16	5,00	12,00	60,00	98,25
17		8	1,93	33,00	63,69	26,05
skupaj:					124,30	

Oznaka:	Revidiral:	Datum revizije:	Opis revizije:	Revizijska številka:
Projekt: Diplomska naloga			Načrt: 2 - Načrt konstrukcije	
Številka projekta: 1/1	Izdelal: Ana KASTELIC	Datum izdelave: 20.8.2016	Del objekta: Izvleček armature stebra 40/40 cm	Merilo:
<i>Univerza v Ljubljani</i> <i>Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</i>			Šifra elementa:	Stran: B - 4

NO	Ime opravila	Enota	Trajanje	Začetek	Zaključek
1	PTC GROSUPLJE		188,75 dnevi	PeT 27.5.16	Pon 20.2.17
2	ZEMELJSKA DELA		194,94 dnevi	PeT 27.5.16	PeT 21.10.16
3	izdelava izdelane jame	m3	81,66 h	PeT 27.5.16	PeT 10.10.16
4	planiranje dna iskopa	m2	3,44 h	PeT 10.6.16	PeT 10.6.16
5	nasip in utvrjevanje materiala pod temelji	m3	15,19 h	PeT 10.6.16	Tor 14.6.16
6	zaspil tampona med temelje z utvrjevanjem materiala	m3	5,83 h	Čet 21.7.16	PeT 22.7.16
7	zaspil za temelji	m3	11,13 h	Čet 20.10.16	PeT 21.10.16
8	ARMIRANO-BETONSKA DELA in TESARSKA DELA		164,11 dnevi	Čet 30.6.16	Pon 20.2.17
9	opaz. področnega betona pod temelji	m1	29,09 h	Čet 30.6.16	Sre 6.7.16
10	betoniranje področnega betona pod temelji	m3	7,44 h	Sre 6.7.16	Čet 7.7.16
11	opaz. temeljev	m2	34,5 h	Čet 7.7.16	Sre 13.7.16
12	vgrajevanje armature v temelje		5,42 dnevi	Sre 13.7.16	Sre 20.7.16
13	do f 12	kg	27,89 h	Sre 13.7.16	Tor 19.7.16
14	nad f 12	kg	15,45 h	Tor 19.7.16	Sre 20.7.16
15	betoniranje temeljev	m3	8,05 h	Sre 20.7.16	Čet 21.7.16
16	betoniranje podi betona med temelje	m3	7,62 h	PeT 22.7.16	Pon 25.7.16
17	opaz. sten kleti	m2	128,51 h	Pon 25.7.16	Sre 17.8.16
18	vgrajevanje armature v stene in stebre kleti		7,4 dnevi	Sre 17.8.16	Pon 29.8.16
19	do f 12	kg	21,53 h	Sre 17.8.16	Pon 22.8.16
20	nad f 12	kg	16,02 h	Pon 22.8.16	Sre 24.8.16
21	mreže MAG	kg	21,68 h	Sre 24.8.16	Pon 29.8.16
22	betoniranje sten kleti		2,97 dnevi	Pon 29.8.16	Čet 1.9.16
23	betoniranje sten klet deb.30 cm	m3	12,78 h	Pon 29.8.16	Tor 30.8.16
24	betoniranje sten klet deb.20 cm	m3	10,94 h	Tor 30.8.16	Čet 1.9.16
25	opaz. plošče nad kletjo	m2	44,03 h	Čet 1.9.16	Čet 8.9.16
26	opaz. roba plošče nad kletjo	m1	5,06 h	Čet 8.9.16	PeT 9.9.16
27	polaganje armature v ploščo nad kletjo		5,43 dnevi	PeT 9.9.16	PeT 16.9.16
28	do f 12	kg	35,55 h	PeT 9.9.16	Čet 15.9.16
29	nad f 12	kg	3,5 h	Čet 15.9.16	PeT 16.9.16
30	mreže MAG 5-8 kg/m2	kg	4,02 h	PeT 16.9.16	PeT 16.9.16
31	mreže MAG 8-12 kg/m2	kg	0,36 h	PeT 16.9.16	PeT 16.9.16
32	betoniranje plošče nad kletjo	m3	20,79 h	PeT 16.9.16	Sre 21.9.16
33	opaz. stopnic klet-pritišče	m2	7,23 h	Sre 21.9.16	Čet 22.9.16
34	polaganje armature v stopnice klet-pritišče		0,33 dnevi	Čet 22.9.16	Čet 22.9.16
35	do f 12	kg	2,64 h	Čet 22.9.16	Čet 22.9.16
36	betoniranje stopnic klet-pritišče	m3	0,64 h	Čet 22.9.16	Čet 22.9.16
37	opaz. stebrov pritišča		1,74 dnevi	Čet 22.9.16	Pon 26.9.16
38	opaz. stebrov pritišča obseg do 160cm	m2	13,88 h	Čet 22.9.16	Pon 26.9.16
39	opaz. sten pritišča	m2	89,89 h	Pon 26.9.16	Tor 11.10.16
40	vgrajevanje armature v stene in stebre pritišča		5,1 dnevi	Tor 11.10.16	Tor 18.10.16
41	do f 12	kg	12,54 h	Tor 11.10.16	Čet 13.10.16
42	nad f 12	kg	15,82 h	Čet 13.10.16	Pon 17.10.16
43	mreže MAG	kg	12,41 h	Pon 17.10.16	Tor 18.10.16
44	betoniranje stebrov pritišča dim.40x40	m3	1,63 h	Tor 18.10.16	Sre 19.10.16
45	betoniranje sten pritišča		2,03 dnevi	Sre 19.10.16	PeT 21.10.16
46	stene deb.30 cm	m3	7,6 h	Sre 19.10.16	Čet 20.10.16
47	stene deb.20 cm	m3	8,67 h	Čet 20.10.16	PeT 21.10.16
48	opaz. plošče nad pritiščem	m2	37,68 h	PeT 21.10.16	Čet 27.10.16
49	opaz. roba plošče nad pritiščem	m1	4,31 h	Čet 27.10.16	PeT 28.10.16
50	polaganje armature v ploščo nad pritiščem		4,78 dnevi	PeT 28.10.16	Pon 7.11.16
51	do f 12	kg	29,83 h	PeT 28.10.16	PeT 4.11.16
52	nad f 12	kg	5,21 h	PeT 4.11.16	PeT 4.11.16
53	mreže MAG 5-8 kg/m2	kg	2,99 h	PeT 4.11.16	Pon 7.11.16
54	mreže MAG 8-12 kg/m2	kg	0,18 h	Pon 7.11.16	Pon 7.11.16
55	betoniranje plošče nad pritiščem	m3	16,08 h	Pon 7.11.16	Sre 9.11.16
56	opaz. stopnic pritišče - 1.nadstropje	m2	7,62 h	Sre 9.11.16	Čet 10.11.16
57	polaganje armature v stopnice pritišče - 1.nadstropje		0,33 dnevi	Čet 10.11.16	Čet 10.11.16
58	do f 12	kg	2,64 h	Čet 10.11.16	Čet 10.11.16
59	betoniranje stopnic pritišče - 1.nadstropje	m3	0,68 h	Čet 10.11.16	Čet 10.11.16
60	opaz. stebrov 1.nadstropja		1,42 dnevi	Čet 10.11.16	PeT 11.11.16
61	obseg do 160cm	m2	11,39 h	Čet 10.11.16	PeT 11.11.16
62	opaz. sten 1.nadstropja	m2	86,32 h	PeT 11.11.16	Pon 28.11.16
63	vgrajevanje armature v stene in stebre 1.nadstropja		2,4 dnevi	Pon 28.11.16	Čet 1.12.16
64	do f 12	kg	7,49 h	Pon 28.11.16	Tor 29.11.16
65	nad f 12	kg	8,2 h	Tor 29.11.16	Sre 30.11.16
66	mreže MAG	kg	3,51 h	Sre 30.11.16	Čet 1.12.16
67	betoniranje stebrov 1.nadstropja dim.40x40	m3	1,34 h	Čet 1.12.16	Čet 1.12.16
68	betoniranje sten 1.nadstropja		1,97 dnevi	Čet 1.12.16	Pon 5.12.16
69	stene deb.30 cm	m3	7,99 h	Čet 1.12.16	PeT 2.12.16
70	stene deb.20 cm	m3	7,74 h	PeT 2.12.16	Pon 5.12.16
71	opaz. plošče nad 1.nadstropjem	m2	39,99 h	Pon 5.12.16	PeT 9.12.16
72	opaz. roba plošče nad 1.nadstropjem	m1	4,31 h	PeT 9.12.16	Pon 12.12.16
73	polaganje armature v ploščo nad 1.nadstropjem		4,6 dnevi	Pon 12.12.16	PeT 16.12.16
74	do f 12	kg	31,27 h	Pon 12.12.16	PeT 16.12.16
75	nad f 12	kg	3,26 h	PeT 16.12.16	PeT 16.12.16
76	mreže MAG 5-8 kg/m2	kg	2,28 h	PeT 16.12.16	PeT 16.12.16
77	betoniranje plošče nad 1.nadstropjem	m3	16,1 h	PeT 16.12.16	Tor 20.12.16
78	opaz. stopnic 1.nadstropje - 2.nadstropje	m2	7,23 h	Tor 20.12.16	Sre 21.12.16
79	polaganje armature v stopnice 1.nadstropje - 2.nadstropje		0,33 dnevi	Sre 21.12.16	Čet 22.12.16
80	do f 12	kg	2,64 h	Sre 21.12.16	Čet 22.12.16
81	betoniranje stopnic 1.nadstropje - 2.nadstropje	m3	0,64 h	Čet 22.12.16	Čet 22.12.16
82	opaz. stebrov 2.nadstropja		1,42 dnevi	Čet 22.12.16	PeT 23.12.16
83	obseg do 160cm	m2	11,39 h	Čet 22.12.16	PeT 23.12.16
84	opaz. sten 2.nadstropja	m2	85,17 h	PeT 23.12.16	Tor 10.1.17
85	vgrajevanje armature v stene in stebre 2.nadstropja		3,04 dnevi	Tor 10.1.17	PeT 13.1.17
86	do f 12	kg	8,5 h	Tor 10.1.17	Sre 11.1.17
87	nad f 12	kg	8,88 h	Sre 11.1.17	Čet 12.1.17
88	mreže MAG	kg	6,97 h	Čet 12.1.17	PeT 13.1.17
89	betoniranje stebrov 2.nadstropja dim.40x40	m3	0,81 h	PeT 13.1.17	PeT 13.1.17
90	betoniranje sten 2.nadstropja		1,97 dnevi	PeT 13.1.17	Tor 17.1.17
91	stene deb.30 cm	m3	7,99 h	PeT 13.1.17	Pon 16.1.17
92	stene deb.20 cm	m3	7,78 h	PeT 16.1.17	Tor 17.1.17
93	opaz. plošče nad 2.nadstropjem	m2	37,3 h	Tor 17.1.17	Tor 24.1.17
94	opaz. roba plošče nad 2.nadstropjem	m1	4,09 h	Tor 24.1.17	Tor 24.1.17
95	polaganje armature v ploščo nad 2.nadstropjem		4,85 dnevi	Tor 24.1.17	Tor 31.1.17
96	do f 12	kg	32,57 h	Tor 24.1.17	Pon 30.1.17
97	nad f 12	kg	3,74 h	Pon 30.1.17	Tor 31.1.17
98	mreže MAG 5-8 kg/m2	kg	2,53 h	Tor 31.1.17	Tor 31.1.17
99	betoniranje plošče nad 2.nadstropjem	m3	16,46 h	Tor 31.1.17	Čet 2.2.17
100	opaz. stopnic 2.nadstropje - streha	m2	7,23 h	Čet 2.2.17	PeT 3.2.17
101	polaganje armature v stopnice 2.nadstropje - streha		0,33 dnevi	PeT 3.2.17	PeT 3.2.17
102	do f 12	kg	2,64 h	PeT 3.2.17	PeT 3.2.17
103	betoniranje stopnic 2.nadstropje - streha	m3	0,64 h	PeT 3.2.17	PeT 3.2.17
104	opaz. stebrov streha		0,09 dnevi	PeT 3.2.17	PeT 3.2.17
105	obseg do 160cm	m2	0,71 h	PeT 3.2.17	PeT 3.2.17
106	opaz. sten streha	m2	48,56 h	PeT 3.2.17	Pon 13.2.17
107	vgrajevanje armature v stene in stebre streha		1,19 dnevi	Pon 13.2.17	Sre 15.2.17
108	do f 12	kg	2,86 h	Pon 13.2.17	Tor 14.2.17
109	nad f 12	kg	1,83 h	Tor 14.2.17	Tor 14.2.17
110	mreže MAG 5-8 kg/m2	kg	4,8 h	Tor 14.2.17	Sre 15.2.17
111	betoniranje stebrov streha	m3	0,04 h	Sre 15.2.17	Sre 15.2.17
112	betoniranje sten streha		1,23 dnevi	Sre 15.2.17	Čet 16.2.17
113	stene deb.30 cm	m3	7,17 h	Sre 15.2.17	Čet 16.2.17
114	stene deb.20 cm	m3	2,71 h	Čet 16.2.17	Čet 16.2.17
115	opaz. plošče nad dvig.jaskom - streha	m2	10,87 h	Čet 16.2.17	PeT 17.2.17
116	opaz. roba plošče nad dvig.jaskom - streha	m1	3,17 h	PeT 17.2.17	Pon 20.2.17
117	polaganje armature v ploščo nad dvig.jaskom - streha		0,36 dnevi	Pon 20.2.17	Pon 20.2.17
118	do f 12	kg	0,5 h	Pon 20.2.17	Pon 20.2.17
119	nad f 12	kg	0,87 h	Pon 20.2.17	Pon 20.2.17
120	mreže MAG (Q335=5,33 kg/m2)	kg	1,44 h	Pon 20.2.17	Pon 20.2.17
121	betoniranje plošče nad dvig.jaskom - streha	m3	2,16 h	Pon 20.2.17	Pon 20.2.17
122	ZIDARSKA DELA		90,59 dnevi	Tor 11.10.16	Čet 16.2.17
123	izdelava zaključnice temelj-stene klet	m1	1,28 h	Tor 11.10.16	Tor 11.10.16
124	izdelava vertikalne hidroizolacije temeljev in sten kleti	m2	45,26 h	Tor 11.10.16	Tor 18.10.16
125	izdelava zaščite HI z XPS	m2	10,82 h	Tor 18.10.16	Čet 20.10.16
126	polaganje telefona folije za zaščito XPS	m2	0,82 h	Čet 20.10.16	Čet 20.10.16
127	podšave na strehi	m3	1,72 h	Čet 16.2.17	Čet 16.2.17

