

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



PETRA FRANKO

**IZMERE PROJEKTNIH KOLIČIN S POMOČJO
MODELA BIM IN ANALIZA NA IZVEDENIH
VEČSTANOVANJSKIH BLOKIH**

MAGISTRSKO DELO

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM
DRUGE STOPNJE GRADBENIŠTVO**

Ljubljana, 2018

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE
STOPNJE GRADBENIŠTVO**

Kandidat/-ka:

PETRA FRANKO

**IZMERE PROJEKTNIH KOLIČIN S POMOČJO
MODELA BIM IN ANALIZA NA IZVEDENIH
VEČSTANOVANJSKIH BLOKIH**

**QUANTITY TAKE-OFF BASED ON A BIM MODEL
AND ANALYSIS OF MULTI-DWELLING
BUILDINGS**

Mentor/-ica:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 69:004.414.23(043.3)
Avtor: Petra Franko
Mentor: doc. dr. Tomo Cerovšek
Naslov: Izmere projektnih količin s pomočjo modela BIM in analiza na izvedenih večstanovanjskih blokih
Tip dokumenta: Magistrska naloga – magistrski študij
Obseg in oprema: 74 str., 9 pregl., 64 sl., 2 pril.
Ključne besede: BIM, Archicad, CostX, IFC, elektronske izmere, terminski plan

Izvleček

V magistrski nalogi smo analizirali potencial uporabe BIM na primeru dejansko izvedenega večstanovanjskega objekta. V teoretičnem delu naloge so najprej predstavljene splošne značilnosti uporabe BIM. Nato so podrobneje izpostavljene prednosti uporabe BIM za določitev projektnih količin, interoperabilnost in potek izvedbe projekta BIM. Točne količine so ključnega pomena za določitev proračuna in terminskega plana, ter za optimizacijo projekta. Zato smo v drugem delu naloge za izbran referenčni projekt prikazali možnosti na osnovi pristopa BIM.

Pri izvedbi (gradnji) referenčnega projekta je avtorica sodelovala kot del ekipe glavnega izvajalca in bila ves čas prisotna na gradbišču. S tem so bile pridobljene podrobne projektne informacije glede projekta za izvedbo in glede samega poteka del na gradbišču, vključno s težavami in slabostmi projektne dokumentacije, ki je bila za izbrani projekt izdelana po klasični poti brez BIM. Po izvedenem projektu smo z izbranim avtorskim okoljem izdelali model BIM.

Med drugim smo model BIM uporabili za določitev količin in modela 4D, kjer smo uporabili interoperabilnost na osnovi IFC. Na podlagi dobljenih rezultatov smo izdelali analizo z vidika natančnosti količin in analizo časovnega poteka gradnje. S pomočjo simulacije gradnje 4D smo primerjali predvideni terminski plan in dejanski potek gradnje. Na osnovi primerjave z dejanskih potekom smo evidentirali morebitne priložnosti za izboljšave, če bi uporabili pristop BIM.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 69:004.414.23(043.3)
Author: Petra Franko
Supervisor: Assist. Prof. Tomo Cerovšek, Ph.D.
Title: Quantity take-off based on a BIM model and analysis of multi-dwelling buildings
Document type: Master Thesis
Notes: 74 p., 9 tab., 64 fig., 2 ann.
Keywords: BIM, Archicad, CostX, IFC, quantity take-off, scheduling

Abstract

In this master thesis the potential of BIM is analyzed on a case study of the actual multi-dwelling building project. In the theoretical part, the thesis addresses the advantages and general concepts of BIM. Then a detailed overview of the advantages of quantity take-off, interoperability, and project execution are presented. Accurate quantities determine the budget and the schedule. Hence, they are essential for project optimization in terms of budget and schedule. Therefore, in the second part, BIM is used on a reference project to demonstrate the possibilities of the BIM approach.

The author has performed an action research and participated as a member of the general contractor team for the whole duration of the construction on the site. This approach allowed gaining valuable project information that covered both the detailed production of the documentation as well as information on the problems and difficulties of the project documentation which was developed without BIM. After completion, we selected a BIM tool and developed a BIM model.

The BIM model was used for quantity take-off and the 4D model where the interoperability based on the IFC was deployed. The results were used for the analysis and comparison of actual and BIM-based quantities and sequencing of construction works. A 4D simulation was used to compare the planned and actual execution of the construction works. Based on the comparison of actual sequencing, we identified opportunities for the improvements using the BIM approach.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč, nasvete in usmerjanje pri nastajanju magistrskega dela se iskreno zahvaljujem svojemu mentorju doc. dr. Tomu Cerovšku.

Posebna zahvala za podpiranje in spodbujanje v času študija gre tudi družini in prijateljem.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	II
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	III
ZAHVALA	IV
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
1 UVOD	1
1.1 Opis problema	1
1.2 Namen in cilj	2
1.3 Metoda dela in struktura naloge	2
2 INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB – BIM	3
2.1 Gradniki CAD in BIM	4
2.2 Prednosti uporabe BIM	6
2.3 Stopnje zrelosti in razvoj modelov BIM	9
2.4 Open BIM in standard IFC	11
2.5 Trajnostna gradnja	13
3 UPORABA BIM NA REFERENČNEM PROJEKTU	16
3.1 Elementi izvedbe projekta BIM	16
3.2 Opis referenčnega projekta	18
3.3 Priprava na modeliranje	21
3.4 Postopek modeliranja	23
3.5 Rezultati modeliranja	26
4 IZMERE NA OSNOVI MODELA BIM	28
4.1 Izvlečki količin iz avtorskega okolja	29
4.2 Izvlečki količin s programom CostX	34
4.3 Izvoz modela IFC	35
4.4 Uvoz modela IFC	39
4.5 Analiza rezultatov	41

5	ANALIZA KOLIČIN NA OSNOVI MODELA BIM	43
5.1	Betonska dela	43
5.2	Tesarska dela	44
5.3	Fasaderska in slikopleskarska dela.....	46
5.4	Ugotovitve modelne analize količin	47
6	ANALIZA ČASOVNEGA POTEK DEL	53
6.1	Izhodišča za vzpostavitev modela.....	55
6.2	Vzpostavitev 4D BIM v praksi	58
6.3	Prikaz poenostavljene simulacija gradnje.....	59
6.4	Ugotovitve modelne analize poteka del.....	67
7	ZAKLJUČEK.....	69
VIRI		71
SEZNAM PRILOG		74

KAZALO SLIK

Slika 1: Prednosti BIM-a v primerjavi s CAD [4].	4
Slika 2: Možnost preveritve več variant	5
Slika 3: Sestava podatkov, ki jih vsebuje komponenta modela (Povzeto po [5]).	6
Slika 4: Prednosti uporabe BIM za projektanta	7
Slika 5: Prednosti uporabe BIM za izvajalca	8
Slika 6: Prednosti uporabe BIM za upravljalca	8
Slika 7: Stopnje razvoja BIM-a [8]	9
Slika 8: Izmenjevanje informacij BIM modela z udeleženci gradbenega projekta (povzeto po [13])	12
Slika 9: Dvosmerna povezava IFC aplikacijami in BIM (povzeto po [14]).	12
Slika 10: Krivulja možnost vpliva na stroške projekta in stroški gradnje v primerjavi s časovnim potekom projekta [15]	13
Slika 11: Analiza življenjskega cikla izdelka	15
Slika 12: Predstavitev najbolj uporabljene programske opreme v različnih fazah uporabe [18]	22
Slika 13: Merske enote v Archicad	23
Slika 14: Klasifikacija materialov v Archicad	23
Slika 15: Primer sklopa v Archicadu – Fasada objekta F1	24
Slika 16: Prikaz detajla križanja plošče in stene (obloga stene ima nižjo prioriteto od tlaka).	24
Slika 17: Prerez detajla atike strehe (levo) in detajl izvedbe fasadnega cokla in zelene strehe (desno)	25
Slika 18: Detajl prereza nadstropne plošče z balkonom in fasade v 3D pogledu z vstavljenim toplotno izolacijskim elementom »Schöck« (levo) in prikaz Schöck elementa 3D v Archicadu (desno)	25
Slika 19: Vizualna predstavitev objekta v programu Archicad – vzhod	26
Slika 20: Vizualna predstavitev objekta v programu Archicad – zahod	27
Slika 21: Render prereza 3D in pogled v notranjost objekta	27
Slika 22: Nastavitev zajema podatkov količin v Archicad	30
Slika 23: Pogled na elemente v 3D, ki so bili izbrani v poročilu izpisa količin(Archicad)	32
Slika 24: Nastavitve možnosti izvoza v IFC Translator	35
Slika 25: Možnosti prikaza modela v formatu IFC	36
Slika 26: Pogovorno okno za nastavitev geometrije pri izvozu v IFC	37
Slika 27: Osnovni pogled uporabniškega vmesnika CostX	39
Slika 28: V pogledu modela izbrana in prikazana skupina stebrov	40
Slika 29: Definiranje posamezne merjene skupine in določanje BIM dimenzij	40

Slika 30: Pogled na v skupine razporejene izmerjene količine.....	41
Slika 31: Izvajanje betonskih del na objektu - levo; model kombinacije toplotne izolacije in AB konstrukcije atike - desno.....	44
Slika 32: Opaž sten in odprtín na referenčnem projektu	45
Slika 33: Opaž in raz-opaž plošče na referenčnem projektu.....	45
Slika 34: predpriprava za AB konstrukcijo stopnic - opaž stopniščnih zrcal - levo; 3D model stopnišča v programu Archicad	46
Slika 35: 3D model zidu v Archicad-u (pogled znotraj)	47
Slika 36: Fasaderska dela na referenčnem objektu	47
Slika 37: Stroški neučinkovite medopravnosti v življenjskem ciklu objekta [23]	54
Slika 38: Prepletenost organizacije pri izvajanju projekta in BIM metoda (povzeto po [25]) ..	56
Slika 39: Prikaz procesa izvedbe projekta s pomočjo BIM modela (povzeto po [25]).....	57
Slika 40: Diagram poteka za 4D BIM model (povzeto po [25]).....	57
Slika 41: Model + terminski načrt je vizualizacija in 4D model gradnje	58
Slika 42: Definiranje izvajanja nalog na podlagi izbranega terminskega plana s "Construction Simulation"	60
Slika 43: Ustvarjanje simulacije gradnje	60
Slika 44: Temeljna plošča	62
Slika 45: AB nosilni zidovi in stebri kleti.....	62
Slika 46: Priprava gradbene jame za betoniranje temeljne plošče - dejansko stanje	62
Slika 47: Plošča nad kletjo in stene pritličja	62
Slika 48: Plošča nad pritličjem in stene 1. nadstropje.....	62
Slika 49: Izvedba AB sten pritličja in delno plošče nad pritličjem - dejansko stanje	62
Slika 50: Plošča nad 1. nadstropjem in stene v 2. nadstropju.....	63
Slika 51: Plošča nad 2. nadstropjem in stene v 3. nadstropju.....	63
Slika 52: Plošča nad 1. nadstropjem in izvedba sten v 2. nadstropju - dejansko stanje	63
Slika 53: Streha	63
Slika 54: Atike	63
Slika 55: Priprava plošče za betoniranje strehe in priprava za izvedbo atike - dejansko stanje	63
Slika 56: Zapiranje objekta (montaža oken in zunanjih vrat).....	64
Slika 57: Izdelava strehe in fasade objekta	64
Slika 58: Izvedba oken in strehe (levo) ter fasade objekta (desno) - dejansko stanje	64
Slika 59: Postavitev predelnih sten v notranjosti objekta	64
Slika 60: Slikoplesarska in zaključna tlakarska dela	64
Slika 61: Urejanje okolice in zaključna dela.....	65

Slika 62: Polaganje tlakovcev, urejanje okolice in montaža ograje na balkone - dejansko stanje	65
Slika 63: Izvedba pomožnega objekta - zgoraj simulacija 4D BIM, spodaj dejanski potek gradnje; levo september 2016, desno maj 2017	66
Slika 64: Vizualna predstavitev BIM modela in zaključenega dejanskega objekta	68

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Stopnje razvitosti modela glede na faze projekta [10]	10
Preglednica 2: Primer predaje dokumentov po mejnih fazah [17]	17
Preglednica 3: Tipični konstrukcijski sklopi na referenčnem projektu.....	19
Preglednica 4: Poročilo količin v Archicadu za primer plošče nad kletjo	31
Preglednica 5: Opis zajetih količin v programu Archicad (povzeto po [20].	32
Preglednica 6: Povezava Archicad atributov in IFC oznak (povzeto po [22])	38
Preglednica 7: Primerjalna povezava formata IFC in programa CostX (povzeto po [21]).....	38
Preglednica 8: Primerjava količin po vrsti posameznih del, ponderirano z vrednostjo	48
Preglednica 9: Porabljen inženirski čas za modeliranje in prispevek k manjši toleranci od dejanskih količin.....	50

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BIM	angl. Building Information Modeling / slo. Informacijsko modeliranje zgradb
AEC/FM	angl. Architecture Engineering Construction / slo. Facility Management, slo. Arhitektura, inženirstvo, gradnja / upravljanje zgradb
CAD	angl. Computer Aided Design / slo. Računalniško podprto načrtovanje
DWG	angl. Drawing / slo. risba
IFC	angl. Industry Foundation Classes / slo. Temeljni razredi za industrijo
BEP	angl. BIM Execution Plan / slo. Načrt izvedbe pristopa BIM
SEO	angl. Solid Element Operations / slo. orodje za prilagajanje in izrez elementov
PGD	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
PZI	Projekt za izvedbo
PID	Projekt izvedenih del
ZGO-1	Zakon o graditvi objektov
GZ	Gradbeni zakon

» Ta stran je namenoma prazna. «

1 UVOD

Povezovalni členi v verigi procesa graditve objektov so gradbeni projekti. Pri tem je sodelovanje in izmenjava informacij, pravočasno usklajevanje med posameznimi udeleženci zelo zahteven, obsežen in pomemben dejavnik.

Informacijsko modeliranje zgradb BIM (angl. Building Information Modeling) najlažje razumemo kot digitalizacijo v gradbeništvu. Če se BIM pravilno izvaja, olajša številne funkcije in dejavnosti, ki so potrebne v celotnem življenjskem ciklu projekta.

Dejstvo je, da se pri nas BIM še ni popolnoma uveljavil, a lahko pričakujemo, da brez BIM gradbenih projektov v prihodnosti več ne bo možno izvajati. Njegovo implementacijo zelo podpira EU preko obvezne uporabe na kapitalnih/večjih objektih, saj je uporaba postopkov BIM običajno že eden od pogojev javnih razpisov [1].

BIM spreminja delovne tokove v vseh fazah projekta: od načrtovanja do izvedbe in obratovanja. Njegov vpliv v celotni življenjski dobi dokazujejo uporabe modelov, ki omogočajo številne prednosti v vsaki fazi življenjskega cikla projekta.

1.1 Opis problema

Gradbeni projekt obsega več faz – od načrtovanja, izvedbe, upravljanja objekta do porušitve. Izzivi, ki se pogosto pokažejo med izvedbo in uporabo, so pogosto posledica odločitev v fazi načrtovanja. Takrat nastopa veliko udeležencev z različnimi idejami (arhitekt, investitor, projektanti...). Predviden objekt vsebuje veliko količino informacij, ki se nenehno spreminjajo in prilagajajo potrebam in predpisom. Da bi pridobili takšne informacije, se iščejo čim bolj celostne rešitve. Slednje je zelo obvladljivo z uvedbo BIM tehnologije.

V celoti sicer problema ne moremo rešiti z uporabo tehnologije, saj celostne rešitve, ki bi vključevale vse procese, na tržišču še ni, vendar se z vpeljavo BIM in poenotenjem procesov z različnimi standardi zelo hitro približujemo temu cilju. Tudi programi, ki jih uporabljamo za modeliranje in spremljanje projekta, so v nenehnem razvoju, zato pogosto naletimo na težave, ki jih sami težko rešimo. A tudi to se počasi spreminja in tako dobivamo podlage, ki so dobra osnova za informacijski model stavbe, ki vključuje veliko količino podatkov. BIM je sistemski pristop k načrtovanju, gradnji, lastništvu, upravljanju, vzdrževanju in uporabi objekta ter omogoča povezavo arhitekturnega modela in ne geometrijskih informacij [2].

1.2 Namen in cilj

Namen naloge je identificirati možne izboljšave pri določitvi količin in projektne dokumentacije z uporabo pristopa BIM. Pristop Open BIM je v projektni fazi arhitektura-detajliranje-analiza bistveno bolj učinkovit in hitrejši od običajnega pristopa. Sama želim to postavljeno hipotezo prikazati na konkretnem primeru.

Cilj naše naloge je na konkretnem primeru vpeljati BIM model za referenčni objekt. Prikazana bo uporaba izbranih računalniških aplikacij za projektiranje, izmere in časovni potek. S programi za izmere projektnih količin bomo opravili analizo projektantskih, dejanskih in izmerjenih količin v programu. Z izdelavo 4D BIM modela bo prikazana analiza gradnje. Podane bodo morebitne ugotovljene prednosti, ki bi jih dosegli, če bi uporabili simulacijo gradnje z modelom že pred začetkom fizične izvedbe objekta.

1.3 Metoda dela in struktura naloge

Nalogo smo začeli s pregledom načrtov za izvedbo (PZI) za večstanovanjski referenčni objekt, ki mi je bil na razpolago in glede na situacijo dejansko zelo dobro poznan. Teoretične podlage nakazujejo dobre rezultate v primeru projektiranja BIM, zato sem jih hotela preveriti na realnem objektu. Referenčni nadstandardni in večstanovanjski objekt je pravi primer za analizo, saj vsebuje veliko konstrukcijskih sklopov, detajlov, ki jih pri obdelavi z BIM lahko vključimo.

Naloga je razdeljena na naslednje faze:

- pregled tehnične dokumentacije za izbran projekt,
- izbira in spoznavanje s programsko opremo za 3D modeliranje, izmere količin in časovni potek del,
- izdelava 3D modela,
- izmere količin na osnovi modela BIM,
- izdelava 4D BIM na podlagi predvidenega terminskega plana in dejanskega terminskega plana objekta ter analiza.

Referenčni objekt se nam je zdel zelo primeren za analizo z vidika funkcionalnosti, saj je šlo za večstanovanjski objekt, kjer je zastopanih večina gradbeno-obrtniških del. Na vseh področjih smo lahko preverili smernice, ki so sicer podane v teoretičnih opisih.

2 INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB – BIM

BIM je proces izdelave in upravljanja digitalnega informacijskega modela, s pomočjo katerega načrtujemo, gradimo in vzdržujemo objekt v celotnem življenjskem ciklu.

Zgodovinski razvoj načina projektiranja lahko strnemo v tri glavna obdobja: (1) *ročno risanje*, ki se je začelo pred dva tisoč leti in ohranilo vse do uvedbe t. i. (2) CAD (*angl. Computer Aided Design*) – računalniško podprto načrtovanje oziroma risanje, in (3) BIM (*angl. Building Information Modelling*) oziroma uvajanja večdimenzionalnih modelov zgradb [3].

Dimenzije modela 3D, ki so se najprej uporabljale za vizualizacijo in načrte na osnovi modela, se dodaja komponenta časa (4D), stroškov (5D), pri čemer postajajo gradniki z različnimi pametnimi podatki z namenom upravljanja v življenjskem ciklu objekta.

Za informacijsko modeliranje stavb v teoriji obstaja več teoretičnih razlag.

»Model BIM je digitalni zapis in predstavitev informacij o konkretni stavbi za komunikacijo med udeleženci v gradbenem projektu. Vsebuje geometrijske in negeometrijske informacije, ki jih potrebujejo in izdelajo arhitekti in inženirji za načrtovanje, analizo, simuliranje, vizualizacijo in dokumentacijo, in sicer v fazah pred, med in po gradnji.

Geometrijske informacije določajo digitalni 3D-model stavbe, sestavljen iz elementov, ki so digitalni ekvivalent »pravih« elementov stavb (od temeljev do strehe). Negeometrijski del določa dodatne informacije o stavbi in njenih elementih ter lastnosti, ki se nanašajo na funkcijo, obliko in materiale.« (Cerovšek, 2010).

Informacijsko modeliranje stavb je pomembno pri implementaciji v gradbenih podjetjih in služi kot osnova za komuniciranje med glavnimi akterji projektov. BIM manager namreč običajno poda drugačno razmišljanje o konstrukciji stavbe in rešitvi problemov. Zato je njihova uporabnost tako velika.

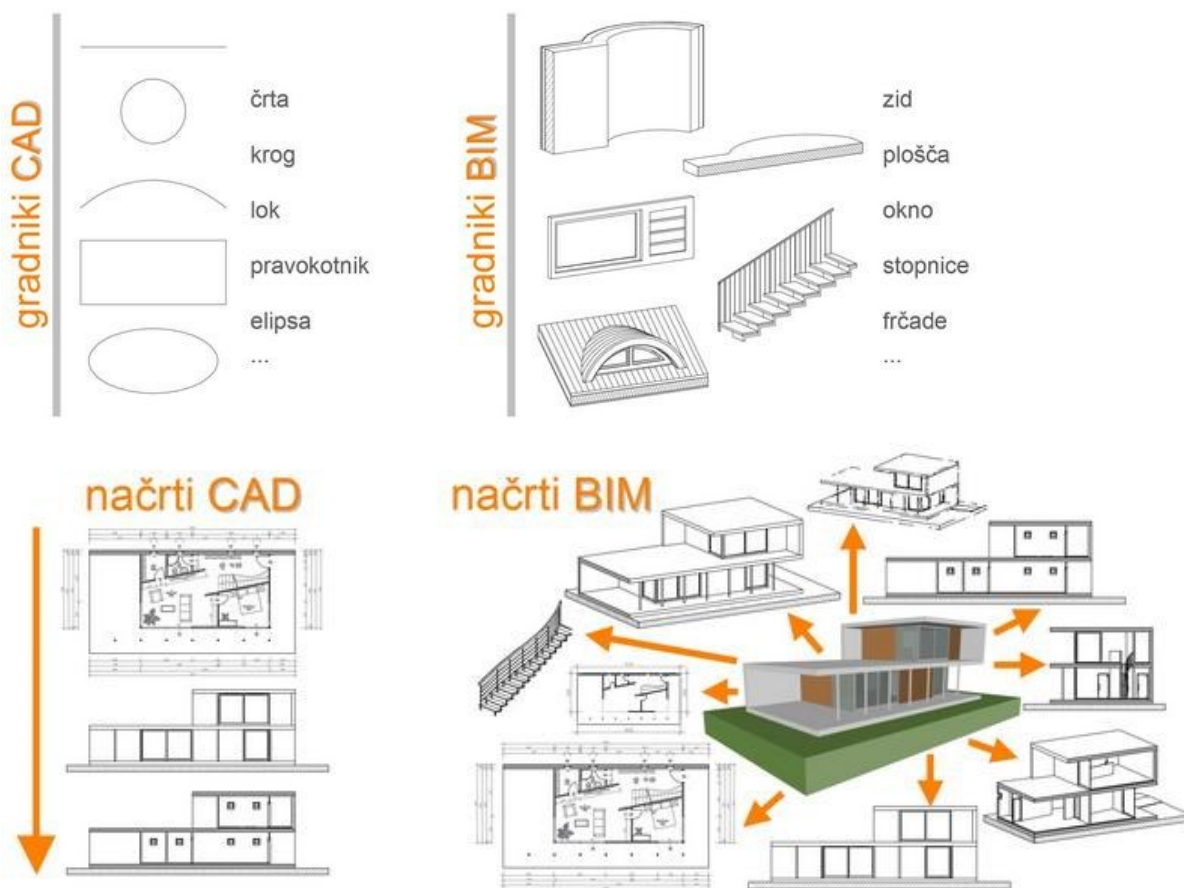
V nadaljevanju podrobneje obravnavamo:

- gradnike CAD in BIM,
- prednosti uporabe BIM,
- stopnje zrelosti uporabe BIM,
- Open BIM in IFC,
- trajnostno gradnjo.

2.1 Gradniki CAD in BIM

CAD risbe so 2D načrti, narisani z osnovnimi gradniki, kot so črta, lok, krog, šrafura. Ti imajo preproste lastnosti, kot so barva, tip črte, plast (layer), debelina, prosojnost in podobno. Vsak tak gradnik obstaja sam zase s svojimi lastnostmi in ne vpliva na ostale objekte.

Model BIM sestavljajo arhitekturni elementi, kot so zid, okno, stopnice, streha. Elementi imajo pripisane določene značilnosti in logiko odzivanja na različne situacije. Zid je v tlorisu na primer izrisan kot 2D načrt s šrafuro, v izometriji pa kot volumenski 3D model. Med modeliranjem se avtomatično prilagaja spremembam: samodejno povezovanje zidov pri križanju, samodejno prilagajanje strehi in plošči, samodejna izdelava prebojev ob vstavitvi odprtin, samodejno prilagajanje novim parametrom etaže, samodejno prilagajanje merilu izrisa in drugo. Vsa ta vgrajena logika omogoča bistveno manj posegov uporabnika in zmanjšuje možnosti napak ter enostavnejše učenje in delo s programom.



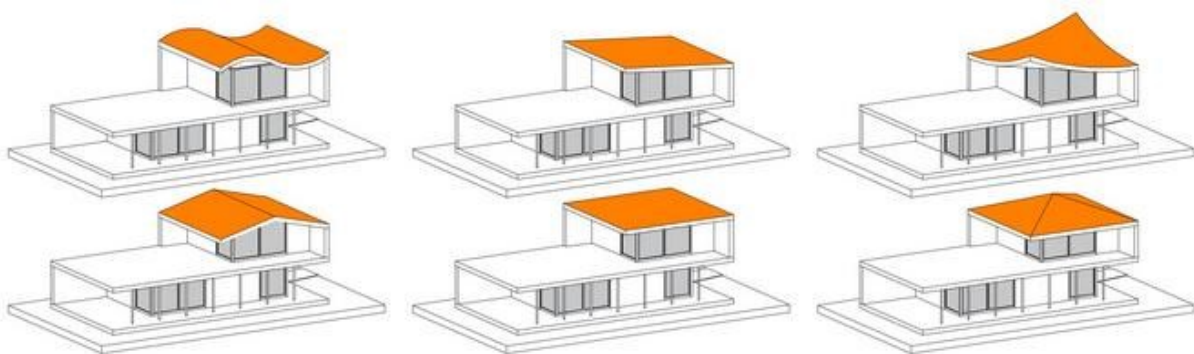
Slika 1: Prednosti BIM-a v primerjavi s CAD [4].

Avtomatizacija postopkov, samodejno odzivanje objektov na spremembe in izdelava le enega centralnega modela močno pospeši pripravo projektne dokumentacije, zviša kvaliteto in omogoča krajše časovne roke.

Asociativni načrti, popisi, opisi objektov itd. vsi izhajajo iz modela in se v skladu z njim samodejno posodablajo. Zato se možnost pojavljanja napak močno zmanjša, medtem ko so načrti enotni.

Na osnovi BIM modela se lahko izvaja različne simulacije, kot so študije osvetlitve in osončenja, preverjanje in dimenzioniranje konstrukcije, delovanje instalacij...

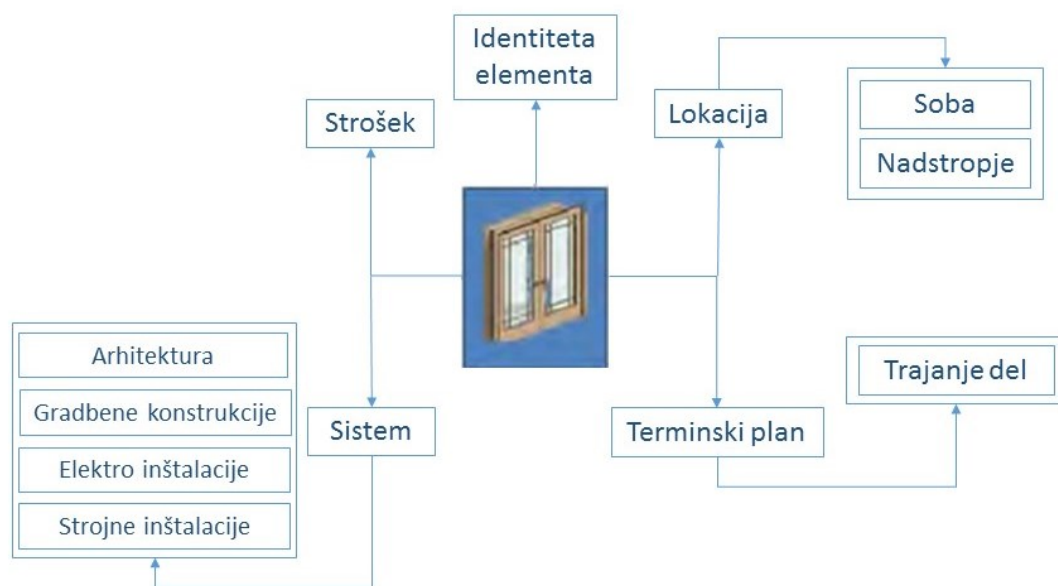
Ker je delo z BIM izjemno hitro, lahko z nekaj kliki spremenimo objekte (npr. pri strehi naklone, napušče, obliko) in tako preverimo večje število variant za optimalno končno odločitev – primer Slika 2. 3D model lahko opremimo z materiali in hitro izdelamo privlačne predstavitve (zunanosti in notranjosti) ter si na tak način povečamo možnosti realizacije [4].



Slika 2: Možnost preveritve več variant

Vsak model je definiran na podlagi komponent, ki vsebujejo podrobnejše podatke o posameznem gradniku, ki sestavljajo objekt. Komponente vsebujejo podatke o lastnem ID, lokaciji (nadstropje, ime sobe), času in informacije o stroških, kar je prikazano na sliki 3.

Vse spremembe v modelu so preverljive. Če podatke najdemo v prvotno načrtovanem modelu, vendar ne v spremenjenem modelu, to pomeni, da so določene komponente odstranjene iz modela, ko je nastala sprememba. Vse komponente, ki so v spremenjenem modelu in ne v prvotno načrtovanem, so dodane na novo. Če gradniki obstajajo v obeh modelih, je podrobneje potrebno preveriti, ali so spremenjene specifikacije posamezne komponente. Glede na spremenjene podatke se s pomočjo BIM tehnologije hitro ugotovi in analizira vizualne spremembe in količinsko opredeli učinke na stroške in časovni okvir projekta.



Slika 3: Sestava podatkov, ki jih vsebuje komponenta modela (Povzeto po [5]).

V velikem porastu so izdelave virtualnih knjižnic BIM katalogov in gradnikov za različna programska okolja. Izdelujejo in dopolnjujejo jih proizvajalci s pomočjo ponudnikov programskih orodij. Vsak BIM gradnik vsebuje vse informacije o proizvodu, kot so geometrija, material, povezave do navodil o namestitvi, tehnični opis, certifikat, trg, dostopnost produkta). Dva najbolj razširjena BIM kataloga na spletu sta Autodek Seek in BIMObject. Tudi na slovenskem tržišču lahko zasledimo aktivno vključevanje proizvodov slovenskih podjetij v knjižnične elemente (npr. Trimo za fasadne elemente in M Sora za okenske pozicije) [6].

2.2 Prednosti uporabe BIM

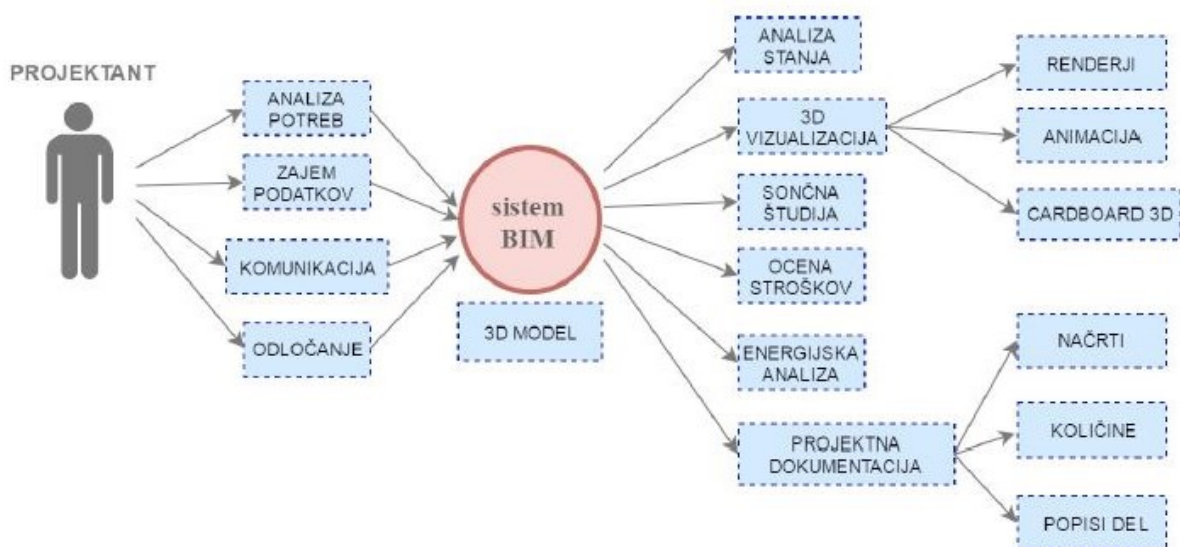
Uporabo standardov za izmenjavo digitalne projektne dokumentacije z modeli BIM lahko podkrepimo z nekaterimi dejstvi, ki ugodno vplivajo na realizacijo projektov. Opaziti je namreč, da so te možnosti pri projektih, ki so projektirani in zgrajeni brez digitalne tehnologije, lahko zelo pomanjkljive in so nemalokrat negativni vplivi zelo izraziti ali celo prevladujoči [3].

Prednosti uporabe BIM so prikazane po treh glavnih fazah:

- pred gradnjo,
- med gradnjo,
- po gradnji.

PRED GRADNJO (hitre in poceni spremembe):

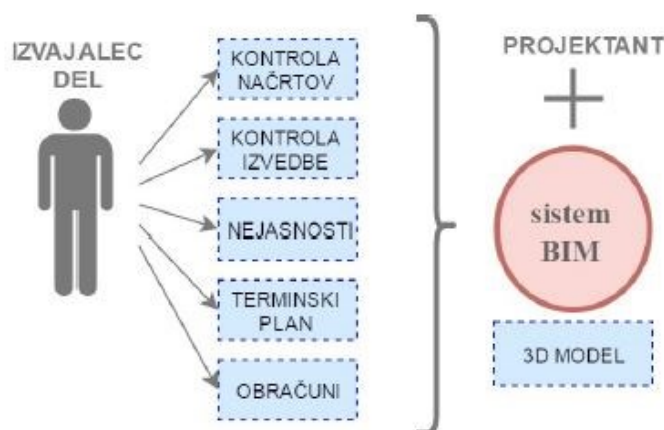
- Podrobna predstavitev stavbe v 3D z vsemi njenimi bistvenimi sestavnimi deli in enostavnejša kontrola izvedbe.
- Boljša, hitrejša in bolj transparentna izvedba projekta.
- Boljša komunikacija z akterji projekta in manj napak, kar pomeni manj sprememb projekta.
- Novi načini projektiranja.



Slika 4: Prednosti uporabe BIM za projektanta

MED GRADNJO (tekoče in hitrejšo delo):

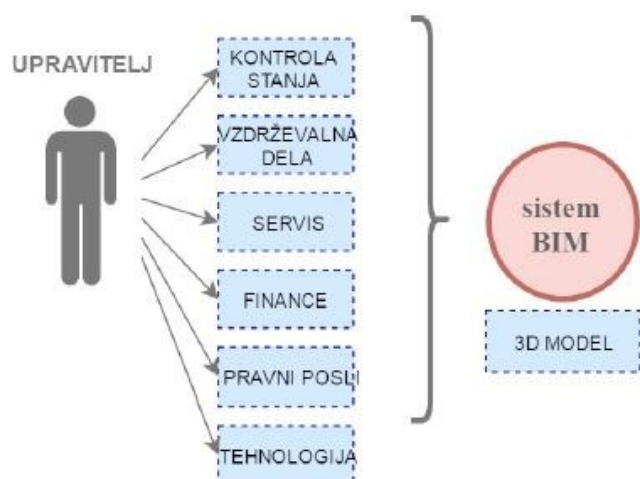
- spremljanje poteka gradnje,
- lažje reševanje težav pri sami izvedbi,
- enostavno določanje količin,
- podatki za projekt izvedenih del (PID) se sproti vnašajo v model,
- neposredna kontrola izvedenih količin z izborom izvedenih elementov v 3D (avtomatski prenos v 4D in 5D),
- spremljava terminskega plana na osnovi dejansko izvedenih elementov v 3D.



Slika 5: Prednosti uporabe BIM za izvajalca

PO GRADNJI (lažje obvladovanje sredstev):

- kontrola stanja – v modelu so dostopni dodatni podatki, kot so fotografije, navodila za uporabo, garancijske izjave itd.,
- vzdrževalna dela – enostavno je določati količine za npr.: dnevna čiščenja, popravila pleskanja itd.,
- možnost povezave BIM modela z orodji za upravljanje periodičnih vzdrževalnih del, urniki rednih servisov,
- finance, pravni posli, tehnologija,
- sledenje spremembam in obnavljanju [7].



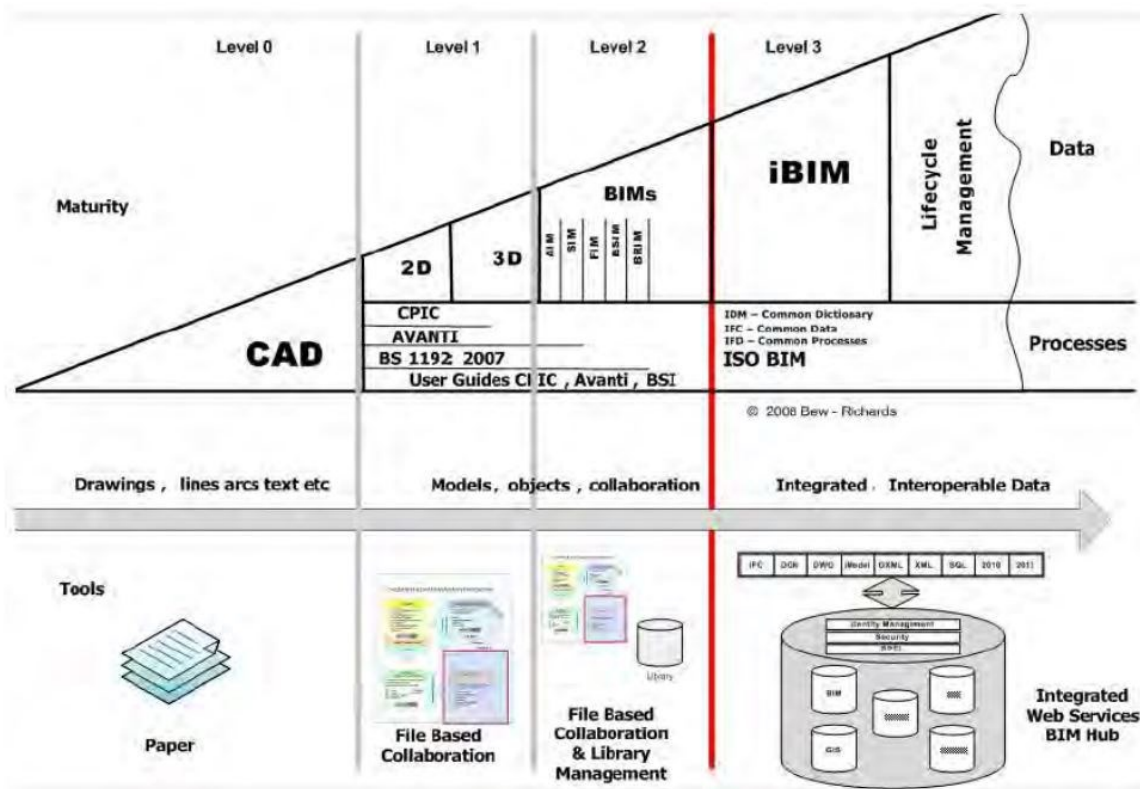
Slika 6: Prednosti uporabe BIM za upravljalca

2.3 Stopnje zrelosti in razvoj modelov BIM

Informacijska revolucija je v gradbeništvo vpeljala nova orodja v drugi polovici 20. stoletja. Takrat so se začeli v gradbeni informatiki razvijati prvi CAD programi, ki so postopoma vodili do spremembe načina dela.

Zrelost uporabe BIM v štiri stopnje (Slika 7):

- **Stopnja 0:** geometrijsko okolje predstavljajo CAD sistemi, s katerimi ustvarjamo digitalne risbe. Predstavljajo črte z dogovorjeno obliko in besedilom.
- **Stopnja 1:** Samo CAD programi niso zadoščali potrebam sodobnega modeliranja, zato se je razvil tudi telesni 3D modelirnik, ki je temeljil na parametričnih modelih. Gradbene kalkulacije (viri, količine, stroški) se izvedejo s pomočjo risb. Koordinacija 2D in 3D se izboljša za 50 %.
- **Stopnja 2:** Razvijejo se objektivno orientirani in konceptualni modeli. V tej stopnji se je prvič pojavil koncept BIM-a, kot ga poznamo danes.
- **Stopnja 3:** Razvoj se usmerja v integriran BIM model, interoperabilnost, tako da bo medsebojna povezanost programske opreme in panog postala jedro tehnologije informacijskih modelov zgradb. Integriran BIM model v tej stopnji predstavlja centralno bazo podatkov o zgradbi v njegovem celotnem življenjskem ciklu gradnje [8].



Slika 7: Stopnje razvoja BIM-a [8]

Koncept stopnje podrobnosti elementov modelov LOD delimo na:

- Stopnja 100: Masne študije sistemov zgradbe, ki okvirno podajajo površine, višine, volumne, lokacijo in orientacijo – konceptualno modeliranje.
- Stopnja 200: Generalizirani sistemi ali sklopi z okvirnimi količinami, velikostmi, oblikami, lokacijo in orientacijo – splošno modeliranje.
- Stopnja 300: Specifični sklopi z natančnimi količinami, velikostmi, oblikami, lokacijo in orientacijo – natančno modeliranje in izdelava načrtov.
- Stopnja 350: Specifični sklopi z natančnimi količinami, velikostmi, oblikami, lokacijo in orientacijo, ki omogočajo koordinacijo med sodelujočimi panogami – model za povezovanje med panogami.
- Stopnja 400: Specifični sklopi z natančnimi količinami, velikostmi, oblikami, lokacijo in orientacijo, vključno z informacijami celotne izvedbe, sestave in detajlov – model za izdelavo delov in graditev.
- Stopnja 500: Dejansko zgrajeni sklopi z natančnimi količinami, velikostmi, oblikami, lokacijo in orientacijo. Model je primeren za vzdrževanje in obratovanje objekta [9].

Glede na posamezne faze projekta je predlagana stopnja razvitosti po spodnji tabeli.

Preglednica 1: Stopnje razvitosti modela glede na faze projekta [10]

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

2.4 Open BIM in standard IFC

V osnovi je mogoče vzpostaviti dva različna pristopa izmenjave podatkov:

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

Pri odprtem BIM pristopu se modeli in podatki izmenjujejo s pomočjo standardiziranih odprtih formatov. Med te formate spadata IFC (Industry Foundation Classes) za izmenjavo modelov in BCF (BIM Collaboration format) za izmenjavo komentarjev, vezanih na gradnike modelov v fazi koordinacije. Organizacija BuildingSmart vodi seznam certificiranih programov za delo z IFC datotekami, ki omogočajo kakovosten uvoz in izvoz IFC formata .

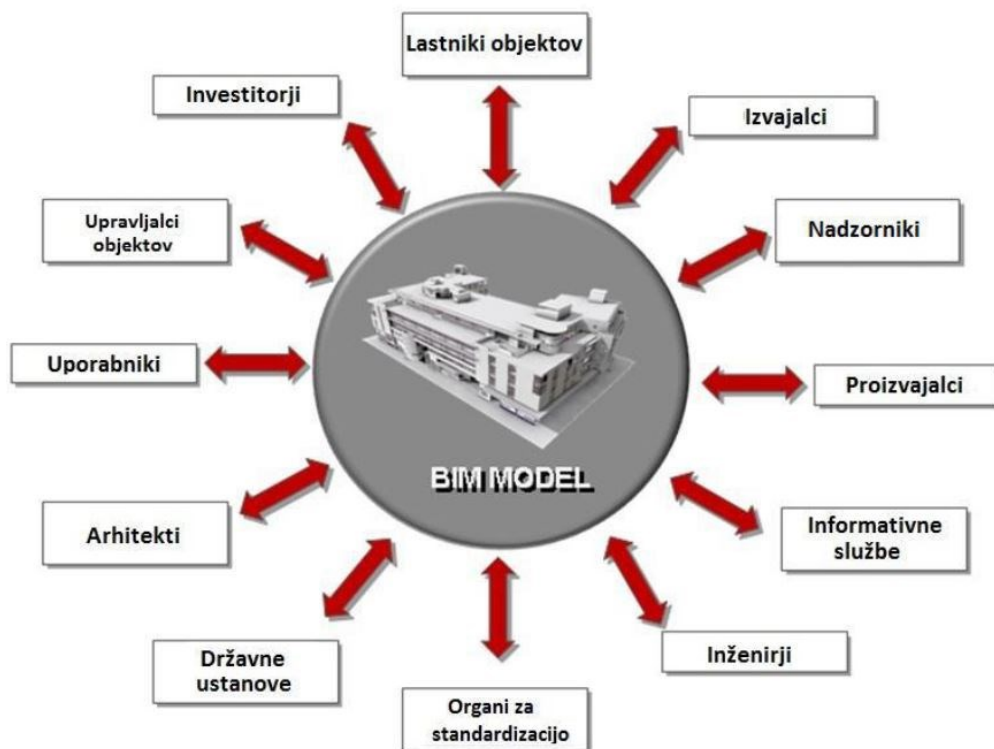
Pri zaprtem BIM pristopu se podatki izmenjujejo v okviru predpisanih programov posameznih proizvajalcev programske opreme. V tem primeru izmenjava ni mogoča s programi, ki niso združljivi z izbranimi programi. Če se za projekt torej predpiše zaprti BIM pristop, mora izvajalec za izdelavo uporabljati predpisano platformo določenega proizvajalca programske opreme [10].

IFC (Industrial Foundation Classes) oziroma ISO/PAS 16739:2005 je formalni standard, ki omogoča izmenjavo modelov BIM med programi, ki jih uporabljajo različni strokovnjaki v gradbenem projektu. Format je bil najprej sprejet kot industrijski standard in nato kot mednarodni ISO standard. Omogoča izmenjavo modelov med aplikacijami, ki so namenjene arhitekturnemu oblikovanju, inženirskemu načrtovanju in vodenju projektov [11].

Za zapis IFC skrbi neodvisna mednarodna neprofitna organizacija BuildingSmart (prej mednarodna zveza IAI - International Alliance for Interoperability). V združenju sodelujejo organizacije, ki se zavzemajo za usklajen razvoj gradbeništva, večjo produktivnost in učinkovitost industrije [12].

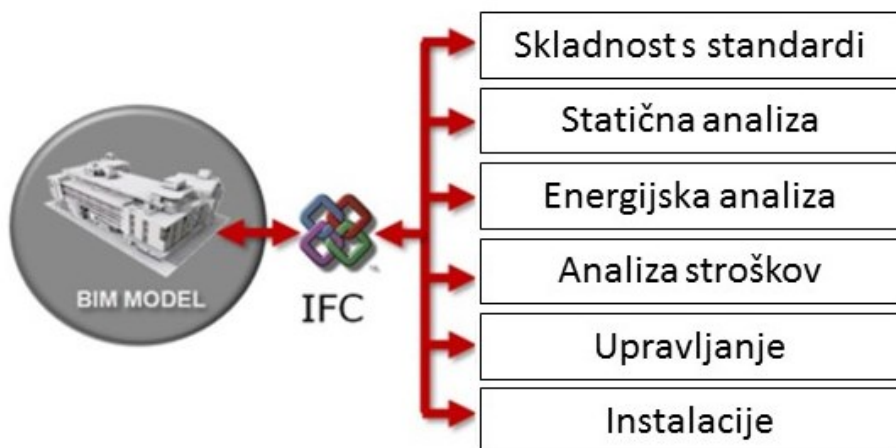
Osnovni cilj pri razvoju standarda je zagotoviti modularno strukturo za izmenjavo informacij med strokami v AEC/FM (Architecture Engineering Construction / Facility Management, slo. Arhitektura, inženirstvo, gradnja / upravljanje zgradb v industriji), olajšati vzdrževanje in nadaljnji razvoj modelov BIM. Format omogoča eksplicitno ohranjanje shematike prenesenih podatkov, kar pomeni, da se pri prenosu iz ene aplikacije v drugo ohranja pomen posameznih gradnikov.

Zapis IFC predstavlja splošen okvir za izmenjavo informacij o grajenih objektih in predstavlja osnovo za interoperabilnost med aplikacijami skozi celoten življenjski cikel objekta. Udeleženci gradbenega projekta izmenjujejo informacije o objektu preko skupnega BIM modela (Slika 8).



Slika 8: Izmenjevanje informacij BIM modela z udeleženci gradbenega projekta (povzeto po [13])

IFC v tem primeru zagotavlja platformo za dvosmerno izmenjavo podatkov med modelom in posamezno aplikacijo – prikazani na sliki 9.



Slika 9: Dvosmerna povezava IFC aplikacijami in BIM (povzeto po [14]).



Slika 10: Krivulja možnost vpliva na stroške projekta in stroški gradnje v primerjavi s časovnim potekom projekta [15]

Vse prednosti, ki jih študije dokazujejo z uporabo programov BIM, samo potrjujejo dejstvo, da je kvaliteten informacijski model stavbe dobra osnova za nadaljnjo izvedbo projekta. Na sliki 10 je s krivuljo prikazano, kako lahko v časovnem poteku projekta vplivamo na stroške. Na začetku je ta vpliv velik in s pripravo kvalitetnih projektov finančni vložek v projekt poteka po planu. Med izvedbo projekta tega vpliva v primeru napak v projektu več nimamo. Stroški se lahko bistveno povečajo v primerjavi s planiranim vložkom.

V nalogi bomo prednosti uporabe tehnologije BIM pokazali na referenčnem primeru že zgrajene večstanovanjske zgradbe.

2.5 Trajnostna gradnja

Trajnostni razvoj postaja osrednje vodilo razvitejših držav in hkrati tudi eden glavnih ciljev EU. S trajnostnim razvojem se razvite družbe sistematično ukvarjajo zaradi zaskrbljenosti glede socialnih, ekonomskih in okolijskih posledic hitre rasti prebivalstva, gospodarstva ter velike porabe naravnih bogastev (EPA 2013).

Vendar se pogosto ustavimo že pri pravilni razlagi trajnostnega razvoja. Mednarodni inštitut za trajnostni razvoj (ang. International Institute for Sustainable Development – IISD) je trajnostni razvoj definiral kot razvoj, ki omogoča zadovoljevanje obstoječih potreb, ne da bi pri tem ogrozili možnosti zadovoljevanja potreb prihodnjih generacij [15].

Gradbeništvo ima s svojo osnovno vlogo neposreden vpliv na socialno in kulturno identiteto posameznika. Lastni dom (stanovanje, zavetje) posameznika pomeni namreč del človekove identitete. Če posameznik zaradi različnih razlogov (npr. visokih stroškov gradnje, vzdrževanja, itd.) izgubi svojo lastnino, izgubi tudi del svoje identitete. Torej trajnostni koncept gradnje objektov ni namenjen samo ohranjanju okolja, zmanjševanju porabe energije ipd., ampak s svojim poslanstvom ohranja kvaliteto življenja posameznikov na njim pričakovanem in ekonomsko sprejemljivem nivoju.

Ključne podatke uporabniki stanovanjskih objektov lahko pridobimo zelo učinkovito iz t.i. ne geometrijskega dela informacij o konkretni stavbi in njenih elementih ter lastnostih, ki se predvsem nanašajo na funkcijo, obliko, vgrajene materiale in opremo (Cerovšek 2010).

Znanih je sedem principov trajnostne gradnje:

- zmanjšanje porabe virov,
- ponovna uporaba virov,
- uporaba materialov, ki se dajo reciklirati,
- zaščita narave,
- omejitev strupenih elementov,
- ekonomika v celotnem življenjskem ciklu objekta,
- kvaliteta naj prevlada v vseh pogledih.

Informacijski model zgradbe se poleg vizualizacije mora dopolniti s stroški upravljanja oz. z vsemi aspekti objekta v času njegove življenjske dobe.

Na področju energije, izpustov CO₂, razsvetljave, življenjskega ugodja, ipd. obstaja več programov, ki primerjajo funkcije delovanja zasnove stavbe in relativno hitro podajo rezultate. Večkrat pa je pri tem sicer lahko ovira, da ne podpirajo IFC formata datoteke. V času eksploatacije in v povezavi s trajnostnim konceptom je pomembno upravljanje objekta [16].

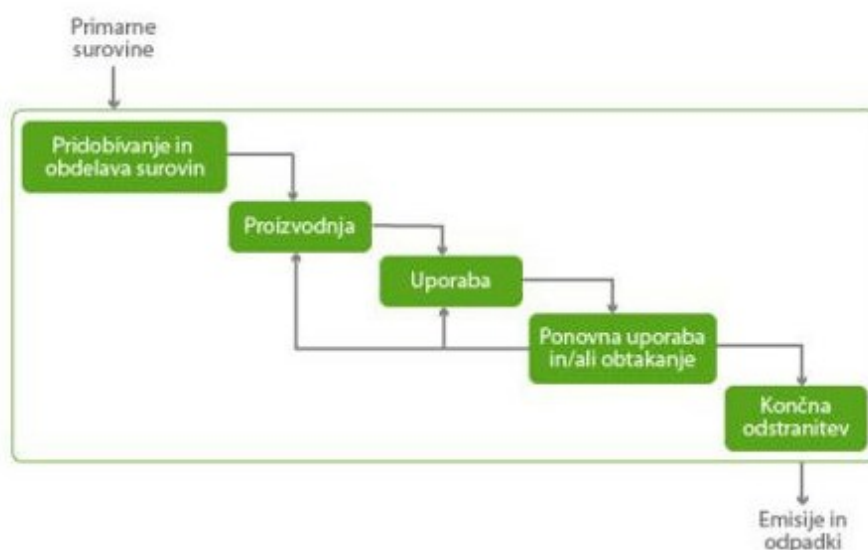
Slovenska specifika lastniških stanovanj, kar je tudi v našem konkretnem primeru slučaj, predstavlja pri uporabi in vpeljavi orodij (in usposobljenih upravljalcev) lahko oviro. Pomembno je namreč, da se v koncept BIM vnaša vse arhitekturne spremembe. Beležijo se pomembni dogodki v življenjskem ciklu zgradbe in seveda vsa vzdrževalna opravila. Pri tem je pomembno, da programska orodja podpirajo IFC format zapisa.

Priložnost za konkretno zgradbo, ki dosega nadstandardne zahteve stanovanjske gradnje današnjega časa, bi bilo smiselno nadgraditi z BIM modelom, ki znotraj ene datoteke nosi poleg procesa gradnje tudi podatke za kasnejšo eksploatacijo samega objekta. Garancijske izjave dobaviteljev in kooperantov, povezave do proizvajalcev opreme, podpora vzdrževanju in uporabi ipd. so nepogrešljive informacije. Slednja predstavlja parametrično, usklajeno in zanesljivo bazo podatkov, ki je v času uporabe in vzdrževanja objektov nepogrešljiva, združena v modelu BIM.

Ključne podatke o objektu je potrebno zbrati v eno IFC datoteko in tako lahko uporabimo BIM tekom celotnega življenjskega cikla obstoječega objekta.

Zgrajeni objekt je potrebno obravnavati celotno. Ob tem nam že in v prihodnje bo še bolj pomagala programska oprema, ki podpira interoperabilnost. Le s celovitimi pristopi bomo dosegli višje cilje trajnostnega načrtovanja in nadaljnega razvoja na tem področju. To nam bo ob obstoječih in omejenih resursih lahko prineslo kar najboljše pogoje za življenje.

BIM model spremlja zgradbo skozi življenjski krog od načrtovanja skozi izvedbo in uporabo. Predstavlja tudi orodje za upravljanje zgradbe, obnovitvena dela, predelave, dozidave ter končno razgradnjo objekta. BIM izboljšuje pogoje za trajnostno gradnjo, saj omogoča simulacije in analize učinkovitosti že v fazi načrtovanja ter spremljanje in optimizacijo rabe v času obratovanja objektov. Slednje je posebej izrazito z vidika bodočih lastnikov, kar je slovenska specifika: lastnike oz. upravljalce stanovanjskih objektov je potrebno informirati in vključiti [16].



Slika 11: Analiza življenjskega cikla izdelka

3 UPORABA BIM NA REFERENČNEM PROJEKTU

Kot referenčni projekt je bil izbran objekt večstanovanjske stavbe, ki mi je zelo dobro poznan. Na njem sem opravljala projektno delo pri velikem slovenskem gradbenem podjetju. Gre za nadstandardno večstanovanjsko stavbo z 20 stanovanji. Funkcionalno enoto sestavljata dve stanovanjski vili. Pod njima je podzemna garaža. Klet je pravokotne oblike tlorisne velikosti 50,32 m x 22,20 m. Nad njo se dvigata dva bivalna stolpiča velikosti 21,47 m x 16,90 m. Etažnost izbrane stavbe je K+P+3, kar pomeni klet, pritličje in tri nadstropja.

V vsakem nadstropju so po tri stanovanja s pripadajočo ložo, orientirano na zahod. V najvišjem nadstropju je eno večje stanovanje s teraso. Spalnice in otroške sobe so orientirane na vzhodno stran, dnevno bivalni prostori s kuhinjo pa na zahod in deloma južno stran.

3.1 Elementi izvedbe projekta BIM

Pri vsakem projektu je potrebno definirati lastništvo BIM modela in drugih dokumentov, ki so predvideni za izdelavo projektne naloge v določenem roku, ki je dogovorjen z naročnikom.

Posamezne faze predaje dokumentacije so povezane z:

- zaključenimi projektnimi fazami (IDZ, IDP, PGD, PZI, PID),
- vmesnimi projektnimi fazami (npr.: oddaja v pregled, recenzija, revizija),
- predaja zaradi spremembe projekta med gradnjo [17].

Ob teh fazah je v skladu z dogovorom z naročnikom potrebno predati naslednje BIM modele in dokumente:

1. načrt izvedbe pristopa BIM (BEP);
2. skupno podatkovno okolje (CDE);
3. BIM model;
4. poročila o notranji kontroli kakovosti;
5. dodatne zahtevane analize in posebne predaje:
 - a. popis količin iz BIM modela,
 - b. BIM 4D/5D model,
 - c. analizo energetske učinkovitosti,
 - d. vizualizacije in simulacije projekta,
 - e. BIM 6D model,
 - f. posebne datoteke.

Glede na zgoraj naštet dokumentacijo BIM smo v preglednico 2 vnesli primer predaje modela in dokumentacije po posameznih fazah projekta.

Preglednica 2: Primer predaje dokumentov po mejnih fazah [17]

Projektna faza	Opis	Faza predaje modelov	Razlog	Zahtevani sklopi predaje
IDZ	BIM model na ravni IDZ-ja	1	/	/
IDP	BIM model na ravni IDP-ja	2	/	/
PGD	BIM model na ravni PGD-ja	3a	Predaja projekta: - v pregled	3, 5a
		3b	- po pregledu	3, 5a, 5b, 5c
PZI	BIM model na ravni PZI-ja	4a	Predaja projekta: - v pregled	3, 5a, 5d
		4b	- po pregledu	3, 5
Gradnja	BIM model na ravni PZI-ja	5	Predaja projekta	3, 5a, 5b, 5d, 5e
PID	BIM model na ravni PID-a	6	Predaja projekta	3, 5

3.2 Opis referenčnega projekta

Temeljenje AB konstrukcije je izvedeno s talno ploščo debeline 30 cm. Pod talno ploščo je izveden gramozni tampon. Kletne stene so izdelane po sistemu bela kad, kar pomeni, da so vgrajena tesnila na delovnih stikih kletne konstrukcije. Hkrati se k betonu dodajo dodatki, ki zmanjšajo vodoprepustnost betona. S tem dosežemo zaprti sistem, kjer uporaba hidroizolacije na zunanji strani sten ni potrebna.

Nad pritlično ploščo sta izvedena dva samostojna objekta, sidrana v obodne stene in pritlično ploščo. Objekta sta izvedena kot ločeni AB konstrukciji, vendar sta po svojem izgledu identična. Nosilna konstrukcija je iz armirano betonskih sten, debelin 20 cm, povezana s togimi etažnimi ploščami debeline 20 cm.

Streha je ravna in izvedena z neprepustno (Sika) folijo, ki je mehansko pritrjena preko toplotne izolacije na konstrukcijo. Zaščitni sloj je pran prodec, saj streha ni pohodna.

Objekt ima speljano celotno vodovodno in električno inštalacijo. Kanalizacijske cevi so speljane v mestno kanalizacijo, meteorna voda pa v dve večji ponikovalnici na parceli objekta. Objekt je ogrevan s toplotno črpalko voda-voda, za namen katerih so v okolici objekta izvrtani dve povratni vrtini.

Notranji betonski zidovi so prebeljeni. Tlaki v etažni in nadstropnih ploščah so sestavljeni iz lahkega betona, ki hkrati služi kot toplotna in zvočna izolacija, medtem ko so v njem skriti razvodi za strojne in elektro inštalacije. Na to je položeno talno ogrevanje, ki je zalito z estrihi povprečne debeline 7 cm. Kot finalna obdelava tlakov je predvidena keramika oziroma parket v debelini 2 cm.

Skupna debelina sestave plošče v etaži je 24 cm in v nadstropju 20 cm.

Objekt je zanimiv kot celota. Vsebuje veliko detajlov, ki so v modelu 3D karseda dobro vključeni. Nastopa veliko različnih konstrukcijskih sklopov, zaradi česar ima objekt posebno lastnost.

Pomembnejše sestave konstrukcij so zajete v spodnji tabeli.

Preglednica 3: Tipični konstrukcijski sklopi na referenčnem projektu

TLAKI - klet		
K1		epoksi
prostor	vozna površina – uvozna rampa, parkiranje	
tlak	epoksi tlak z protidrskim posipom, drsnost površine R9/R10, BARVANJE PO VZORCU (vozne površine v garaži in parkiranje v garaži)	0,10 cm
tlak	Izvedba metlanega betona (vozna rampa)	
konstrukcija	AB plošča - BELA KAD, C30/37, fino zaglajen beton mora imeti zagotovljeno vodotesnost, odpornost proti soli, kloride in kisline, izravnava betona po DIN 18202 tabela 5, stolpec 3,	30,00 cm
	sloji skupaj=	30,10 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
	Sloji skupaj=	36,10 cm
TLAKI — NADSTROPJE		
N2		parket
prostor	bivalni prostori stanovanj	
vrhnji sloj	hrastov parket – oljen, primeren za talno gretje	1,20 cm
vezni sloj	lepilo za parket	0,10 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,70 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	4,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom	7,00 cm
	sloji skupaj =	20,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	40,00 cm
N3		keramika
prostor	kopalnice stanovanj	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
zaščitni sloj	Hidrostop elastik AB-tla + 10 cm po steni	0,20 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	5,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	3,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom	8,00 cm
	sloji skupaj =	19,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	39,00 cm
STREŠNE KONSTRUKCIJE		
vse strešne kritine morajo biti odporne na leteči ogenj B-roof po EU		
S1		folija-prodec
prostor	ravna streha	
drenažni-zaščitni sloj	pran prodec 8-16 mm	8,00 cm
zaščitni sloj	geotekstil 200 g/m2	0,10 cm
hidroizolacija - kritina	enoslojna HI koreninsko odporna membrana iz fleksibilnega poliolefina ali EPDM sintetični kavčuk, npr. SIKA Trocal SgmA folija 1,8 mm	0,20 cm

termoizolacija	ekstrudirani polistiren,	5,00 cm
termoizolacija	kamena volna (154 kg/m ³)	25,00 cm
parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
naklonski beton	naklonski estrih 5,0-15,0 cm	15,00 cm
	sloji skupaj =	53,30 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	73,30 cm
S3		keramika
prostor	pohodna ravna streha - terasa	
tlak	talna keramika, R 9/10, na zaključkih plošče lož se montira nizkostenske obrobe	1,20 cm
drenažni-zaščitni sloj	cement-akrilatno mrazoodporno lepilo	0,50 cm
hidroizolacija	polimercementna hidroizolacija, npr. Hidrostop elastik AB, na stiku z steno premoščena s Sikaflex trakom v višini 10 cm	0,30 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20 (odporen proti zmrzali)	5,00 cm
ločilni sloj	PE folija 0.15 mm	
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	10,00 cm
hidroizolacija - kritina	enoslojna HI koreninsko odporna membrana iz fleksibilnega poliolefina ali EPDM sintetični kavčuk, npr. SIKA Trocal SgmA folija 1,8 mm	0,20 cm
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	10,00 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
naklonski beton	naklonski estrih 3,0-11,0 cm	11,00 cm
	sloji skupaj =	38,70 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	22,00 cm
obdelava	2x oplesk z disperzno barvo (obrizg), bandaža, kitanje, brušenje	
FASADA vse zunanje fasadne površine morajo biti težko vnetljivi razred B.d0 ali C-d0 po EN		
F1		omet
prostor	Fasada objekta	
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50 cm
vezni sloj	polimerno mrazoodporno elastično lepilo	0,50 cm
	vsi stiki s stavbnim pohištvom kitani s primernim kitom z upoštevanjem originalnih zaključkov ob stavbnem pohištvu; vmes mrežica steklena vlakna z zobato gladilko horizontalno nahrapavljeno, z izvedbo ustreznih zaključkov pri prekladah, vogalih, spodnji zaključek fasade.	
toplotna izolacija	kamena volna	20,00 cm
	sloji skupaj =	21,00 cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00 cm
finalni sloj	izravnava, 2x kitanje, 2x disperzni oplesk	
Z1		oplesk
konstrukcija	AB stene	
stena	AB stena	20,00 cm
obdelava	glajeno, 2x kitano in 2x slikano - v sanitarnih in skupnih prostorih obloženo s stenskimi keramičnimi ploščicami od tal do stropa, - v hodnikih, stanovanjskih in stopniških prostorih je stena kitana in opleskana. OPOMBA: V kletnih prostorih (kolesarnica, strojne naprave, garaža, tehnični prostori, hodnik v shrambah) se izvede samo 2x disperzijski oplesk brez kitanja	
	sloji skupaj =	20,00 cm

Pri večini stanovanj imajo kuhinje in kopalnice okna, kar omogoča naravno osvetlitev. Za prezračevanje so vgrajeni prezračevalni sistemi, ki prostor prezračujejo samodejno na podlagi podtlaka. Toplotna izolacija objekta je izvedena v debelini 20 cm s kameno volno in zagotavlja majhno toplotno prevodnost – prostori pozimi ostanejo topli, poleti pa hladni.

Za objekt je bila izdelana tudi energetska izkaznica, ki opisuje predvideno energetske stanje objekta po končani izvedbi. Z izračunano toploto za ogrevanje 12,434 kWh/m² objekt uvršča v najvišji energetski A1/A2 razred, kar je z vidika energetskih lastnosti zelo ugoden rezultat. Z vgrajenimi toplotnimi črpalkami sistema voda-voda se za ogrevanje prostorov in tudi za toplo sanitarno vodo koristi energija podtalnice – nižji stroški ogrevanja (trajnostna gradnja).

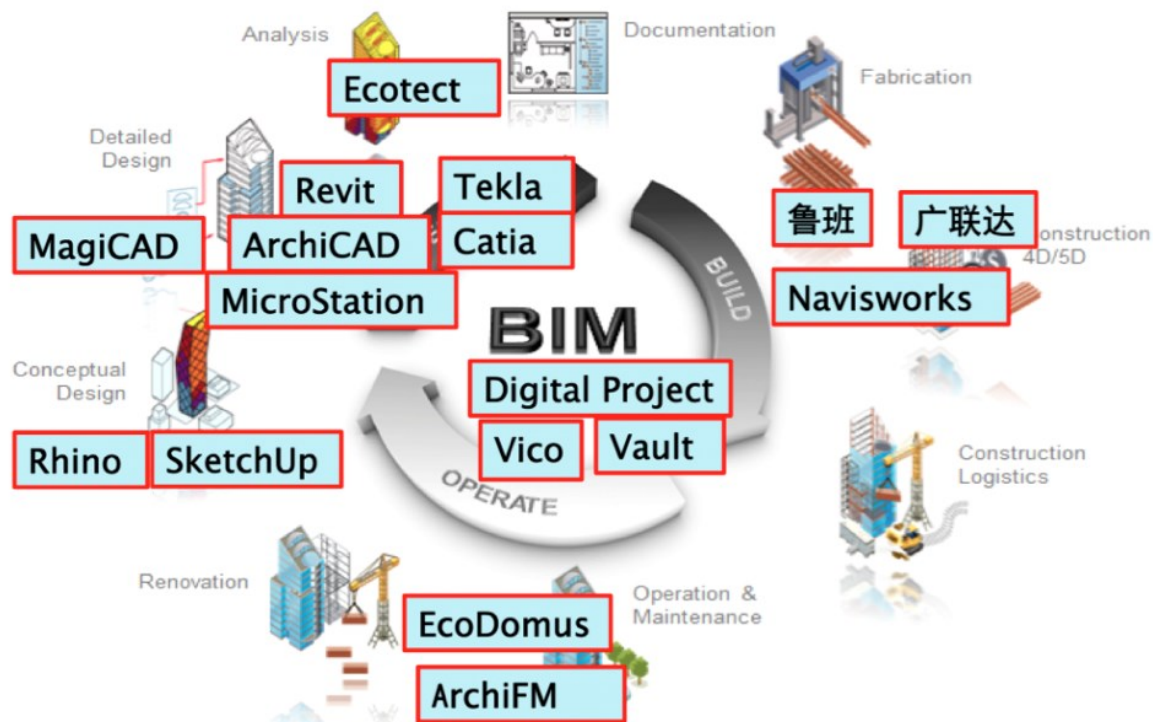
V naslednji preglednici so podane bruto in neto površine glede velikosti objekta.

Bruto površine	3953,30 m²	Neto površine	3350,63 m²
KLET	1186,38 m ²	KLET	1061,88 m ²
PRITLIČJE	770,46 m ²	PRITLIČJE	644,67 m ²
NADSTROPJE 1	732,84 m ²	NADSTROPJE 1	608,56 m ²
NADSTROPJE 2	732,84 m ²	NADSTROPJE 2	608,56 m ²
NADSTROPJE 3	530,78 m ²	NADSTROPJE 3	426,96 m ²
ZUNANJA UREDITEV	1446,40 m ²		

3.3 Priprava na modeliranje

Prehod na BIM zahteva ustrezen pristop, saj je najprej potrebno preiti iz 2D na 3D načrtovanje ter imeti ustrezno in dokaj specializirano znanje programskih orodij.

Pred začetkom modeliranja se je potrebno seznaniti z vsemi podrobnostmi, ki jih prinašajo različni programi za izdelavo BIM modelov in pri tem izbrati pravo programsko opremo, ki ustreza našim zahtevam. V splošnem so potrebni podpora in dostopna izobraževanja, da lahko proces speljemo v celoti. Pri vseh modelirnikih BIM je koncept standardnih elementov/delov stavb podoben (temelji, stene, stebri, grede, plošče, stopnice, okna, vrata, streha). Omogočajo tudi modeliranje detajlov, stikov, armature ter povezavo za račun konstrukcij. Elemente stavbe običajno konstruiramo v 2D po etažah, ki so določene s hierarhično fizično strukturo. Čeprav je BIM relativno nov, hitro prodira v gradbeništvo, zato obstaja velika izbira programske opreme. Potrebno je izbrati aplikacijo, ki bo najbolj ustrezala naši kategoriji uporabe.



Slika 12: Predstavitev najbolj uporabljene programske opreme v različnih fazah uporabe [18]

Z namenom analize projekta je bilo na začetku uporabljenih in testiranih več programov. Sam projekt je modeliran s programom ARCHICAD 21 in s pomočjo pretvornika uvožen v datoteko IFC, tako da so se z nastavitvami ohranili tisti podatki, ki so pomembni za izračun projektnih količin.

Madžarsko Podjetje Graphisoft je s programom Archicad odprlo informacijsko modeliranje BIM. Namenjeno je zahtevnim uporabnikom – predvsem arhitektom in gradbenim inženirjem. Skozi razvoj se je Archicad sedaj razvil v popoln programski paket za načrtovanje ter vizualizacijo in ostale funkcije za potrebe projektantskega podjetja:

- 2D načrtovanje z orodji za izdelavo natančnih detajliranih tehničnih risb,
- 3D modeliranje z uporabniškimi vmesniki za arhitektonske elemente in oblike,
- renderiranje in vizualizacija za izdelavo fotorealističnih slik in videov,
- namizno načrtovanje za izvažanje in tiskanje načrtov,
- informacijsko modeliranje stavb – BIM,
- Open BIM – centralna baza podatkov z dostopom na daljavo [18].

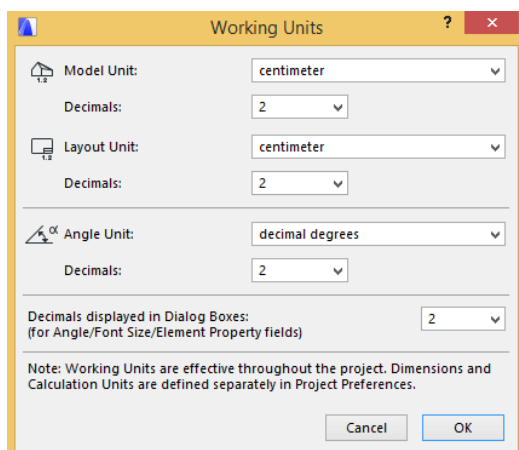
Archicad shranjuje vse podatke v formatu PLN. Omogoča tudi uvažanje in izvažanje datotek v drugih formatih (DWG, DXF in IFC).

3.4 Postopek modeliranja

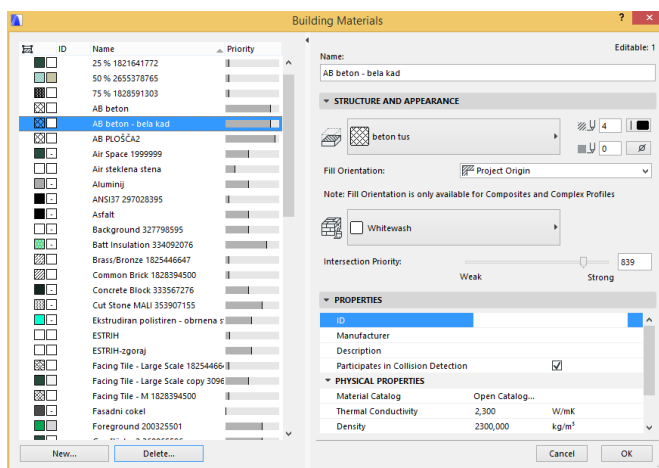
Projekt je modeliran na podlagi 2D načrtov tlorisov in prerezov v risarskem (dwg) formatu, ki sem jih pridobila od izvajalca z dovoljenjem investitorja in odgovornega projektanta.

Kreiranje projekta je bilo na osnovi podlog PZI ustvarjeno v okolju Graphisoft ARCHICAD 21. Pomembno je bilo, da je model izdelan po arhitekturnih podlagah tako, da so se dimenzije skladale z vhodnimi načrti in da so bili konstrukcijski sklopi izdelani, kot je bilo zapisano v poročilu referenčnega projekta. Na koncu smo se ukvarjali še z detajli projekta.

Archicadovo programsko okolje je uporabniku prijazno. Najprej smo definirali merske enote, ki bodo uporabljene v nadaljnjem delu. Vse enote so prikazane v centimetrih na dve decimalni mesti natančno.

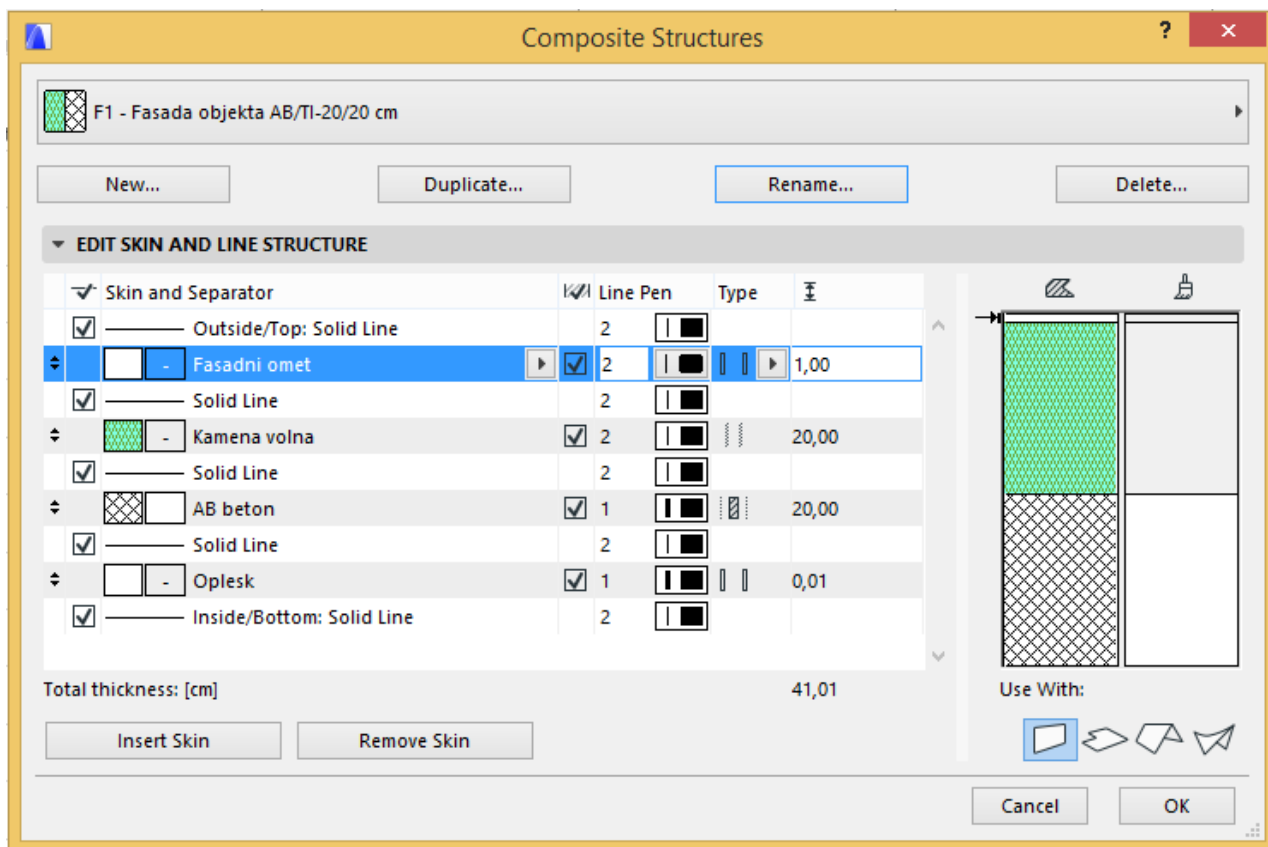


Slika 13: Merske enote v Archicad



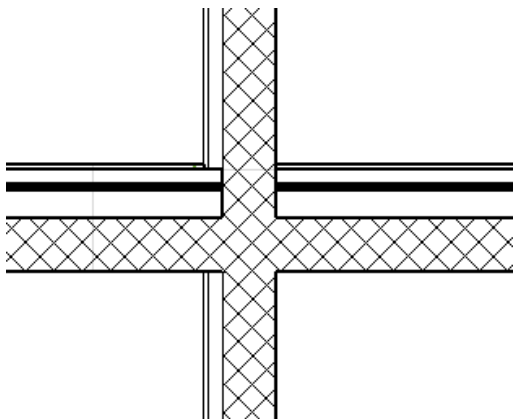
Slika 14: Klasifikacija materialov v Archicad

Z materiali, ki smo jih definirali (Slika 14), smo naprej ustvarili konstrukcijske sklope po vzorcu, kot so bili zastavljeni v tehnični dokumentaciji. Definirala sem vse sklope, tako da je bilo nadaljnje projektiranje s tem lažje. Na sliki 15 je primer definiranja sklopa fasade objekta. Kot nosilna konstrukcija (tip: Core) je definiran armiranbeton debeline 20 cm. Za material toplotne izolacije je izbrana kamena volna debeline 20 cm (tip v ArchiCAD: Other). Finalni sloj je z zunanje strani fasadni omet in z notranje strani dvakrat kitanje sten in dvakrat oplesk. Definirala sem tudi vse ostale barve, ki bodo uporabljene v prerezu in pogledu (Surface), tako da najbolje zaznamujejo ta konstrukcijski sklop. Na koncu označimo v desnem spodnjem kotu še tip konstrukcije, za katero lahko uporabimo konstrukcijski sklop. V našem primeru je to stena (wall).



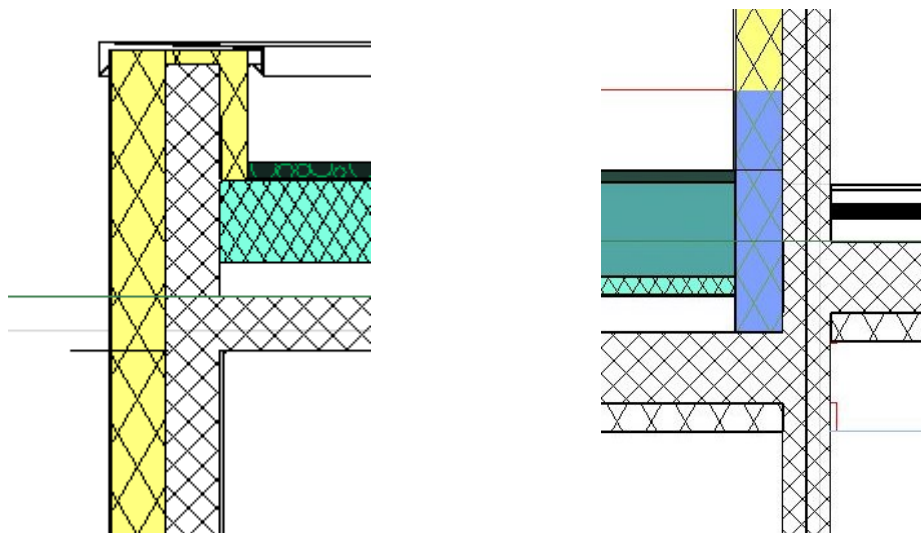
Slika 15: Primer sklopa v Archicadu – Fasada objekta F1

Konstruktivski sklopi se v Archicadu povezujejo glede na prioritete materialov (Priority Based Connections). S klasifikacijo materiala določimo prioriteto posameznega materiala na lestvici od 0 do 99, s čimer mu določimo prednost medsebojnega povezovanja pred drugim materialom. Na spodnji sliki je križanje stena-plošča, kjer ima beton najvišjo prioriteto, finalna obloga pa najmanjšo. V primeru predelnih sten, ki so običajno nameščene na estrih, je prioriteta temu primerno nastavljena.

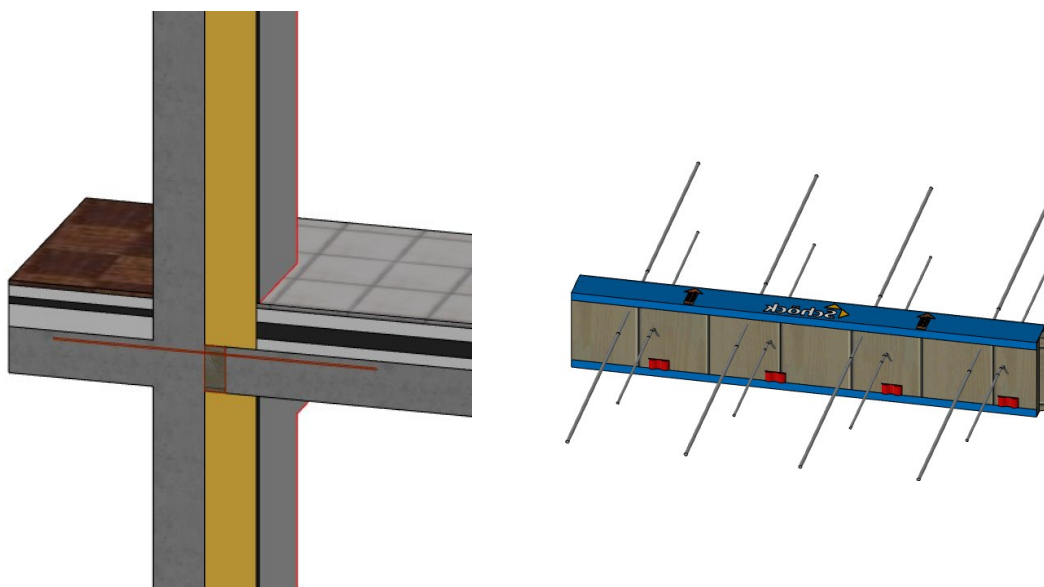


Slika 16: Prikaz detajla križanja plošče in stene (obloga stene ima nižjo prioriteto od tlaka)

Pri modeliranju so bili uporabljeni tudi detajli, ki jih ni mogoče izrisati z gradniki, ki so podani v programu. Za to je bil uporabljen »Profie Manager«, kjer se kreira del objekta, ki ga ni mogoče izrisati dovolj natančno z danimi funkcijami. Primer prereza atike je na sliki 17 (levo).



Slika 17: Prerez detajla atike strehe (levo) in detajl izvedbe fasadnega cokla in zelene strehe (desno)



Slika 18: Detajl prereza nadstropne plošče z balkonom in fasade v 3D pogledu z vstavljenim toplotno izolacijskim elementom »Schöck« (levo) in prikaz Schöck elementa 3D v Archicadu (desno)

3.5 Rezultati modeliranja

Za boljšo predstavo modela smo uporabili renderje – slike na osnovi modela. Z vizualnimi predstavitvami se da doseči zelo dobro predstavo o nameravani gradnji objekta, kar je ključnega pomena za sodelovanje in komunikacijo na projektu na sploh.

Že s programom Archicad, v katerem je model modeliran, se lahko doseže dober prikaz objekta. Če je namen prikaza posebej usmerjen v vizualizacijo, za to obstajajo posebno dovršeni programi, v katerih dosežemo še boljše oblikovanje foto realističnih slik v visoki ločljivosti.

Primer takšnega programa je Artlantis Studio. Z raznimi svetlobnimi efekti in vizualizacijo tekstur materialov lahko pogled na objekt prikažemo bolj zanimiv in realističen. To da investitorju lažjo odločitev za odločanje in primerjavo v primeru več variant in spodbudi predvsem kupca, ki se odloča za nakup še ne izvedene nepremičnine.



Slika 19: Vizualna predstavitev objekta v programu Archicad – vzhod



Slika 20: Vizualna predstavitev objekta v programu Archicad – zahod



Slika 21: Render prereza 3D in pogled v notranjost objekta

4 IZMERE NA OSNOVI MODELA BIM

Med pomembnejšimi nalogami vsakega projektanta ali gradbenega izvajalca je ugotovitev stroškov pred izvajanjem oziroma med izvajanjem del. Dejstvo je, da ravno s področja obračunavanja izvedenih del izhaja v praksi največ sporov med izvajalci, podizvajalci, naročniki in investitorji.

Za gradbeno proizvodnjo je značilna specifičnost produktov, ki se razlikuje od klasične proizvodnje v industriji. Raznovrstnost gradbenih objektov povečuje težave pri uporabi metod za organizacijo tehnologije in spremljanje stroškov ter oblikovanje cen objektov. Zato je težko najti prave tehnologije za ocenjevanje stroškov. Programska orodja s pomočjo BIM tehnologije so nam omogočila, da se približamo in s pomočjo različnih programov ta trend izničimo. Za rešitev težav si pomagamo z delitvijo gradbenega objekta na posamezne elemente do take mere, da lahko izračunamo potrebne vrste materialov, ocenimo čas za izdelavo in predvidene stroške posameznega elementa. To pomeni, da za vsak posamezen objekt prilagodimo tehnološko delitev gradbenega objekta glede na namen uporabe.

Primer tehnološke delitve del, ki smo jo tudi sami uporabili pri izračunu količin v programu:

1. postavljanje gradbiščnih provizorijev in ograje,
2. čiščenje terena in široki izkop gradbene jame,
3. izdelava temeljev,
4. izdelava konstrukcij (stene, plošče...),
5. izdelava ostrešja in kritine,
6. izdelava izolacij in gradbenih tlakov,
7. izdelava fasade,
8. zaključna gradbena in montažna dela,
9. elektro in strojne inštalacije,
10. zunanja ureditev,
11. zaključna dela.

Podlaga za tehnološko delitev del je popis del, kjer so prikazani še tisti tehnični podatki količin, ki jih projektant s tehničnim opisom, grafičnimi risbami in drugimi elaborati ne more prikazati. Od avtorja popisovalca je odvisna oblika, vsebina in kvaliteta popisa del. To je tudi vzrok za raznolikost popisov del in vir vseh pomanjkljivosti, ki se pokažejo šele ob realizaciji projekta. S projektiranjem z modeli BIM se nakazuje, da je teh pomanjkljivosti čedalje manj.

Da pregledno pokažemo vse karakteristike elementov objekta, razvrstimo popise del posameznih postavk v skupine (gradbena dela, obrtniška dela, instalacije, oprema) in v vrste del (zemeljska dela, zidarska dela, betonska dela, tesarska dela, mizarska dela...).

Za postavko kot osnovno enoto popisa del v splošnem veljajo naslednja pravila:

- opis tehnološkega postopka je kratek in nedvoumen,
- natančno določene tehnične karakteristike posameznega materiala,
- določati mora vrsto elementa ali proizvoda z navedbo dimenzij in oznak,
- omogoča cenovno razlikovanje postavk.

Za izračun dejanske količine potrebujemo ustrezne izmere, ki jih dobimo z upoštevanjem določenih pravil merjenja. Ta pravila je potrebno prav tako upoštevati pri merjenju z različnimi programi [19].

4.1 Izvlečki količin iz avtorskega okolja

Program Archicad glede na generiran model omogoča hitro pripravo interaktivnih poročil materiala, ki je vključen v modelu. Beležijo se pod možnostjo *Schedules*. Ta poročila ne prikazujejo samo količine in parametre, ampak imajo možnost urejanja. Vse spremembe, ki se ustvarijo v teh interaktivnih poročilih v programu Archicad se takoj odražajo tudi v tlorisu in drugih pogledih, ki jih aktiviramo. Velja tudi v obratnem primeru. Če imamo že generirano poročilo za določen element, komponento, površino in na modelu spreminjamo/urejamo, so te spremembe zavedene in posodobljene v seznamu, ko ga ponovno pogledamo.

Poročila so pogledi, ki se lahko shranijo v različnih oblikah datotek. Najpogostejša datoteka za shranjevanje poročil je delovni list programa Excel, saj je kasnejše urejanje tukaj najlažje. Takšno obliko smo uporabili tudi v našem modelu.

V zavihku »Schedules« imamo na voljo tri tipe izpisa poročil glede na:

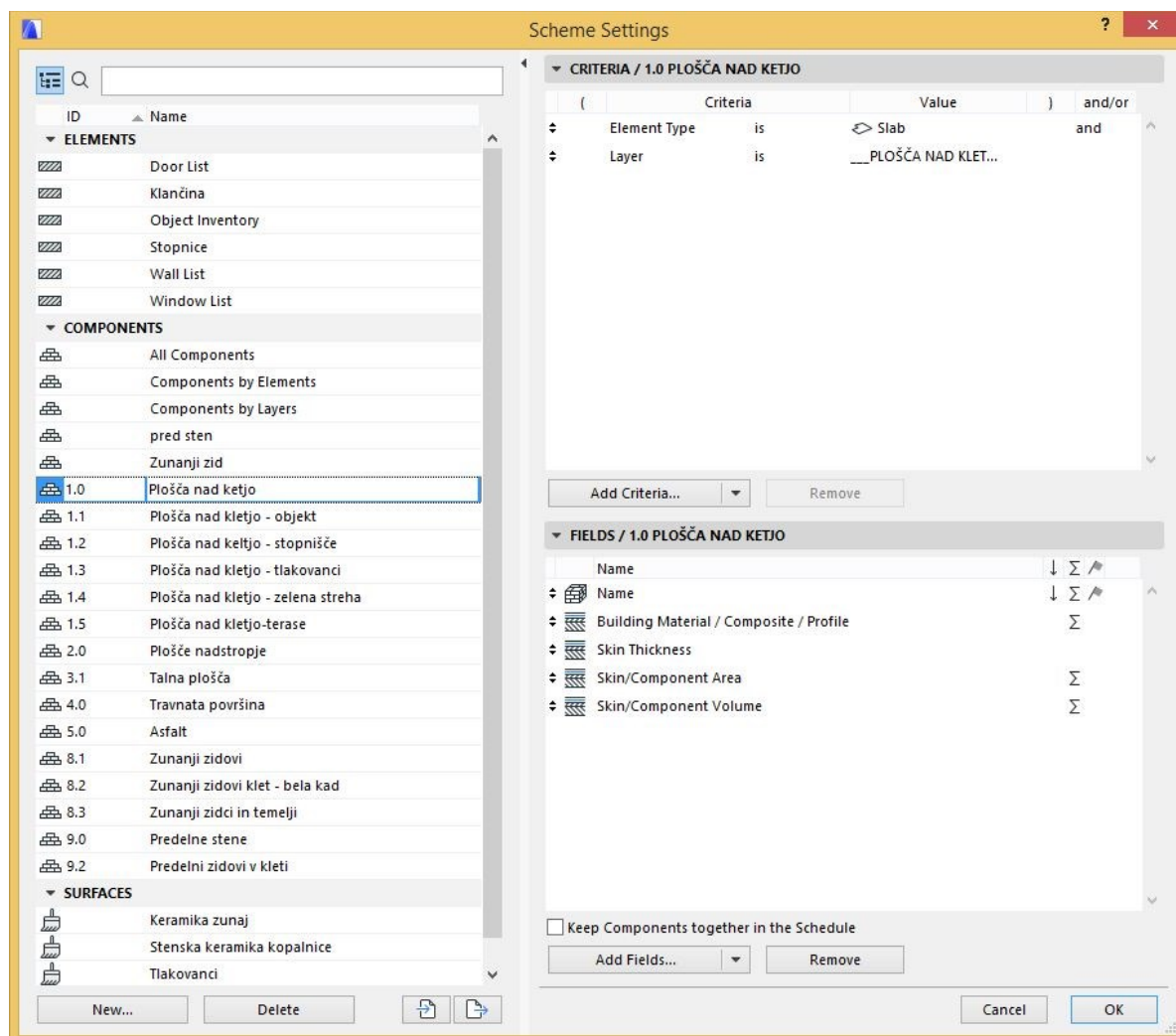
- *elemente*,
- *komponente*,
- *površine*.

Elementi predstavljajo značilnosti osnovnih konstrukcijskih elementov.

Komponente so optimizirane za navajanje podatkov o posameznih sestavnih delih kompozita (sestave konstrukcij), profila ali osnovnih elementov (stene, plošče, strehe, mreže ...).

Seznami *površin* vsebujejo elemente s svojimi izpostavljenimi površinami.

V modelu smo nastavili spiske vrat, oken ter objektnih elementov (stopnice, notranja oprema). Vse ostale materiale smo zbrali kot komponente po elementih (*Components By Elements*), kjer so materiali prikazani v sklopih, kot so modelirani v modelu.



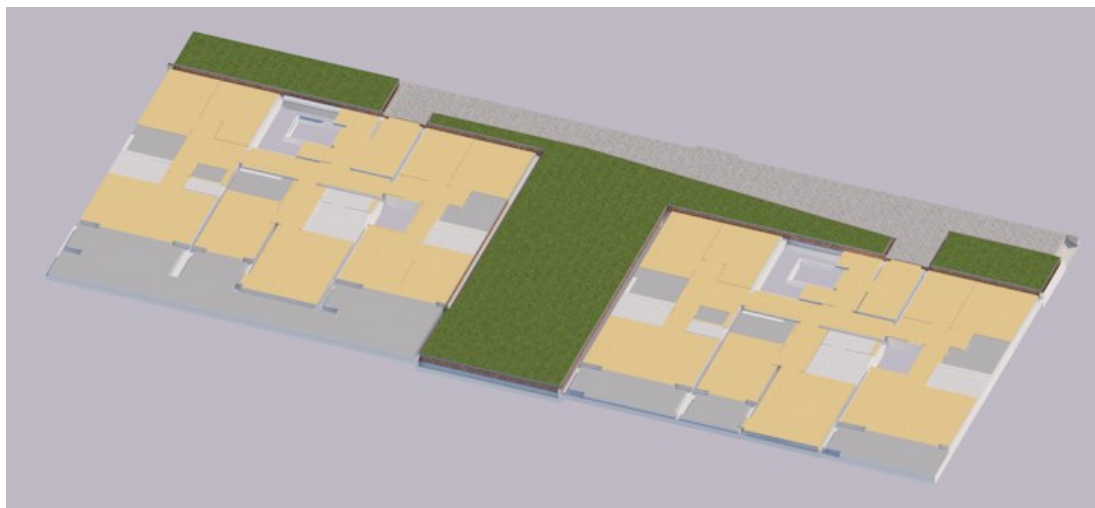
Slika 22: Nastavitev zajema podatkov količin v Archicad

Kot primer smo izpisali vse konstrukcijske sklope, ki jih vsebuje plošča objekta nad kletjo. V nastavitvi zajema podatkov količin (Slika 22) smo kot kriterij izbrali »Slab« (plošče) in kot kriterij samo plošče v layerju »Plošča nad kletjo«.

V spodnjem oknu »Field« smo izbrali polja, katera bi radi prikazali v našem poročilu. Glede na izbrane kriterije smo izdelali poročilo s podatki (Preglednica 4). Če z miško kliknemo na zeleno polje v poročilu, lahko s klikom na ikono »izbrano v tlorisu oz. 3D« natančno pregledamo elemente, ki so bili izbrani (Slika 23).

Preglednica 4: Poročilo količin v Archicadu za primer plošče nad kletjo

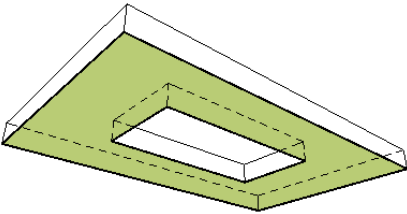
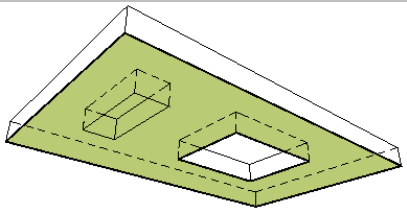
1.0 Plošča nad kletjo				
Name	Building Material / Composite / Profile	Skin Thickness	Skin/Component Area	Volume [m3]
AB beton				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,3	392,99	117,9
	E1 - hodnik, stopnišče pritičje	0,2	26,92	5,38
	T1 - zelenica nad kletjo	0,3	266,03	79,8
	E6 - lože pritičje	0,3	85,27	25,58
	T2 - potka nad kletjo	0,3	109	32,69
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,3	45,08	13,52
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,3	51,66	15,5
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,3	55,06	16,52
			1.032,01 m ²	306,89 m ³
Ekstrudiran polistiren - obrnena streha				
	T1 - zelenica nad kletjo	0,08	232,11	17,41
	T2 - potka nad kletjo	0,08	97,22	7,28
			329,33 m ²	24,69 m ³
ESTRIH				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,06	369,72	22,18
	E1 - hodnik, stopnišče pritičje	0,06	20,83	1,25
	T1 - zelenica nad kletjo	0,15	232,18	34,82
	E6 - lože pritičje	0,07	78,02	5,46
	E6 - lože pritičje	0,05	78,02	3,88
	T2 - potka nad kletjo	0,15	97,8	14,63
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,06	43,88	2,64
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,06	50,82	3,06
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,06	53,63	3,22
			1.024,90 m ²	91,14 m ³
Frakcija				
	T1 - zelenica nad kletjo	0,4	232,11	92,83
	T2 - potka nad kletjo	0,25	96,96	24,15
			329,07 m ²	116,98 m ³
HIDROIZOLACIJA - Sika				
	T1 - zelenica nad kletjo	0,01	232,11	1,15
	T2 - potka nad kletjo	0,01	97,24	0,49
			329,35 m ²	1,64 m ³
Kamena volna ROCKWOOL - strop				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,12	379,58	45,44
	T1 - zelenica nad kletjo	0,12	254,7	30,57
	E6 - lože pritičje	0,12	76,71	9,2
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,12	43,94	5,29
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,12	50,61	6,06
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,12	49,21	5,91
			854,75 m ²	102,47 m ³
Keramika - lože				
	E6 - lože pritičje	0,02	78,02	1,56
			78,02 m ²	1,56 m ³
Keramika - skupni prostori				
	E1 - hodnik, stopnišče pritičje	0,02	20,83	0,41
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,02	42,09	0,84
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,02	53,38	1,06
			116,30 m ²	2,31 m ³
Keramika - talna shrambe,kuhinja				
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,02	49,29	0,98
			49,29 m ²	0,98 m ³
Lahki beton - zasutje inštalacij				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,1	369,72	36,97
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,1	43,88	4,4
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,1	50,82	5,08
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,1	53,63	5,36
			518,05 m ²	51,81 m ³
Parket				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,02	365,22	7,3
			365,22 m ²	7,30 m ³
TI pro estrih				
	E3 - Plošča bivalni prostori	0,06	369,72	22,18
	E1 - hodnik, stopnišče pritičje	0,06	20,83	1,25
	E6 - lože pritičje	0,1	78,02	7,8
	E4 - Kopalnice stanovanj	0,05	43,88	2,2
	E5 - Kuhinje, shrambe pritičje	0,06	50,82	3,06
	E2 - Plošča skupni prostori hodnik	0,06	53,63	3,22
			616,90 m ²	39,71 m ³
Tlakovanec				
	T2 - potka nad kletjo	0,08	96,18	7,69
			96,18 m ²	7,69 m ³
Trava				
	T1 - zelenica nad kletjo	0,05	231,98	11,6
			231,98 m ²	11,60 m ³
			5.971,35 m ²	766,77 m ³

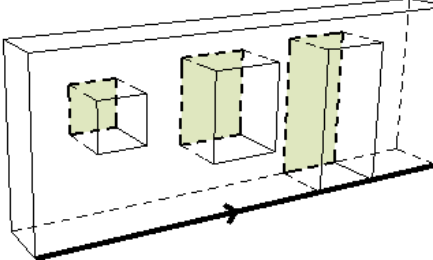
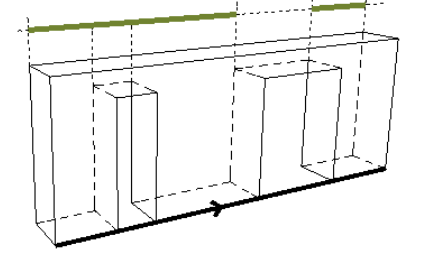
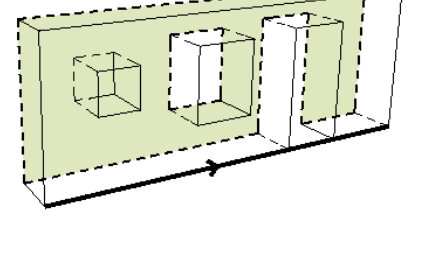
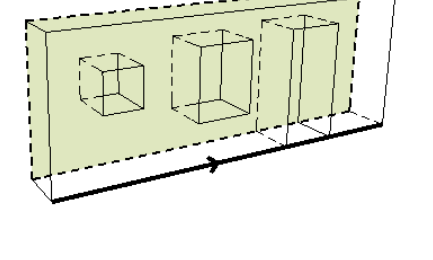
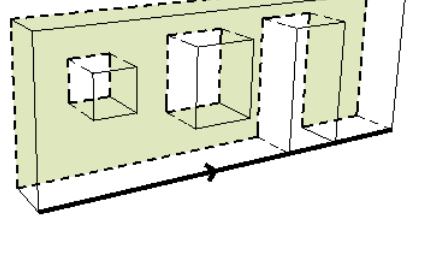


Slika 23: Pogled na elemente v 3D, ki so bili izbrani v poročilu izpisa količin(Archicad)

Pomembni pri določanju izpisa količin so izrazi, katere dele elementa program vzame kot merodajnega za izračun količin. Za najbolj uporabljene elemente (stena, plošča) in dele elementov, ki so pomembni pri izpisu količin, smo zajeli v tabeli. Vsa pravila, ki so bila upoštevana, smo vključili na podlagi pravil iz gradbenih kalkulacij.

Preglednica 5: Opis zajetih količin v programu Archicad (povzeto po [20]).

PARAMETER	OPIS	PRIKAZ NA PRIMERU
»Bottom/Top Surface Area« Površina spodnje/zgornje ploskve	Površina spodnje/zgornje ploskve plošče	
»Conditional Surface Area of the Bottom/Top« Pogojna površina zgoraj/spodaj	Površina dna/vrha plošče, ki je lahko pogojeno z določenim pravilom za izračun. Odšteje se samo luknje, če presegajo določeno velikost, kot je določeno v projektih nastavitvah »Enote za izračun in pravila«.	

»Analytic Surface Area of Openings on the Inside Face« Analitična površina odprtin na notranji/zunanji strani	Površina odprtin v zidu (okna, vrata, prazne odprtine) na notranji/zunanji strani. Kalkulacija površine je določena na podlagi izreza odprtine v zidu.	
»Conditional Length of the Wall on Inside Face« Dolžina zidu na notranji/zunanji strani	Dolžina zidu na notranji/zunanji strani je lahko pogojena s pravilom. Pravila se določijo v projektnih nastavitvah.	
»Conditional Surface Area on the Inside Face« Površina na notranji/zunanji strani, določena pogojno	Površina zidu na notranji/zunanji strani. Površina je lahko pogojena s kakšnim pravilom. Pravila se določijo v projektnih nastavitvah.	
»Gross Surface Area of the wall on the Inside Face« Celotna površina zidu na notranji/zunanji strani	Celotna površina zidu na notranji/zunanji strani, vključno z vsemi odprtinami.	
»Net Surface Area on the Inside Face« Neto površina zidu na notranji/zunanji strani	Površina zidu na notranji/zunanji strani, ki je zmanjšana za odprtine (trims and solid element operations).	

4.2 Izvlečki količin s programom CostX

CostX je program za elektronske izmere, ki ga je mogoče integrirati z BIM tako, da se lahko iz modela samodejno razbere in razvrsti količine. Programsko opremo razvija Exactal.com. Podjetje nudi sedem specializiranih izdelkov CostX (na primer CostX 2D in CostX Takeoff 2D; lahko delujejo samo z 2D digitalnimi risbami). CostX in CostX Takeoff omogočata delo z modeli BIM in 3D. CostX je napredna programska oprema za BIM z zmogljivimi funkcijami za izmere na osnovi modela. Glede na vse prednosti in slabosti, ki jih ponujajo programi za izračun količin in stroškov, se mi je zdel najbolj primeren program CostX. Za študentske potrebe je na voljo brezplačna verzija, zato smo se po pregledu funkcionalnosti lahko odločili za program. V magistrski nalogi je bil uporabljena različica programa CostX 6.7, ki je trenutno najnovejša [21].

Računalniški program CostX je programska platforma, usmerjena v pomoč gradbenim podjetjem pri boljšem ocenjevanju njihovih stroškov posameznega projekta v času kalkulacije projekta in financ. Oprema omogoča hitro in natančno merjenje iz skeniranih, PDF in CAD risb, kakor tudi generiranje avtomatskih količin iz 3D/BIM modelov. Dobljeni podatki se s pomočjo hierarhično povezanih delovnih zvezkov prenesejo in glede na spremembe modela sprotno osvežujejo. Končni produkt je hitro in dobro ocenjen projekt.

V programu CostX so dimenzije in njegove povezane vrednosti vzete iz risb ter združene v skupine izmer (angl. Dimension Groups). Skupine izmer tvorijo individualne vrednosti dimenzij in so zbrane v skupini izmerjenih map (angl. Dimension Group Folders). Izmerjene vrednosti so lahko uvožene direktno iz vrednosti, ki jih vsebuje datoteka modela v lastnostih ali so izmerjene iz 3D pogleda. Nekatere metode zahtevajo, da se skupine izmer ustvarijo predhodno za uvoz merjenih vrednosti, medtem ko nekatere te skupine izmer ustvarijo samodejno in dimenzije uvozijo. Možnosti so naslednje:

Objektni način (angl. Object Mode) – s to metodo so povezane vrednosti, uvožene iz lastnosti modela in gradnikov. Skupina izmer mora biti ustvarjena predhodno in nato uporabnik samo izbira, katere podatke hoče dodati.

Uvoz dimenzij z uporabo BIM podloge – skupine izmer in mape se tukaj ustvarijo samodejno. Dimenzije in povezane vrednosti so uvožene iz lastnosti gradnikov modela, ki temeljijo na vrsti pravil, ki jih vsebuje uvožena BIM podloga.

2D in 3D merjeni način (angl. 3D Measure Mode) – s to metodo so dimenzije merjene na zaslonu v trenutno izbrani skupini izmer. Izbiramo lahko tipe merjenja, npr. štetje, merjenje dolžine, merjenje površine [21].

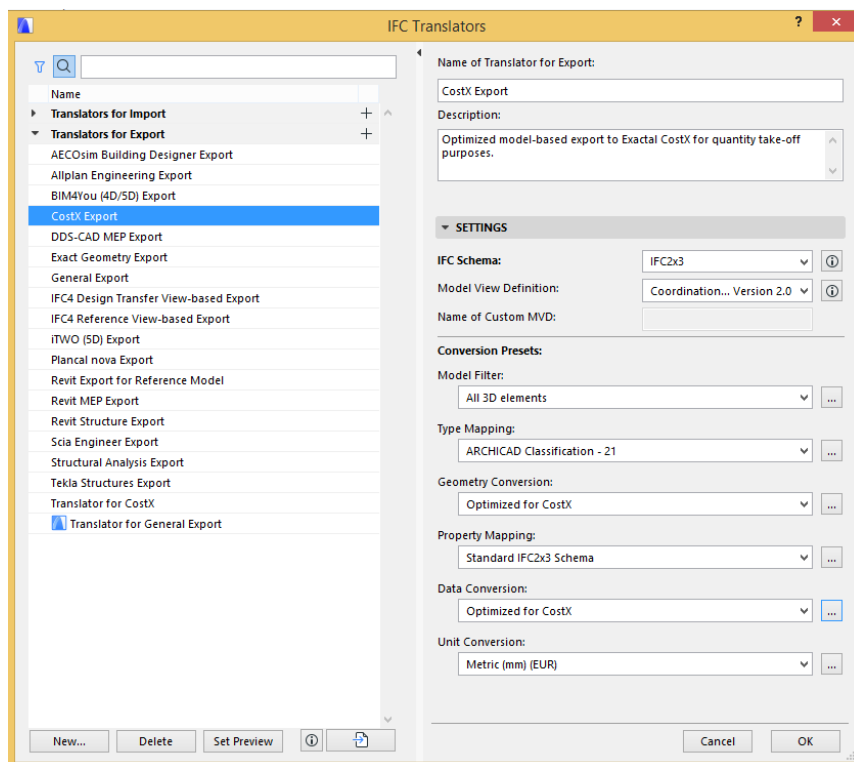
Najprej je v programu potrebno kreirati nov projekt (angl. Project File), ki ga bomo uporabljali. To je glavni projekt, v katerem je kasneje lahko shranjenih več različnih objektov (angl. Building File). Uporabniški vmesnik CostX je organiziran preko šestih osnovnih zavihkov, katerim pripadajo različne funkcije: domov, risbe, izmere, revizije in delovni zvezki.

Skozi celoten čas dela in izračuna količin v programu sta na voljo dva pogleda:

- »Dimension View« - pogled izmer, v katerem merimo in izvažamo količine s pomočjo določenih funkcij;
- »Costing View« - stroškovni pogled, v katerem lahko sproti izdelujemo popise, ki so neposredno vezani na izmerjene količine.

4.3 Izvoz modela IFC

Model, izdelan v programu Archicad, je shranjen v izvorni datoteki .pln. Ker želimo projekt uvoziti v druge programe, je potrebno ustrezno določiti lastnosti za pretvorbo v format IFC. V programu Archicad izberemo možnost File-> Interoperability -> IFC Translation. Program ima že vnaprej pripravljenih nekaj profilov za izmenjavo podatkov v formatu IFC, in sicer za programe ARCOsim Building, Allplan Engineering, BIM4You. CostX, DDS-CAD MEP, Revit, Tecla Structures, Scia Engineer in Revit MEP (Slika 24).



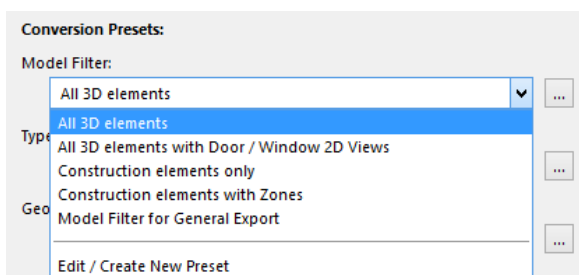
Slika 24: Nastavitve možnosti izvoza v IFC Translator

Z izvozom se model pretvori preko nastavitev, ki so na voljo:

1. prikaz modela,
2. tip prikaza,
3. pretvorba geometrije,
4. nastavitve sheme,
5. pretvorba podatkov za izvoz,
6. nastavitve enot.

Pri prvem filtru so možnosti za prikaz modela kot:

- celoten 3D model,
- celoten 3D model z vrati/okni v 2D pogledu,
- samo strukturni elementi,
- strukturni elementi s conami,
- nastavitve po meri.



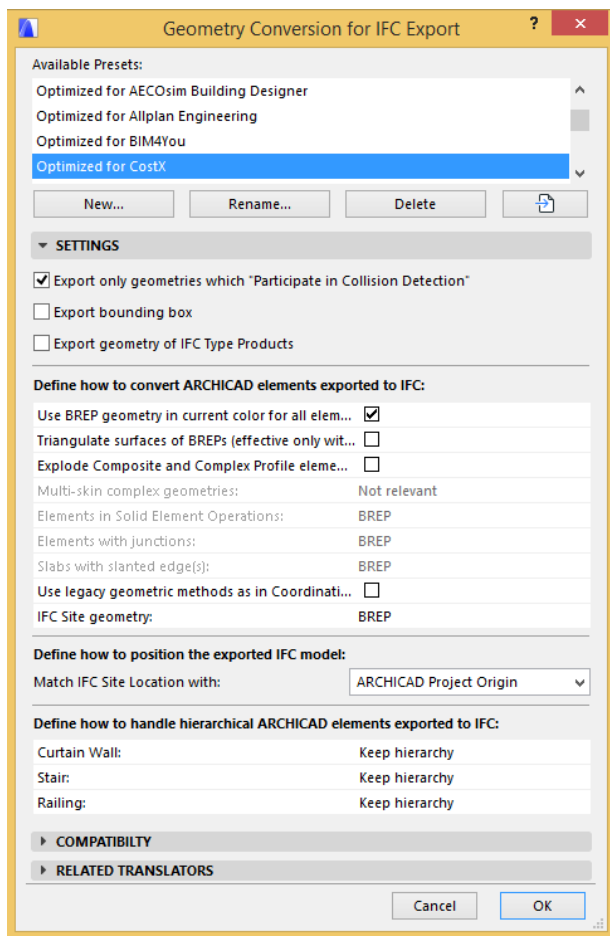
Slika 25: Možnosti prikaza modela v formatu IFC

Drugi filter – tip prikaza nam omogoči dostop za vsak izvožen element iz programa Archicad.

Obstajata dve metodi:

- po vrsti elementa,
- po klasifikaciji.

Pri pretvorbi geometrije je izbrana BREP geometrija, kar pomeni, da je geometrija natančna vendar neparametrična. Elementi bodo v barvi, ki je v trenutnem pogledu Archicad.



Slika 26: Pogovorno okno za nastavitve geometrije pri izvozu v IFC

V pogovornem oknu za pretvorbo podatkov za izvoz določimo, katere podatke bomo poleg geometrije elementa izvoziti v IFC in se bodo prikazovali s posameznimi gradniki v drugem programu (podatki, koristni pri izmenjavi podatkov za upravljanje objektov, energetske izkaznice ali kot npr. v našem primeru programe za ocenjevanje stroškov).

Zadnji filter – nastavitve enot izberemo na podlagi narave projekta. V našem primeru so to milimetri.

Po pregledu modela v programu CostX smo privzete nastavitve za izvoz v Archicad še nekoliko spremenili in prilagodili našim potrebam v programu, tako da so ostali zapisani podatki res tisti, ki smo jih potrebovali.

IFC format ima značilen prikaz oznak posameznih atributov. Spodnja preglednica prikazuje, kako se Archicad-ovi »atributi«, ki smo jih uporabljali pri modeliranju projekta, pretvorijo ob izvozu v IFC datoteko.

Preglednica 6: Povezava Archicad atributov in IFC oznak (povzeto po [22])

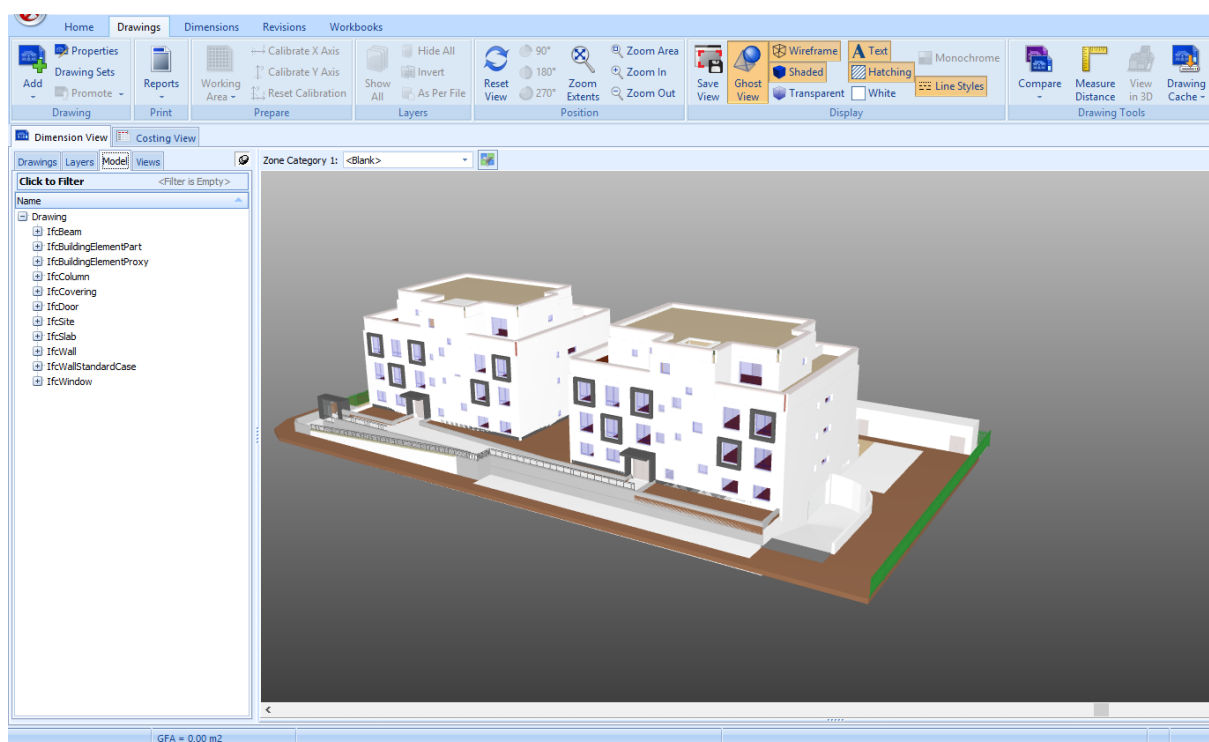
OPIS atributa	ARCHICAD atributi	IFC enota (oznaka)
Plasti	Layer	IfcPresentationLayerAssignment
Gradbeni material	Building Material	IfcMaterial
Površina	Surface	IfcSurfaceStyleRendering
Kompozit – sestava konstrukcijskega sklopa	Composite	IfcMaterialLayerSet (extruded geometry) or IfcMaterialList (BREP geometry)
Profil	Profile	IfcProfileDef

Preglednica 7: Primerjalna povezava formata IFC in programa CostX (povzeto po [21])

Izzivi pri uporabi IFC	Uporaba CostX
Upravljanje elementov	- CostX ustvari hierarhično razporejeno drevo - Uporaba filtrov po meri - Merjenje v »Object Mode«
Veliko nepotrebnih stolpcev in podatkov z informacijami	- Filtriranje stolpcev z uporabo zvezdice - Filtriranje stolpcev z uporabo skrij vse - Filtriranje stolpcev z obrnjenim izborom (»Invert Selection«)
Kakšen je obseg razpoložljivih količin?	- Merjenje razdalj in preverjanje izmerjenih količin s skupino izmer (»Dimension Group«) - 3D merjenje količin
Povezani opisi	»Left & XNumeber function«
Izguba podatkov	Izvoz podatkov za dopolnitev modela

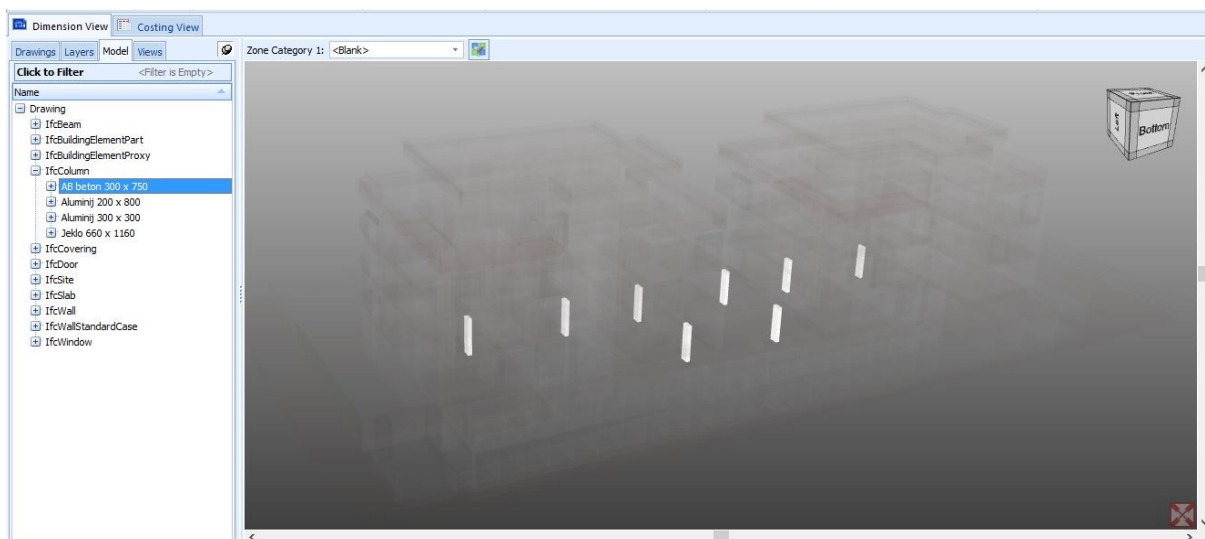
4.4 Uvoz modela IFC

Za uvoz našega modela je potrebno v zavihku risbe izbrati gumb dodaj in prenesti 3D model v datoteki formata .ifc., ki smo jo pred tem shranili v programu Archicad 21. Z izbiro zavihka »model« se nam pokaže značilna hierarhična skupina pri uvozu iz datoteke IFC. S kliki na posamezne skupine se nam prikazujejo sklopi elementov posamezno (okna, vrata, zidovi, plošče...), s čimer nam omogočijo boljšo preglednost.



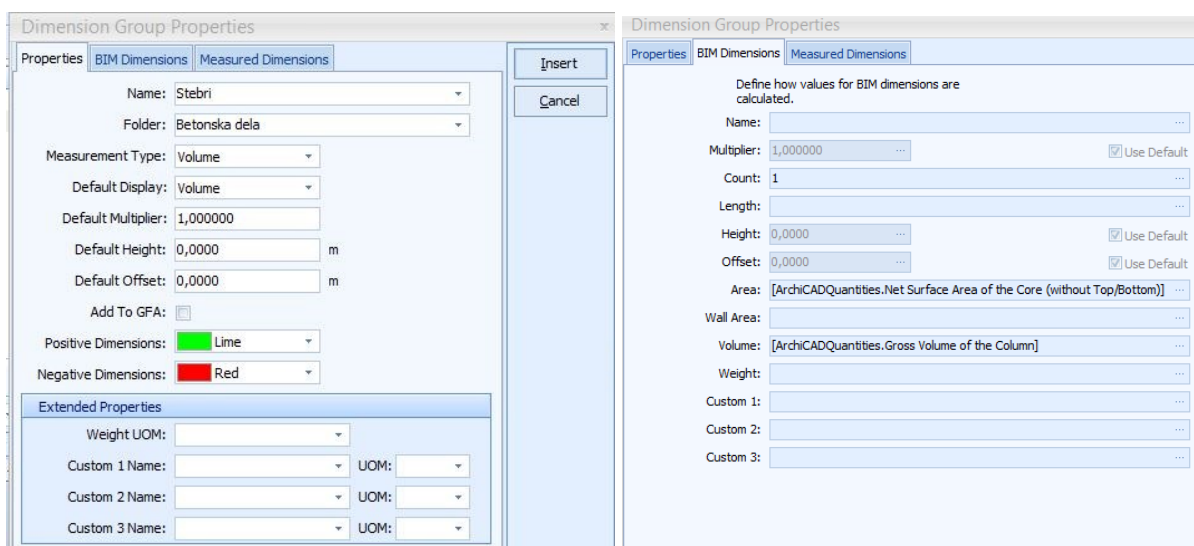
Slika 27: Osnovni pogled uporabniškega vmesnika CostX

Skupine izmer (angl. Dimensions Groups) so sestavljene iz več smiselno povezanih skupin (npr. okna, vrata, stebri, zidovi...). Nato vsaki skupini določamo izmere pod nivo, kateremu bodo pripadale.

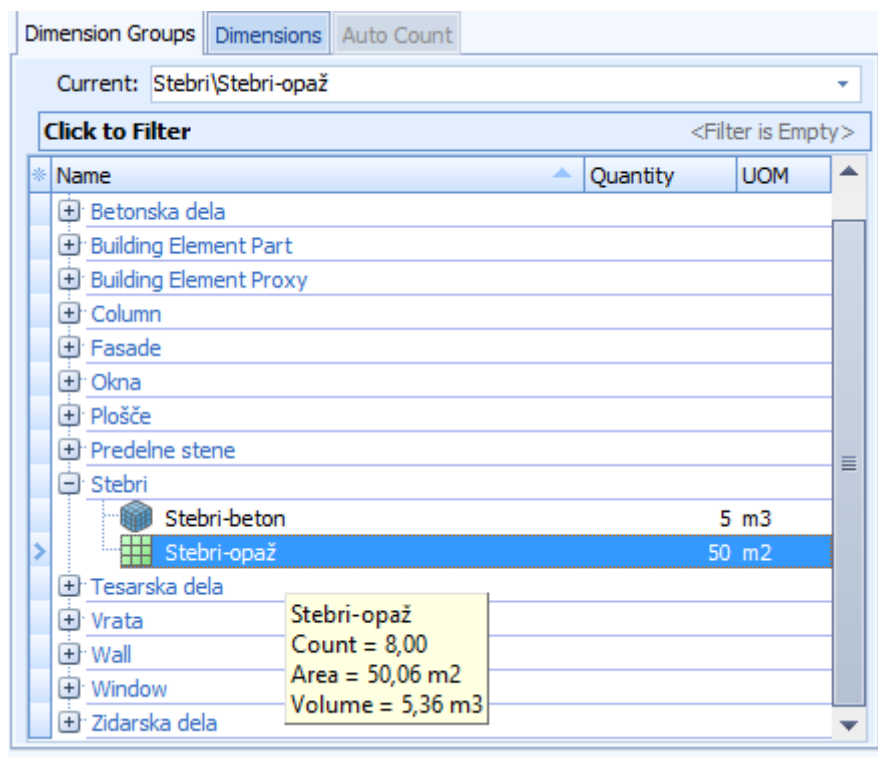


Slika 28: V pogledu modela izbrana in prikazana skupina stebrov

Vključevanje podatkov poteka preko okna, kjer skupinam izmer določamo lastnosti (Slika 29). Izbrani podatki se črpajo iz 3D modela, ki je bil v začetni fazi določen v programu Archicad.



Slika 29: Definiranje posamezne merjene skupine in določanje BIM dimenzij



Slika 30: Pogled na v skupine razporejene izmerjene količine

Rezultate smo sproti vnašali v aktiven delovni zvezek v drugem zavihku – stroškovni pogled (angl. Costing View). V prejšnjem pogledu (Slika 30) opravljene in izpisane skupine izmer služijo kot predpriprava za prenos v stroškovni pogled in od tam tudi črpamo vse ključne podatke. Vsi podatki se ob kakršnihkoli spremembah na projektu kasneje samodejno osvežujejo in spreminjajo. Rezultate smo na koncu izvozili v PDF obliko, ki ga omogoča program CostX. Študentska verzija našega programa namreč izvoza v program Excel ne omogoča.

4.5 Analiza rezultatov

Spremljava dobljenih rezultatov v programu ARCHICAD in COSTX je potekala na podlagi projektantskega popisa del, ki je bil sestavni del našega referenčnega projekta pred izvedbo projekta in po dejanskih količinah na klasičen način.

Za vsako postavko smo v tabelo zapisali dobljene projektne količine s pomočjo modela BIM in jih primerjali z projektantskim popisom del.

Primer za postavke betonskih in tesarskih del za stebre:

	STEBRI		Predračunska količina	količina ARCHICAD	količina COSTX	ODSTOPANJE ARCHICAD	MAX ODSTOPANJE	ODSTOPANJE V %
1.03.003	Strojno vgrajevanje betona C 30/37, XC4+XD3+XA1, Dmax 32, PV-II v armirano betonske konstrukcije stebrov, preseka 0,25 m3/m2/m1. V ceni zajeti izdelavo, dobavo, vgraditev in vibriranje betona s predhodnim vlaženjem ali premazom opaža, potrebni horizontalni transportom na gradbišču do 50 m in vertikalnim transportom do 30m.	m3	5,36	5,36	5,36	0,00	0,00	0,00%
1.05.010	Opaž ravnih pravokotnih armirano betonskih stebrov, armirano betonskih nosilcev in armirano betonskih okvirjev obsega do 3,00 m z deskami za vidne betonske površine, potrebnim veznim in pritrdilnim materialom, podpiranjem z podporniki, potrebno povezavo in stabilizacijo opaža. V ceni zajeti potreben opažni, vezni in pritrdilni material za izdelavo stabilnega opaža, premaz z opažnim oljem, odstranitev opaža s čiščenjem in sortiranjem opažnega materiala po razopaženju in zlaganje materiala na gradbiščni deponiji. V ceni zajeti tudi stroške uporabe opažnega in podpomega materiala za čas ko je bil vgrajen. Obračun se izvede za m2 razvite površine opaža.	m2	50,06	50,08	50,08	-0,02	-0,02	-0,04%

Primerjava dobljenih rezultatov nam pokaže, da so odstopanja od predračunskih količin praviloma v segmentih, ki so bolj geometrijsko zahtevna. Hkrati so te pozicije tudi cenovno višje, kar oboje pomembno prispeva k uporabnosti BIM metode dela. Na enostavnih geometrijskih elementih praktično ni odstopanja.

5 ANALIZA KOLIČIN NA OSNOVI MODELA BIM

BIM metoda ima vrsto pozitivnih učinkov na potek gradnje, kot je delno opisano v poglavju 2. Na konkretnem objektu, katerega gradnjo sem spremljala oziroma bila del vodstvene izvajalske ekipe na terenu in imela stalno možnost vpogleda v izvajanje posameznih del, bom po svoji presoji evidentirala tiste vidike modela BIM, ki bi lahko dali največji prispevek k pozitivnim ekonomskim učinkom izvedbe. V tem poglavju bom skratka zapisala svoje ugotovitve in predloge po prioriteti, kjer bi po mojih spoznanjih lahko bili učinki uvedbe BIM-a na projektu največji. Pri tem so prioritete postavljene v smislu ekonomskih kazalnikov oz. v smislu zmanjševanja stroškov.

Pri izdelavi naloge smo s preizkušanjem raznih programskih orodij prišli do več pozitivnih ugotovitev. Izpostaviti gre hitro pripravo količin za projekt. Elementi, ki jih vsebuje model imajo vse potrebne informacije, ki jih potrebujemo za popis. Tako elemente samo označujemo in dodajamo v določene skupine projektantskega popisa. V primeru spremembe načrta se podatki ažurirajo in samodejno osvežijo, tako da ob spremembah kasnejših izračunov količin ni potrebno izvajati.

Prav tako je projektantu, ki izdeluje popise del z izdelanim 3D modelom omogočena lažja vizualna predstava obravnavanega projekta v primerjavi z 2D načrti. Tako je pot do končnih rezultatov hitrejša in verjetnost da izpustimo kakšen ne ovrednoten element zelo majhna. S tem zmanjšamo odstotek nepredvidenih del, ki se tekom projekta lahko pojavijo. To pomeni boljšo napoved predvidenih stroškov in večje zadovoljstvo investitorjev.

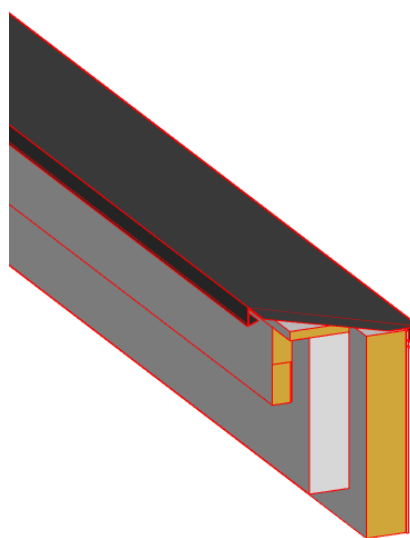
BIM model je praktično digitalni dvojček objekta, ki se stalno posodablja in je opremljen z vsemi podatki ter specifikacijami o sami zgradbi, ki so hkrati zbrani na enem mestu in so hitro dostopni vsem udeležencem gradnje oz. eksploatacije objekta. Na njem tudi lahko pregledno in učinkovito sledimo vsem spremembam. Slednje je zelo dobrodošlo, vendar v mojem primeru ta vidik zaradi obsežnosti ni posebej vrednostno ovrednoten.

5.1 Betonska dela

Opise postavk betonskih del razvrščamo po:

- vrsti betonskega elementa v objektu (konstrukcijski del objekta, kraj vgradnje betonske mešanice in posebnih konstrukcijskih zahtevah npr. vodoneprepustnost, prednapeti elementi, zmrzljinska odpornost...),
- materialu betonske mešanice,
- pogojih in okoliščinah vgrajene betonske mešanice.

Izračun količin betonskih del se izvaja po prostornini betonske mase v elementu s pomočjo obrazcev za izračun prostornine geometrijskih teles na osnovi dimenzij elementa. Prostornino v elementu, ki ni zapolnjena z betonsko maso, načeloma odštejemo od celotne prostornine elementa. Tako v celoti odštejemo prostornino od cevi napeljav zunanjšega premera, večjega od 5 cm, letev, utorov, izolacijskih vložkov in drugih elementov prostornine nad 0,005 m³/m¹ in odprtine sidrnih elementov, vložkov, prehodov in podobno v velikosti 0,01 m³/kom [19].



Slika 31: Izvajanje betonskih del na objektu - levo; model kombinacije toplotne izolacije in AB konstrukcije atike - desno

5.2 Tesarska dela

Opise postavk tesarskih oziroma opažerskih del razvrščamo po:

- vrsti površin, ki jih opažimo,
- vrsti materiala, ki ga uporabimo za izdelavo opaža (opaži ravnih in ločnih površin temeljev, zidov, sten; opaži ravnih in ločnih površin plošč in stropov; opaži površin stebrov, preklad, nosilcev, okvirjev, stopnišč...),
- pogojih dela na mestu izdelave in montaže opaža,
- tehnološkem postopku (sistemski opaž, drsni opaž).

Delo z opaži se računa po količini površine stične ploskve opaža z betonom in se ga izračuna s pomočjo obrazcev za izračun površine geometrijskih likov oziroma teles. Enota mere je

kvadratni meter. Opažne površine, ki ne pridejo v stik z betonom, se v izračunu količine opaža ne upošteva oziroma jih od skupne površine opaža odštejemo.

Od skupnih površin opaža pa ne odštevamo tistih površin, ki niso v stiku z betonom in so velikosti do 1,00 m². Večje površine odprtih, ki niso v stiku z betonom, odštevamo v celoti. Opaž odprtine se upošteva v ločeni postavki [19].

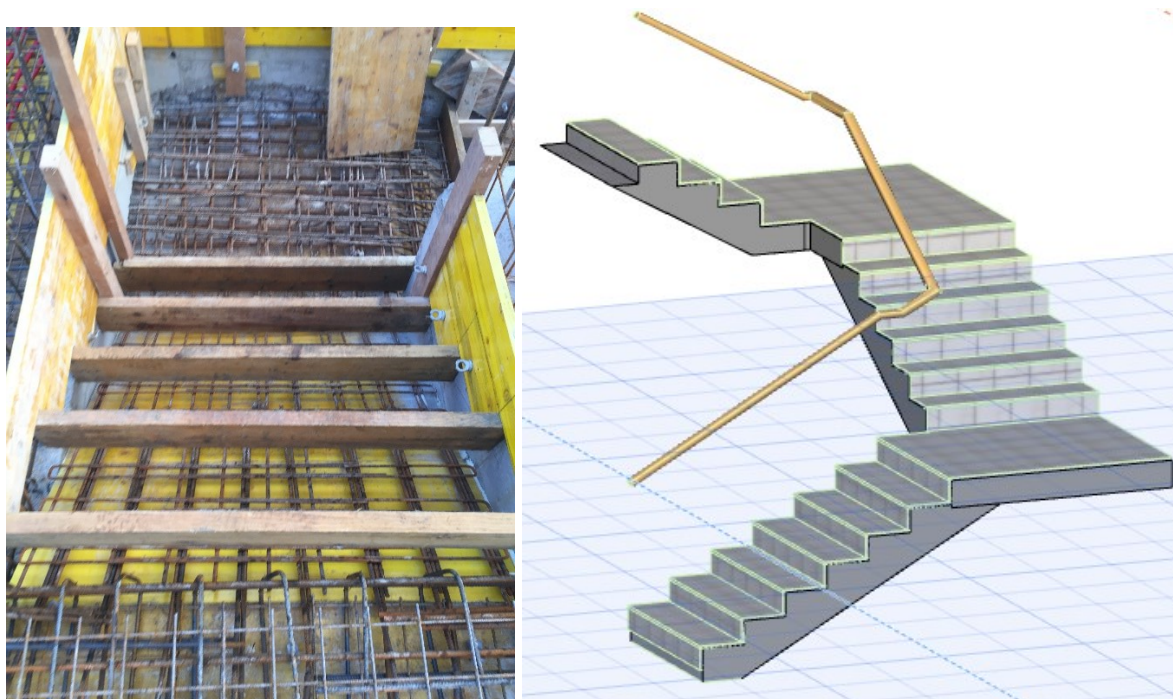
V nadaljevanju je zajet primer opaževanja iz prakse na referenčnem modelu in izračun količine na izdelanem modelu.



Slika 32: Opaž sten in odprtih na referenčnem projektu



Slika 33: Opaž in raz-opaž plošče na referenčnem projektu



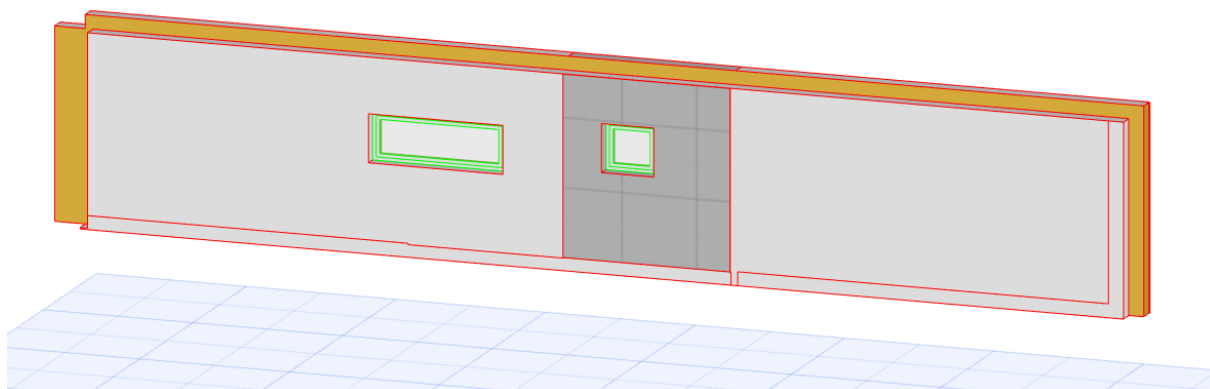
Slika 34: predpriprava za AB konstrukcijo stopnic - opaž stopniščnih zrcal - levo; 3D model stopnišča v programu Archicad

5.3 Fasaderska in slikopleskarska dela

Za slikanje in pleskanje fasadnih površin se štejejo premazi v skupni debelini do 2 mm. Premazi skupne debeline nad 2 mm pa spadajo med tankoslojne omete in za izračun količin teh veljajo pravila za fasaderska dela.

Neobdelane površine velikosti do 3,00 m², merjeno v svetlih merah v obračunski površini z obdelanim robom ali špaletu, širine do 15 cm (odprtine, niše, izbokline), se ne odštevajo od obračunske površine. Površine špalete (niše) razvite širine nad 15 cm se prišteje k površini v celoti [19].

Na Slika 35 je prikazan del 3D modela našega objekta – zunanji zid s fasado. Na njem je jasno prikazano, kako program obravnava in izračuna določene količine. Na vidni – notranji strani je levo in desno (bela barva) slikopleskarsko obdelan zid. Na sredini je stenska keramika kopalnice. Z rumeno je vidna toplotna izolacija zunanje stene. Ti vhodni podatki so namenjeni programu za izračun zelenih količin.



Slika 35: 3D model zidu v Archicad-u (pogled znotraj)



Slika 36: Fasaderska dela na referenčnem objektu

5.4 Ugotovitve modelne analize količin

Vrednosti, pridobljene z računalniškimi orodji, je potrebno s strani inženirja ovrednotiti in se prepričati o njihovi smiselnosti. Pri tem ne bomo izpostavljali povprečnega odstopanja od dejanskih količin, ampak bomo analizirali posamezne postavke, ki so po naši presoji cenovne/stroškovne vrednosti največje.

Izvedena tesarska dela bistveno odstopajo od projektantske ocene. Pri tem je potrebno dodati, da je določitev količin tesarskih del oz. opažanja, posebej kadar gre za kompleksne geometrijske elemente, eno težje določljivih količin samo na podlagi 2D načrtov. Posledično zato nastajajo pri teh delih večja odstopanja, ko govorimo o projektantskih popisih, količinah, dobljenih s programskimi orodji in dejanskimi količinami. Da bi dobili z numeričnim modelom natančne podatke, je potrebno opaž modelirati kot steno, kar pa je je zamudno. Tudi projektanti običajno napravijo kompromis med vložkom časa in potencialno napako (vrednostjo), ki iz projektantskega popisa lahko izvira, sicer bi bil postopek preveč zamuden.

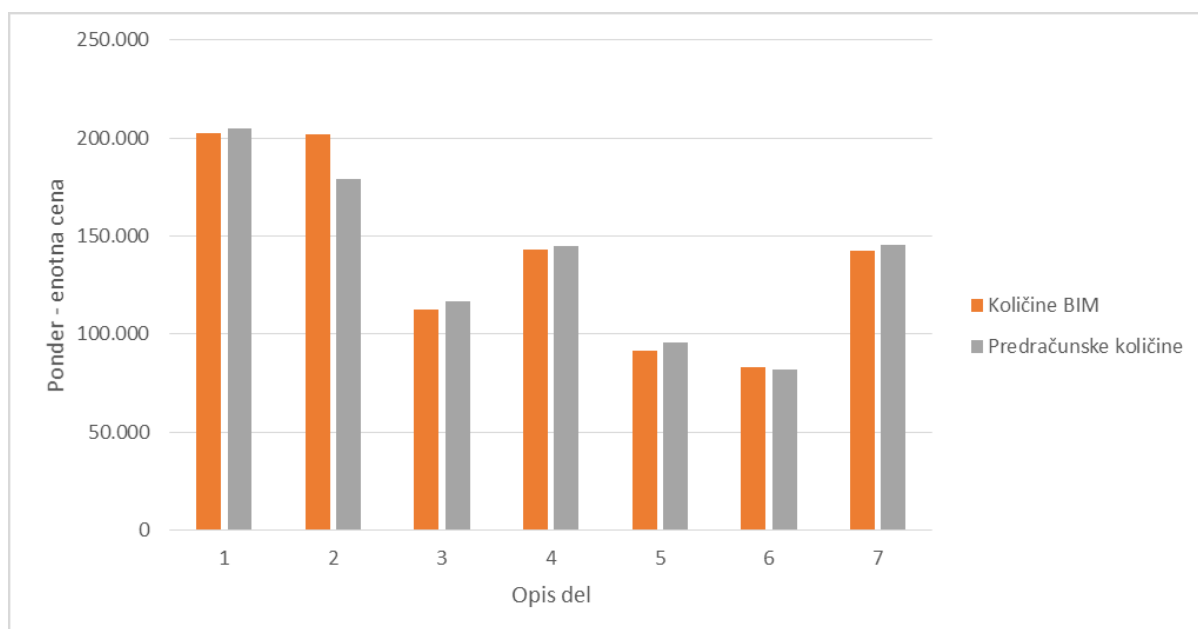
V preglednici 8 je prikazan povzetek dobljenih skupnih količin na zgrajenem objektu po vrsti nastanka. Kot ponder je bila izbrana v svojem bistvu enako korigirana enotna cena, tako da so medsebojne relacije ostale v razmerju ekonomskih prispevkov k gradnji. Torej smo preverili dejanski ekonomski prispevek posameznih del. Iz preglednice lahko razberemo dejanski odmik od dejansko vgrajenih količin, v primerjavi z BIM. Posledično ob tej primerjavi presojava smiselno oz. upravičenost natančnejšega določanja količin že v fazi predračunskih oz. pogodbenih popisov.

Kot količina, dobljena z orodji BIM, je bila izbrana vrednost, ki je podana v prilogi primerjalnih popisov, kjer smo vpisali dobljene količine s programom Archicad oziroma CostX. Pod zaporedno številko 8 so zapisana ostala dela (mizarska, montažne konstrukcije, prometna in zunanja ureditev), kjer razlik v količinah ni zaznati, zato smo se odločili, da v nadaljnji obravnavi z njimi ne operiramo.

Preglednica 8: Primerjava količin po vrsti posameznih del, ponderirano z vrednostjo

	Opis del	Enota	Ponder (enotna cena) – povprečna cena I	Količina, dobljena z BIM * ponder II	Predračunska količina * ponder III	Razlika III – II v %
1.	Betonska dela	m3	90	202.540	205.200	1,5 %
2.	Tesarska dela - plošče - zidovi	m2	15	65.220	58.540	11,4 %
			12	136.940	120.300	13,8 %
3.	Zidarska dela	m2	54	112.800	116.460	3,1 %
4.	Fasaderska dela	m2	55	143.200	145.000	1,4 %

5.	Pregradne mavčno kartonske stene	m2	35	91.320	95.420	4,2 %
6.	Krovska dela	m2	40	83.210	82.100	1,3 %
7.	Podopolagalska dela	m2		142.320	145.220	2,0 %
8.	Ostala dela (ni bistvenih razlik)	kpl	1	1	1	0 %
	SKUPAJ			977.550	968.240	1 %



Grafikon 1: Primerjava rezultatov količin, dobljenih z BIM in predračunskih količin – povzeto po preglednici 8

V nadaljevanju bom podala svojo oceno, ki bo temeljila na korelaciji med vloženim (inženirskim) časom in dobljeno natančnostjo količin. Ob tem bomo skušali oceniti tolerančno območje upravičenosti. Torej toleranco količinske napake, kjer nekako nastopi točka preloma med porabljenim inženirskim časom in dobljenim/pričakovanim neposrednim prihrankom. Posredne prihranke, ki pa so prav tako dodatni potencial za izboljšave, bomo v tej fazi opisali, a jih v tej nalogi ne bomo vrednostno iz vrednotili.

Znižanje stroškov gradnje je namreč eden od osnovnih postulatov BIM postopkov. Torej bomo ovrednotili prispevek znižanja stroškov gradnje iz naslova natančnejših geometrijskih modelov – popisov količin objekta.

Preglednica 9: Porabljen inženirski čas za modeliranje in prispevek k manjši toleranci od dejanskih količin

	Opis del	Delež vrednosti glede na celotni projekt	Ponder (inženirski a ura)	Ponder (inženirski a ura BIM)	Absolutna razlika: Dejansko - BIM	Ponder * porabljen čas projekta BIM	Ponder * porabljen čas projekta klasično
1	Betonska dela	18 %	45	50	2.660		
2	Tesarska dela	9 %	45	50	23.320		
3	Zidarska dela	5 %			3.660		
4	Fasaderska dela	6 %	45	50	2.800		
5	Pregradne mavčno kartonske stene	4 %	45	50	4.100		
6	Krovska dela	4,5 %	45	50	1.110		
7	Podopolagalska dela	6,5 %	45	50	2.900		
8	Ostala dela	47 %	45	50	0		
	SKUPAJ				40.550	440 ur x 50 = 22.000	220 ur x 45 = 9.900

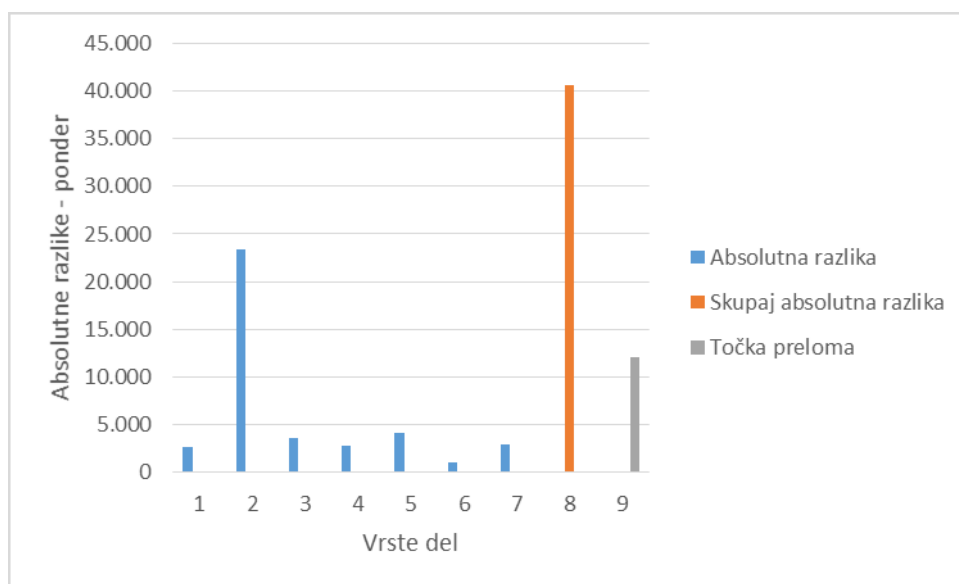
V zgornji preglednici smo predpostavili, da projektant, ki načrtuje z orodji BIM, porabi več sredstev (enotne cene) za svoje delo kot projektant, ki načrtuje s klasičnimi orodji. Za vsako od skupin del smo že v preglednici 8 izračunali, kakšne razlike bi nastale glede na ovrednotenje razlik v nekih enotnih povprečnih cenah. Končno lahko predpostavimo, da je razlika v absolutnih dobljenih količinah 40.550 (enotne cene). Projektant bi sicer za svoje delo porabil 12.100 enot več v primerjavi s projektiranjem na klasičen način. Kljub temu so prihranki (stroški odprave napak) bistveno presegli vrednost dodatno vloženega inženirskega dela v fazi projektiranja:

$$40.550 - 22.000 + 9.900 = 28.450$$

Zaradi zmanjšanja tolerančnega območja približkov samo iz naslova količin se tako prihrani 28.450 enot. Do rezultata smo prišli s kar nekaj predpostavkami glede enotne povprečne cene inženirske ure in porabljenih količin dela projektanta. Slednje je bilo ocenjeno dokaj konservativno. Če bi količine spremenili (enotno ceno inženirskega dela, porabljene ure ali tudi

povprečne cene vgrajenih enot – količin bi bila razmerja drugačna). V našem primeru lahko tudi še bolj izrazito v prid uporabe modela BIM.

S tem smo dokazali upravičenost in pomembnost uporabe BIM modela za izvajalsko gradbeno organizacijo. Hkrati smo ovrednotili posamezne dejavnike in njihov prispevek h končnemu rezultatu ter jih lahko kritično analiziramo.



Grafikon 2: Primerjava stroškov vloženega dela v korelaciji s privarčevanimi vrednostmi iz naslova »netočnosti« oz. približkov

Grafikon 2 prikazuje primerjavo stroškov vloženega dodatnega dela v korelaciji s privarčevanimi vrednostmi iz naslova »netočnosti« oz. približkov; točka preloma nastopi pri 12.100 enot. Na abscisi so prikazani posamezni prispevki »netočnosti« v absolutnih vrednostih kot razlika vrednosti kolone II. in III. po Preglednica 8. Stolpec 8 v grafikonu predstavlja seštevek vrednosti posameznih del. Razberemo lahko, da seštevek prihrankov (stolpec št. 8) iz naslova približkov oziroma netočnosti bistveno preseže predpostavljeni strošek iz naslova več stroškov zaradi uvedbe BIM modela na referenčnem objektu. Pri tem smo kot več stroškov predpostavili programsko opremo in računalniško opremo, večje kompetence inženirja, kar se vse ovrednoti v višji urni postavki in številu potrošenih ur projektanta. Pri posameznih delih so posebnost tesarska dela, saj se s korekcijo manjše tolerance in nastopom večje natančnosti prihrani več, kot predstavlja vložek in dodatno delo za vzpostavitev BIM modela. Ostala dela skupaj namreč ne dosežejo korekcije tesarskih del, medtem ko presežejo točko preloma.

Iz preglednice 8 in 9 je razvidno, da posamezna dela, »ponderirana« z vrednostmi, različno prispevajo k natančnosti popisov količin. Seveda so ta razmerja zelo odvisna glede na vrsto objekta in jih generalno ne moremo posplošiti. Gotovo pa veljajo za objekte podobne referenčnemu. Za referenčni objekt namreč velja, da več kot polovico celotne vrednosti razlike

prispevajo tesarska dela. To izvira iz narave objekta, ki je pretežno AB nosilna konstrukcija in je zato obseg teh del največji. Celotni prispevek tesarskih del je največji kljub dejstvu, da je ponder, tj. povprečna cena, najnižja na enoto. Samo tesarska dela presežejo t.i. upravičeno vrednost (točko preloma) oziroma dodatni strošek uporabe modela BIM, kot smo si zastavili meje tolerance oziroma upravičenosti. Poleg tesarskih del ne smemo zanemariti ostalih del, ki po količinah zelo malo odstopajo. Njihov prispevek postane pomemben z vključitvijo povprečne cene oz. t.i. ponderja. Inženirjem je prav zaradi tega dejstva prepuščeno v presojo tolerančno območje oziroma natančnosti popisov. Tolerančno območje je namreč smiselno presoditi in prilagoditi po prispevkih vrednosti, kot je bilo opisano prej, ali po drugi strani, vloženem času (in strošku) za doseg bolj natančnih podatkov. Slednje sem skušala prikazati in ovrednotiti z vloženimi inženirskimi – projektantskimi urami. Strošek in primerjava projektantskih ur sta navedena v preglednici 9.

Kljub temu, da je bila točka upravičenosti oz. točka preloma določena zelo strogo, je evidentirana upravičenost vpeljave BIM modela v gradnjo referenčnega objekta. V kolikor bi namreč porabljeno število inženirskih ur za model zmanjšali, v primerjavi s klasičnim projektiranjem, bi točka preloma bila mnogo prej dosegljiva. Z razširitvijo uporabe BIM postopkov je to tudi povsem realno pričakovati. Tudi vrednosti investicije v programsko opremo BIM modelov padajo z njegovo množičnejšo uporabo, kar vse nakazuje dejstvo, da se bo ekonomski prag upravičenosti vpeljave BIM samo nižal. Z uvedbo BIM modela je sledenje spremembam sprotno evidentirano in pravočasno prilagaja nadaljnji potek še neizvedenih del.

Ob tej neposredni primerjavi oz. presoji pomembnosti natančnosti popisov del je potrebno vsaj omeniti tudi ostale dejavnike in okoliščine, ki lahko imajo pomembni vpliv na presojo upravičenosti. Ključni dejavniki, ki jih je potrebno presojati, so predvsem lahko lokacija objekta in posredni stroški (prevozi, skladiščenje ...) zaradi odmikov količin, stroški ekologije in varovanja okolja, velikost gradbišča in tekoči stroški vzdrževanja gradbišča, terminskega načrta izvajanja del ipd.

6 ANALIZA ČASOVNEGA POTEK DEL

Na ustvarjenem modelu smo dodali še četrto – časovno dimenzijo. 4D BIM izhaja iz 3D geometrije objekta in vključuje časovne informacije, ki so povezane z različnimi elementi in komponentami informacijskega modela. Za določen element ali delovno območje vsebuje model informacije, ki vplivajo na podrobnosti v času vodenja, gradnje in montaže na zaporedje del ali soodvisnost drugih področij. Vključitev časovnih podatkov omogoča 3D vizualizacijo razvoja objekta, ki prikazuje, kako bo zgrajen in kako se bosta v vsaki fazi pojavila struktura in okolica. To je zelo koristno pri načrtovanju dela na varen in logičen način, ki povečuje učinkovitost. S programskimi in vizualnimi informacijami lahko projektne ekipe preverijo sredstva v virtualnem okolju in poskrbijo za hitro povratno informacijo o spremembah načrtovanja ali metodologijo gradnje.

Takšen pristop pomaga k boljši koordinaciji načrtovanja in spremembi poteka projekta na kraju samem, kar poveča produktivnost in pospeši gradnjo. Programi za časovni potek del povezujejo 3D vire – ljudi, material, opremo in prostor s časom aktivnosti. Tako se spremembe, ki jih naredimo samodejno in hitreje izvedejo. Tako lahko v programih preizkušamo različne scenarije, ki nam na koncu dajo najboljši oz. željeni rezultat.

4D načrtovanje je sestavljeno iz štirih komponent:

- količine vezane na lokacijo,
- črtnega diagrama,
- kontrole produktivnosti na gradbišču,
- 4D simulacije gradnje.

Za izdelavo posameznih vrst del je bil že pred začetkom projekta predviden terminski plan v programu Microsoft Project, po katerem se je projekt orientiral in bil voden. Rezultat je za projekt izdelan 4D-model in analiza spremljanja časovnega poteka gradnje z BIM orodji. Pomembne so ugotovitve, kako bi morebiti lahko odločilno vplivale na potek gradnje s spremljanjem gradnje z BIM modelom in bi veljale za gradbeno-obrtniška dela.

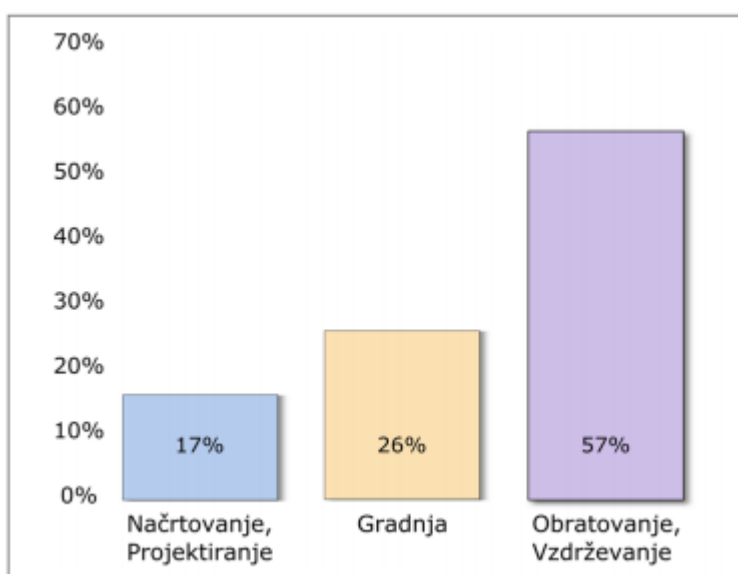
Prednosti, ki jih izdelava 4D modela prinaša, so [23]:

- boljša komunikacija med vsemi deležniki pri gradivi objekta,
- predhodna analiza gradbenih aktivnosti na gradbišču,
- boljša koordinacija in organizacija na gradbišču,
- predhodno odkrivanje konfliktov,
- hitrejša in učinkovitejša odločitve o spremembah na gradbišču,
- povečanje produktivnosti,

- zmanjšanje trajanja gradnje objekta,
- uporaba v komercialne namene.

Cilj izdelave terminskega plana je ohranjanje produktivnosti celotne skupine dela na gradbišču in minimizirati število nepotrebnih prekinitev dela zaradi napačne organizacije.

V splošnem največji delež slabih stroškov, ki so posledica slabe gradnje, nastane oziroma se pojavi v fazi vzdrževanja objekta. Takrat stroški zaradi slabe medopravilnosti celo eksponentno narastejo. Slednje je v veliki meri posledica pomanjkanja uveljavljenih nujnih podatkov, ki jih potrebuje upravitelj objekta za učinkovito upravljanje in vzdrževanje.



Slika 37: Stroški neučinkovite medopravilnosti v življenjskem ciklu objekta [23]

V priročniku za BIM sta opisana dva načina za kreiranje 4D BIM modela [25]:

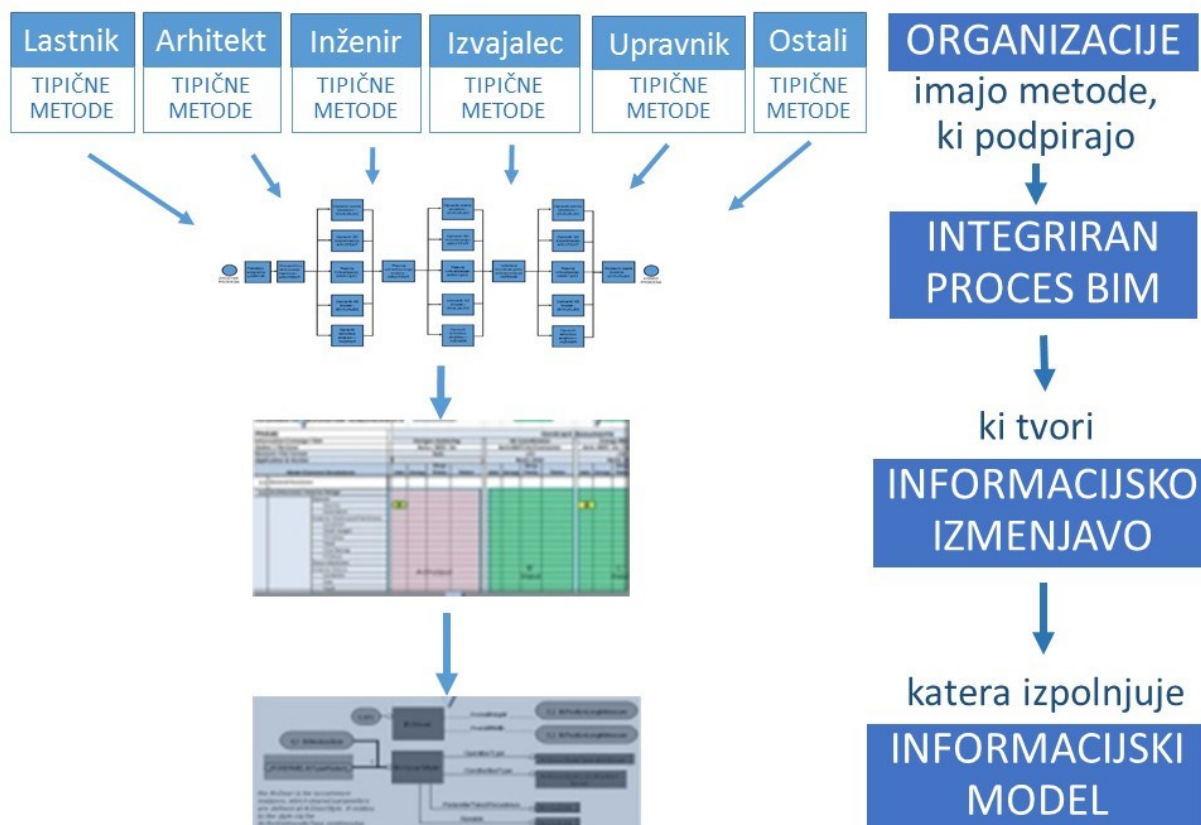
- ročni postopek, kjer iz 2D risb in terminskega plana s pomočjo programov za vizualizacijo izdelamo 4D animacijo poteka gradnje,
- izdelava 4D modela s pomočjo 4D orodij, kjer znotraj programa za izdelavo 4D modela povežemo 3D model s terminskim planom.

Dejstvo je, da za uspešen doprinos uporabe ne zadostuje le vnaprej izdelan model, ampak je tega potrebno sproti posodabljati glede na okoliščine in dejavnost na gradbišču.

6.1 Izhodišča za vzpostavitev modela

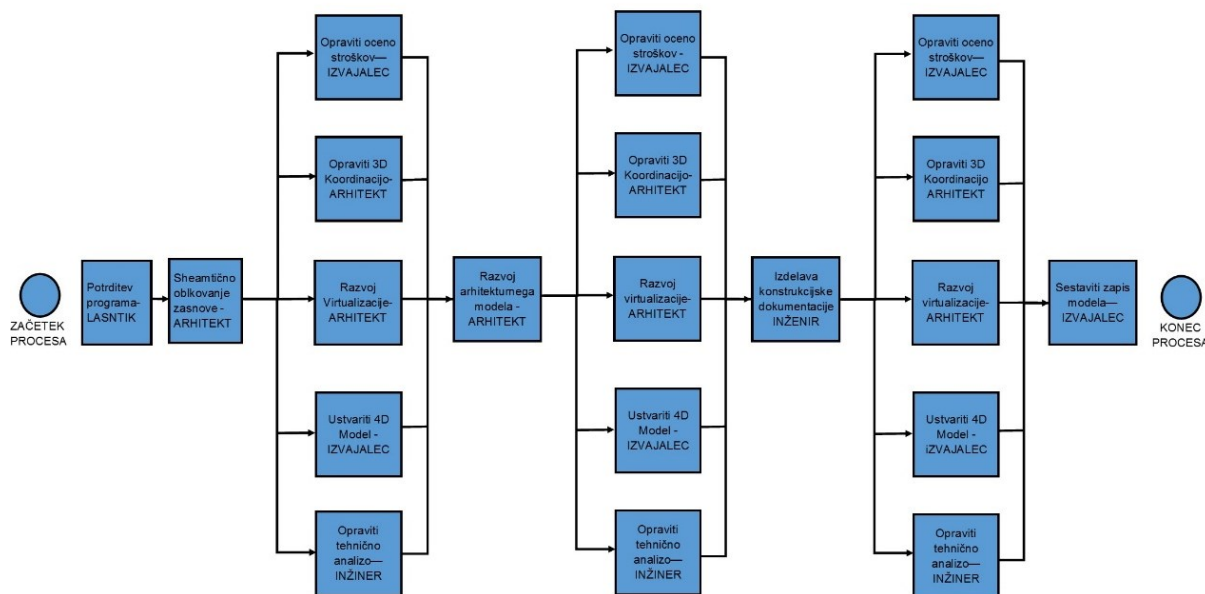
Vzpostavitev BIM modela na konkretnem projektu je proces, v katerem morajo v najširšem smislu sodelovati vsi akterji. V ta namen so planirana in neobhodna delovna srečanja sodelujočih. V viru [24] najdemo napotek za organizacijo in vsebino uvedbe BIM modela v štirih korakih. Slednji so podkrepljeni z vsebino o tem, katere moramo sproti določiti ali rešiti na delovnih sestankih teama za izvedbo projekta. Uporabni napotek za učinkovito vzpostavitev modela je vključen v naslednjih štirih točkah, ki so hkrati lahko pomembna pomoč pri kreiranju vsebine delovnih sestankov za uvedbo samega modela:

- **Cilji in namen**, kjer se ugotovijo dosedanje izkušnje posameznikov in organizacije: postavijo se predlogi za vzpostavitev procesa, vzpostavijo se delovni listi, vzpostavi se organizacija dela, vzpostavi se načrt delovnih sestankov itd. Na sestanku je potrebna prisotnost poslovodstva investitorja, projektantov, izvajalcev in ključnih podizvajalcev.
- **Izvajanje**, kjer se določi, kdo je odgovoren za posamezne aktivnosti in njihovo pripravo ter katere informacije so nujne in morajo biti na razpolago katerim udeležencem v projektu.
- **Potek izmenjave informacij in potrebna infrastruktura**: pregled poteka izvajanja iz 1 in 2., definiranje infrastrukture za nemoteno izvajanje BIM modela.
- **Pregled končnega BIM modela za izvedbo**: vzpostavitev kontrolnih instrumentov za sledljivost, revizije, vzpostavitev monitoringa. Tako preverjen načrt se posreduje vsem sodelujočim in se vpelje v sistem izvedbe projekta.

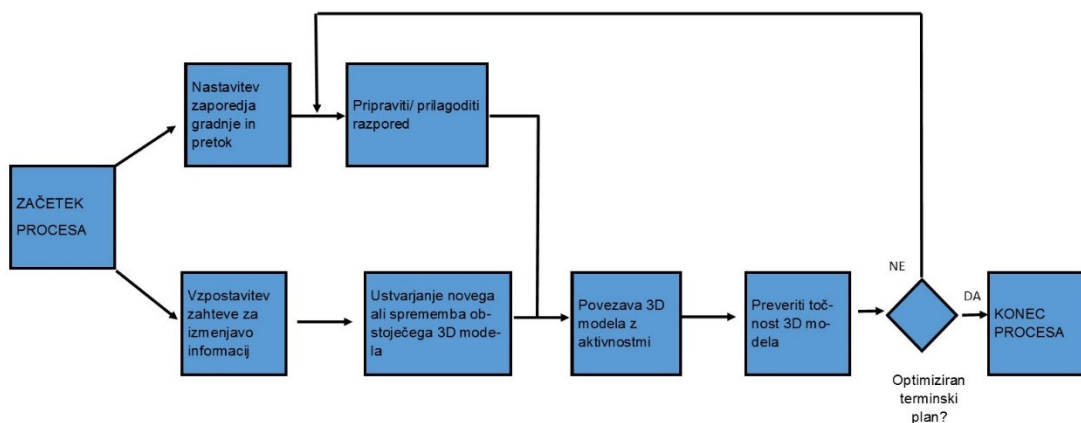


Slika 38: Prepletenost organizacije pri izvajanju projekta in BIM metoda (povzeto po [25])

Slika 38 shematsko prikazuje prepletenost deležnikov na projektu (investitor, arhitekt, projektanti, izvajalec, operater in ostali) z metodami BIM modela, prenosom informacij, ki generira in hkrati predstavlja celotni informacijski model projekta. Celotna organiziranost projektnega tima mora biti prvenstveno takšna, da omogoča vzpostaviti informacijski sistem, ki služi izvedbi projekta.



Slika 39: Prikaz procesa izvedbe projekta s pomočjo BIM modela (povzeto po [25])



Slika 40: Diagram poteka za 4D BIM model (povzeto po [25])

Na sliki 39 in 40 je prikazan prikaz procesa izvedbe projekta od začetka do konca izvedbe procesa s pomočjo BIM modela. Vsak izmed akterjev v procesu ima svoje naloge. Za organizacijo gradnje poskrbi izvajalec sam in si prilagodi aktivnosti in naloge glede na sposobnosti po izkušnjah že izvedenih objektov. Izdelava terminskega plana že v predhodni fazi ima lahko pozitivne učinke, ko gre za objekt, kjer tehnologija gradnje še ni znana. Ta se lahko razlikuje od izvajalca do izvajalca, zato nam v tem primeru lahko pomaga pri stroškovni oceni ponudbe. Tudi izdelava samih terminskih planov v programih je relativno enostavna, zato lahko 4D model za spremljanje gradnje pripravimo kvalitetno, da poteka spremljanje gradnje dela s pomočjo modela in na gradbišču enostavno predvsem pa učinkovito z vidika pravočasnega zaključka posameznih del.

Objekt lahko virtualno zgradimo/simuliramo potek gradnje, še preden se gradnja dejansko začne. Priporočljivo bi bilo že v fazi projektiranja in seveda tudi pozneje. Ob tem razdelimo elemente gradnje v segmente, kot bo predvidena gradnja v praksi. Posamezni takti morajo imeti definiran začetek in konec izvajanja –določi se torej čas trajanja posamezne aktivnosti. V našem primeru gre za novogradnjo. Lahko pa se 4D model uvede tudi pri morebitnih rušitvenih delih ali že pri pripravljalnih delih za bodočo gradnjo.

Deležniki pridobijo z uvedbo 4D modela že v fazi projektiranja, pri boljšem razumevanju in predstavitvi bodočega objekta, zato se neskladja in različna tolmačenja hitreje odkrijejo. Bolje je predstavljen vpliv na neposredno infrastrukturo, ki bo potrebna ali deležna potrebnih prilagoditev med gradnjo.

Med gradnjo se pridobi boljšo predstavo glede postavitve opreme za funkcioniranje gradbišča, kot so deponije za material, gradbiščni prostori od garderob, sanitarij, skladišče za opremo, prostor za stroje in manipulacijo itd. Z vizualizacijo oziroma simulacijo gradnje se lahko izvajajo optimizacije glede poteka in se praviloma pridobi skrajšanje časa gradnje. Sproti se definira prometni režim v neposredni bližini gradbišča. Organiziranost in koordinacija na gradbišču sta učinkovitejši. Prisotna je ažurna predstava o dejanskem napredovanju del v primerjavi z načrtovanim in hkratno odkrivanje morebitnih konfliktnih opravil med gradnjo.

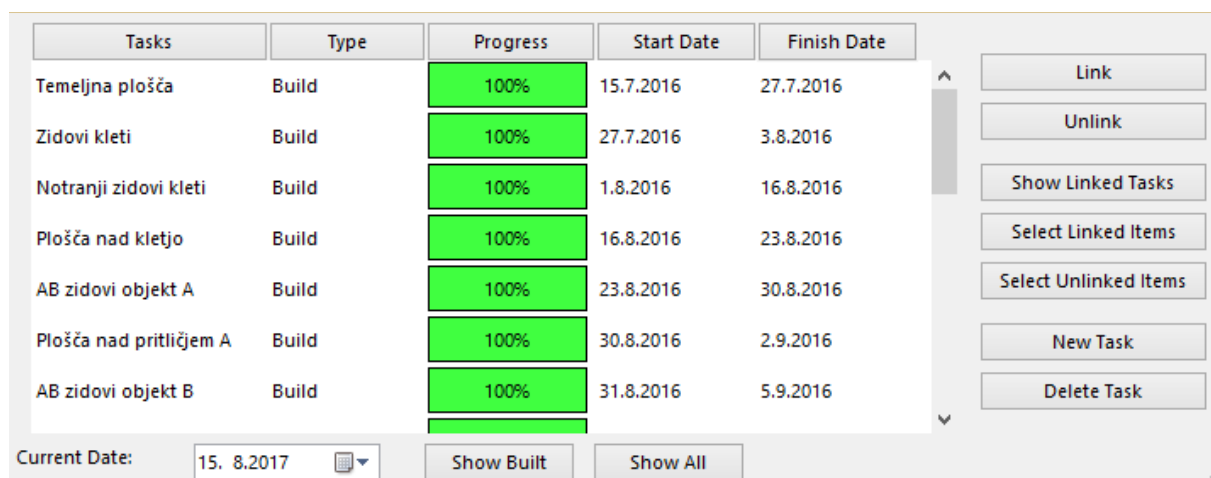
V fazi gradnje v različnih obdobjih nastopajo zelo različni udeleženci. 4D model bi enoznačno pokazal, kdaj je potrebna vključitev posameznika ali skupine, da bi bila komunikacija na gradbišču lažja. Vodstvo gradbišča mora sprejemati odločitve sproti in takoj. Ob tem ni vedno zagotovila, da so odločitve najboljše in prave, vendar se odločitev mora zgoditi. 4D model je pri tem lahko v veliko pomoč odločevalcem v fazi gradnje predvsem z vidika hitrega vpogleda in predstave v terminski načrt, kakor tudi z vidika pozitivnih ali negativnih posledic na bodoče aktivnosti. Terminski plan se mora ob nepredvidenih dogodkih spremeniti. Vizualizacija je pri tem praviloma v veliko pomoč. Spremljanje same gradnje je lažje in učinkovitejše. Korektivni ukrepi so praviloma sprejeti pravočasno in so učinkovitejši.

Ne nazadnje ne smemo zanemariti vpliva obvladovanja poteka gradnje in povezanih tveganj za poklicno zdravje in varnost pri delu. Spremembe na objektu in pri poteku izvajanja del so največkrat vzrok nepredvidenih dogodkov in poškodb udeležencev ali opreme. Poškodbe pri delu so z vidika obvladovanja stroškov za delodajalce najpomembnejši dejavnik, zato je dobrodošel vsakršni prispevek k zmanjševanju teh tveganj. 4D model je gotovo korak v to smer.

6.3 Prikaz poenostavljene simulacija gradnje

Simulacijo gradnje smo preverili s Archicadovim dodatkom »Construction Simulation«, ki omogoča simulacijo procesa gradnje s 3D modelom. V programskem oknu definiramo naloge, ki se bodo izvajale med gradnjo in določimo začetni in končni datum izvajanja na podlagi terminskega plana, ki je bil za objekt izdelan. Seznam opravil lahko ustvarimo tudi z uvozom iz baze podatkov Microsoft Project. Za povezave zapisanih nalog z elementi modela

uporabimo ukaz *link*. Na koncu programsko okno shranimo in zaženemo simulacijo, kateri lahko določimo dolžino trajanja glede na dejanski potek.



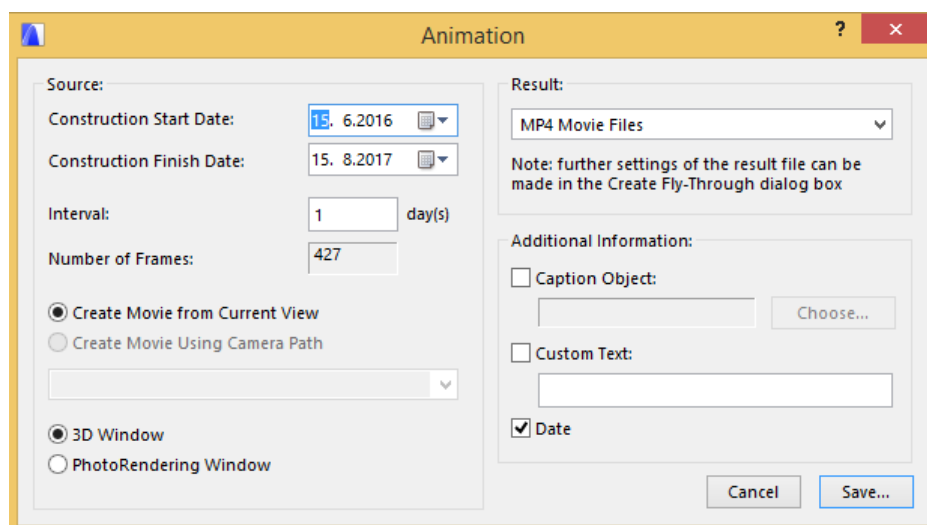
Tasks	Type	Progress	Start Date	Finish Date
Temeljna plošča	Build	100%	15.7.2016	27.7.2016
Zidovi kleti	Build	100%	27.7.2016	3.8.2016
Notranji zidovi kleti	Build	100%	1.8.2016	16.8.2016
Plošča nad kletjo	Build	100%	16.8.2016	23.8.2016
AB zidovi objekt A	Build	100%	23.8.2016	30.8.2016
Plošča nad pritličjem A	Build	100%	30.8.2016	2.9.2016
AB zidovi objekt B	Build	100%	31.8.2016	5.9.2016

Current Date: 15. 8.2017

Buttons: Link, Unlink, Show Linked Tasks, Select Linked Items, Select Unlinked Items, New Task, Delete Task

Buttons: Show Built, Show All

Slika 42: Definiranje izvajanja nalog na podlagi izbranega terminskega plana s "Construction Simulation"

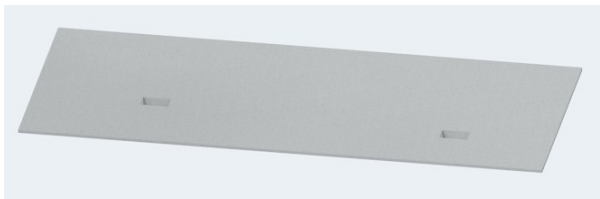


Slika 43: Ustvarjanje simulacije gradnje

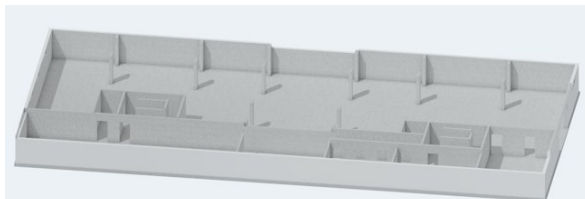
Preizkušeni so bili tudi programi Navisworks in SynchroPRO. 4D razsežnosti pri programih so zelo dobre in tako lahko izvajamo vse vrste analiz; za študente sta dostopna brezplačno. Pri obeh smo iz Microsoft Projekt uvozili terminski plan, ki je bil predviden za objekt. Željenega učinka s temi programi nismo dosegli, saj se pri izvozu iz programa Archicad s pretvorbo v IFC format izgubijo teksturni podatki. Čeprav je v format IFC mogoče shraniti informacije o tekstu, trenutno še ni na voljo definicije modelnega pogleda (Model View Definition - MVD), v katerih so teksture določene ali podprte. Zato bi za detajlno analizo bilo potrebno elemente, ki sestavljajo 3D model, ponovno obnoviti.

V nadaljevanju so prikazane faze gradnje referenčnega objekta v primerjavi z dejanskim stanjem med izvajanjem objekta v istem časovnem obdobju:

1. temeljna plošča,
2. AB nosilni zidovi in stebri kleti,
3. plošča nad kletjo in AB zidovi pritličja,
4. plošča nad pritličjem in AB zidovi 1. nadstropja,
5. plošča nad 1. nadstropjem in AB zidovi 2. nadstropja,
6. plošča nad 2. nadstropjem in AB zidovi 3. nadstropja,
7. streha,
8. atike na strehi in v 3. nadstropju,
9. okna in zunanja vrata – objekt se zapre,
- 9.1 fasaderska dela in streha,
- 9.2 po zaprtju objekta se začnejo vzporedno izvajati obrtniška dela v notranjosti objekta spodnjih nadstropij (predelne stene, kitanje sten in stropov, tlakarska dela),
10. urejanje okolice.



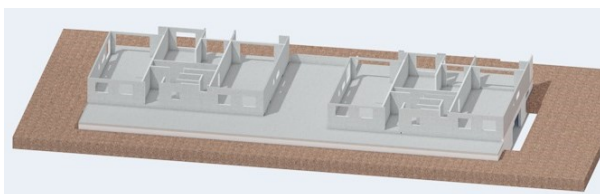
Slika 44: Temeljna plošča



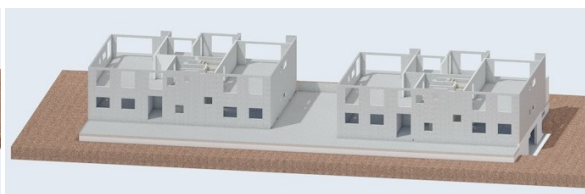
Slika 45: AB nosilni zidovi in stebri kleti



Slika 46: Priprava gradbene jame za betoniranje temeljne plošče - dejansko stanje



Slika 47: Plošča nad kletjo in stene pritličja



Slika 48: Plošča nad pritličjem in stene 1. nadstropje



Slika 49: Izvedba AB sten pritličja in delno plošče nad pritličjem - dejansko stanje



Slika 50: Plošča nad 1. nadstropjem in stene v 2. nadstropju



Slika 51: Plošča nad 2. nadstropjem in stene v 3. nadstropju



Slika 52: Plošča nad 1. nadstropjem in izvedba sten v 2. nadstropju - dejansko stanje



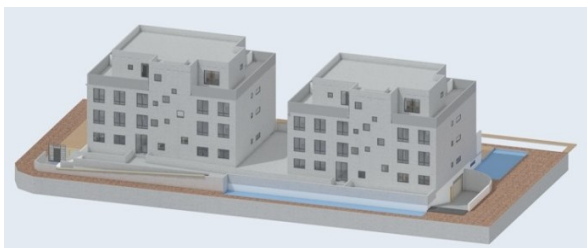
Slika 53: Streha



Slika 54: Atike



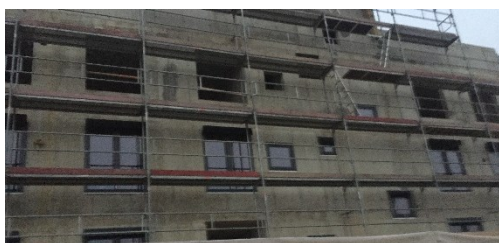
Slika 55: Priprava plošče za betoniranje strehe in priprava za izvedbo atike - dejansko stanje



Slika 56: Zapiranje objekta (montaža oken in zunanjih vrat)



Slika 57: Izdelava strehe in fasade objekta



Slika 58: Izvedba oken in strehe (levo) ter fasade objekta (desno) - dejansko stanje



Slika 59: Postavitev predelnih sten v notranjosti objekta



Slika 60: Slikopleskarska in zaključna tlakarska dela



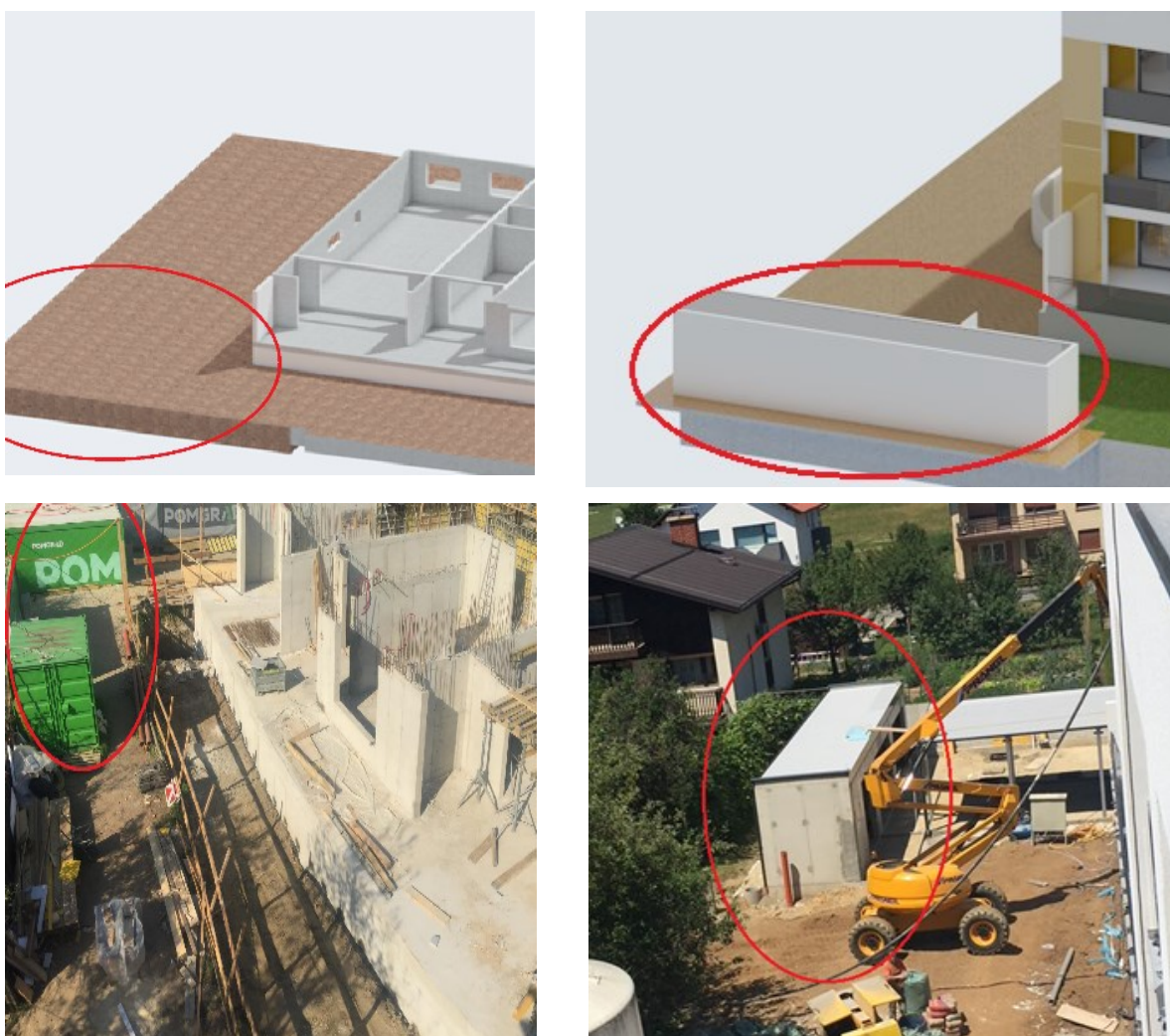
Slika 61: Urejanje okolice in zaključna dela



Slika 62: Polaganje tlakovcev, urejanje okolice in montaža ograje na balkone - dejansko stanje

Po primerjavi posameznih aktivnosti, ki so bile definirane v prvotnem terminskem planu izvajalca, in primerjava z dejanskim potekom po naši simulaciji gradnje smo ugotovili nekaj odstopanj, vendar nobena ni bila ključna oz. na kritični poti, da bi to lahko bil vzrok za nepravočasen zaključek projekta.

Ugotovljeno je bilo, da je po terminskem planu, izdelanem v Microsoft Projekt pred začetkom projekta, bila definirana izvedba pomožnega objekta (smetarnice) takoj po zaključku betonaže sten pritličja glavnega objekta v mesecu septembru 2016. Ker je izvajalsko podjetje na tem mestu imelo postavljeno kontejnersko naselje za pisarne, garderobe in skladišče, se gradnja na tem delu gradbišča takrat ni mogla izvesti. Situacija je prikazana na Slika 63. Dejansko se je pomožni objekt zgradil, ko so bili pogoji za preselitev kontejnerskega naselja na drugo lokacijo. Delo se je izvajalo skupaj z urejanjem okolice in zaključkom fasaderskih del v mesecu maju 2017.



Slika 63: Izvedba pomožnega objekta - zgoraj simulacija 4D BIM, spodaj dejanski potek gradnje; levo september 2016, desno maj 2017

6.4 Ugotovitve modelne analize poteka del

Rezultat izdelave 4D modela je čas gradnje v odvisnosti od časa. Izdelan 4D BIM pred in med gradnjo je uporaben tudi za analizo izvedbe. Sledimo lahko napredku gradnje in vnaprej napovemo aktivnosti s količinami materialov, delovno silo ter povezave med aktivnostmi. Če med gradnjo pride do nepredvidenih situacij (slabi vremenski pogoji, zmanjšanje delovne sile zaradi bolezni), lahko te podatke vnesemo v naš model in dobimo podatek, kakšen sta novi terminski plan in končni čas gradnje. Če to več ni v našem časovnem okviru gradnje, je to signal, da lahko pravočasno ukrepamo in spremenimo potek trenutnega delovnega urnika (delovne sobote, podaljšan delovni čas) oziroma prilagodimo število delovne sile.

S 4D modelom pridobijo posamezni gradniki objekta pregled nad časovnim potekom gradnje. Vzporedno se ugotovijo potencialni časovni konflikti in preveri sama izvedljivost. Na voljo je simulacija virtualne gradnje, s katero se prepreči podvajanje podatkov in izguba pomembnih informacij. Posamezni gradniki objekta morajo v modelu biti porazdeljeni ravni tako, kot se bodo po posameznih taktih gradili.

Za 4D simulacijo je potrebno predhodno pripraviti 3D – model in terminski načrt, ki ju uvozimo v program za izdelavo simulacij. V slednjem se potem poveže 3D elemente s posameznimi aktivnostmi v časovnem obdobju. Opisan postopek lahko zahteva več iteracij. Posebej to velja v primeru, če se ugotovijo napake ali želimo vnesti konkretne spremembe. Vse skupaj je lahko dolgotrajno in zamudno, vendar ima kasnejši pozitivni učinek.

Primerjali smo simulacijo gradnje po predvidenem in dejanskem terminskem planu izvedbe. Ugotovljeno je bilo, da so v nekaterih primerih dela zaostajala v primerjavi s predvidenim terminskim planom, vendar to ni vplivalo na končen datum zaključka del. Izvajalec je hitro uvidel težavo in izvedel ustrezne ukrepe za pravočasno predajo objekta investitorju. Ker je šlo za sorazmerno manjši stanovanjski objekt s 20 stanovanji, je obvladljivost celotnega projekta še bila mogoča. Če bi bil projekt večji in bi se napake na račun zamud kopičile, bi spremljava s 4D BIM imela še večji pozitiven učinek.

Sledi še vizualna primerjava modeliranega objekta z dejansko izvedenim. Objekt, ki smo ga smo modelirali, je bil zgrajen leta 2017 in konec leta bil predan namenu. Zato mi je bila omogočena neposredna primerjava modela BIM in dejanskega objekta v naravi. Na gradbišču sem bila prisotna večji del gradnje, spremljala izvajanje skladno z zadolžitvami na samem projektu in sodelovala pri postopkih predaje objekta investitorju.



Slika 64: Vizualna predstavitev BIM modela in zaključenega dejanskega objekta

7 ZAKLJUČEK

V naslednjih letih pričakujemo še večji poudarek in razvoj komponent BIM v vseh fazah gradnje in uporabe zgradbe. V tujini investitorji že zahtevajo uporabo BIM tehnologije za prijavo na razpis, kar bo kmalu postala praksa tudi v Sloveniji. Po projekcijah združenja EU BIM Task Group (od junija 2016 vključena tudi Slovenija) lahko z digitalnim načrtovanjem stavb prihranimo vsaj deset odstotkov gradbenih stroškov. Leta 2017 je bilo v Sloveniji realiziranih za 1,9 milijarde evrov gradbenih del. Torej so prihranki po tej predpostavki lahko vredni skoraj dvesto milijonov evrov [27].

Prejšnjo trditev smo preizkusili na konkretnem primeru referenčnega večstanovanjskega objekta, predvsem z vidika optimizacije natančnosti gradbenih količin, ki ima direktni vpliv na izvajalsko gradbeno podjetje. Pri izvedbi objekta, ki ni bil grajen s pomočjo uporabe modela BIM, sem sodelovala kot del vodstvene ekipe na terenu.

Na konkretnem praktičnem primeru sem evidentirala priložnosti za izboljšave, če bi vpeljava modela BIM bila izvedena. Da smo se prebili do rezultatov, prikazanih v nalogi, je bilo potrebno izdelati 3D model objekta, prenesti količine v enega od programskih paketov za določanje količin in izvesti primerjavo. Ob tem sem na praktičnem primeru pridobila dragocene izkušnje z modeliranjem in uporabo navedenih orodij za model BIM. Ker model stavbe ni bil na razpolago, sem na podlagi arhitekturnih načrtov model izdelala sama v programu ARCHICAD 21. Med modeliranjem sem naletela na kopico težav in vprašanj. Rešitve sem v glavnem sproti našla na spletnih aplikacijah ter spletnih forumih, kjer je mreža uporabnikov tega programa relativno velika. Izdelan arhitekturni model referenčnega objekta sem v formatu IFC najprej izvozila iz Archicad in nato uvozila v program CostX. Slednjega sem uporabila za izmere in izračun uporabljenih pomembnih gradbenih količin na konkretnem modelu.

Optimizacija odločanja bi pomenila prihranek stroškov in manj dvoumnosti pri interpretaciji ter izboljšanje kakovosti grajenega objekta s predhodnimi analizami namesto odpravljanja napak v kasnejših fazah ciklov gradnje. Z uvedbo BIM-a se bo dosegla večja digitalizacija v procesih gradnje in s tem višja produktivnost. Hkrati niso zanemarljivi tudi pozitivni vplivi na zmanjšanje obremenjevanja okolja z manj odpadki in manj potrošne energije. Omogočene so pravočasne in direktne dobave.

V praksi je potrebno zagotoviti praktične smernice pri uvajanju BIM predvsem na naslednjih področjih:

- omogočiti javna naročila in sklepanje ustreznih pogodb, odstraniti ovire za uvedbo digitalnih metod in BIM-a za javne investicije;
- omogočiti prost dostop do informacij in skupnih procesov;
- izboljšati razvoj kadrov in veščin za reševanje strukturnih težav gradbenega sektorja, vključno z nizkim poznavanjem digitalnih znanj, izboljšati podobo gradbenega sektorja ter obdržati in pritegniti talentirane kadre.

Priložnosti za izboljšave v prihodnje oziroma v dopolnitvah predloženega modela obstajajo predvsem z vključitvijo vseh preostalih projektantskih segmentov. Tukaj predvsem mislim na statiko nosilne konstrukcije in njenih detajlov, ter strojne in elektro inštalacije. Z nadgradnjo obstoječega arhitekturnega modela bi lahko s programi, ki omogočajo odkrivanje morebitnih konfliktnih križanj konstrukcije, z raznimi kanali strojnih inštalacij in elektro vodnikov privarčevali pri stroških in časovni fizični realizaciji del.

S tem bi lahko ugotovili določene napake in spremembe v projektu, ki v fazi projektiranja še niso bile evidentirane. V našem primeru so se prilagajala in usklajevala neposredno na gradbišču med samo izvedbo del. Z dodatnim vnosom in zajemom vseh podatkov o lastnostih gradbenih materialov, uporabljenih na objektu, podatkih o garancijski dobi in posameznih elementov ter naprav bi bil naš model popolno opremljen. S tem bi dosegli nivo 6D modela za objekt. Vsi ti podatki bi bili zelo koristni za lažje upravljanje objekta in morebitne bodoče prenovne in rekonstrukcije zgradbe.

VIRI

- [1] Cerovšek T., 2010. Intervju: V tujini investitorji že zahtevajo uporabo BIM. Finance. <https://gradbenistvo.finance.si/270866/Intervju-V-tujini-investitorji-ze-zahtevajo-uporabo-BIM> (Pridobljeno 10. 5. 2018)
- [2] Dana, K.S., Tardif, M. 2009. Building Information Modeling: A strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors and Real Estate Asset Managers. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: 1-21 str.
- [3] Cerovšek T. 2010. Informacijsko modeliranje zgradb (BIM). Gradbeni vestnik. Ljubljana 2010, letnik 59. 206-208 str.
- [4] ARHINOVA. 2018
<https://www.arhinova.si/bim.html> (Pridobljeno 10. 5. 2018)
- [5] Moayeri V., Moselhi O., Zhu Z. Design change management in construction projects based on building information modeling. CONVR 2016. Proceedings of the 16th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 11-13 December 2016, Hong Kong, str. 171
- [6] Medved S.P. 2016. Razvoj BIM v Sloveniji. Glasilo inženirske zbornice Slovenije. 19, 79: str. 16
- [7] McGraw Hill Construction. 2014. The Business Value of BIM for Owners.
[https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Business%20Value%20of%20BIM%20for%20Owners%20SMR%20\(2014\).pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Business%20Value%20of%20BIM%20for%20Owners%20SMR%20(2014).pdf) (Pridobljeno 5. 9. 2018)
- [8] Richardsd. M. 2010. Building Information Management. A Standards Framework and Guide to BS 1192: 153 str.
- [9] Level of Development Specification. 2015. BIM Forum: 195 str.
- [10] Marc K., Medved S.P., Štravs B., Tibaut A., Žibret M., Brus G., Lah M. Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje. Izdal IZS (april 2018). 27 str.

- [11] International Organization for Standardization 2013. ISO 16739:2013. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries.
<https://www.iso.org/standard/51622.html> (Pridobljeno 10.6.2018)
- [12] BUILDINGSMART.2018
<http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/>
(Pridobljeno 13. 5. 2018.)
- [13] Graphisoft. 2018. Sharing the BIM model: IFC.
<https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/73245/#user-guide-chapter--archicad-21>
(Pridobljeno 20. 3. 2018).
- [14] GRAPHISOFT. 2016. OPEN BIM.
http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/ (Pridobljeno 13. 3. 2018)
- [15] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. 2011. BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: 649 str.
- [16] Zvezno ministrstvo za promet, gradbeništvo in razvoj mest (BMWS), Smernica za trajnostno gradnjo; prevod dela: Leifaden Nachhaltiges Bauen. Junij 2013. Ljubljana str. 10 - 17
- [17] Marc K., Medved S.P., Štravs B., Tibaut A., Žibret M., Brus G., Lah M. Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje. Izdal IZS (april 2018). 30 str.
- [18] List of BIM Software & Providers. 2018
<https://thebimhub.com/2015/08/17/list-of-bim-software-providers/#.W5oJhFUzM8>
(pridobljeno 30. 6. 2018)
- [19] Žemva, Š. 2010. Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. Druga dopolnjena izdaja. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje: 13 – 20 str. in 64 – 71 str.

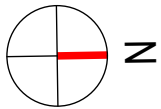
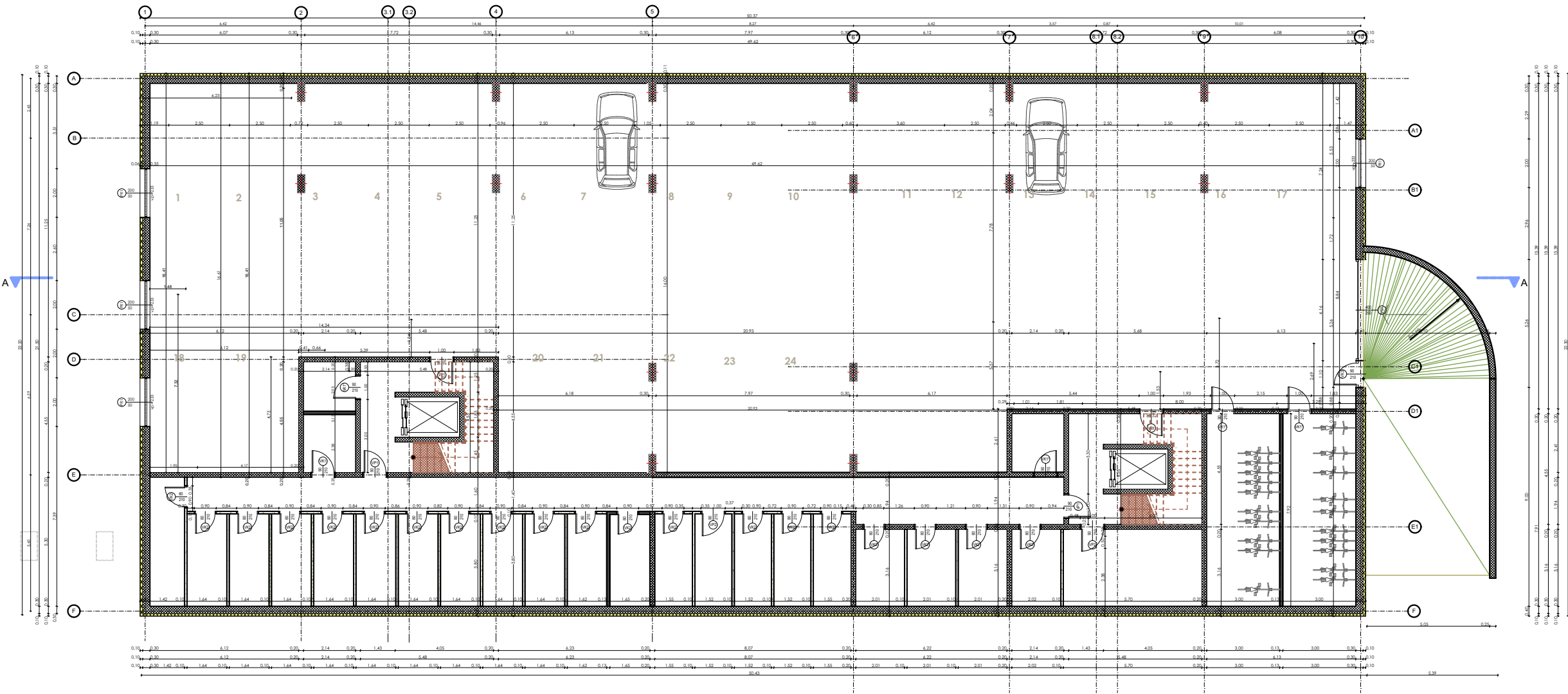
- [20] GRAPHISOFT.2018.
<https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/76904/> (Pridobljeno 20. 6. 2018)
- [21] Exactal Technologies Pty Ltd. 2018. Introductory Manual, Introduction to Cost X: 6.7
str. <http://techweb.exactal.com/documentation/index.php> (Pridobljeno 22. 5. 2018)
- [22] GRAPHISOFT.2018.IFC.
<https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/65798/> (Pridobljeno 13.5.2018)
- [23] Tibaut A., Žalig V., Časar R., Jakoša D. 2014. BIM v gradbenih projektih. Znanstveni
članek. ANALI PAZU, 4/2014/2. str. 89-96
- [24] BIM Execution Planning. 2011. Cost Estimation (Quantity Take – off).
http://bim.psu.edu/Uses/Cost_Estimation.aspx (Pridobljeno 10. 9. 2018)
- [25] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks and K. Liston, BIM Handbook: A Guide to Building
Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors,
2011, str. 1-650.
- [26] Microsoft. MS Project. 2018
<https://www.microsoft.com> (Pridobljeno 20. 8. 2018)
- [27] Krivec, V. 2018. Skačite z BIM. Komentar. Finance – gradbeništvo – nepremičninski
informerator.
<https://gradbenistvo.finance.si/8932595> (Pridobljeno 10. 7. 2018)

SEZNAM PRILOG

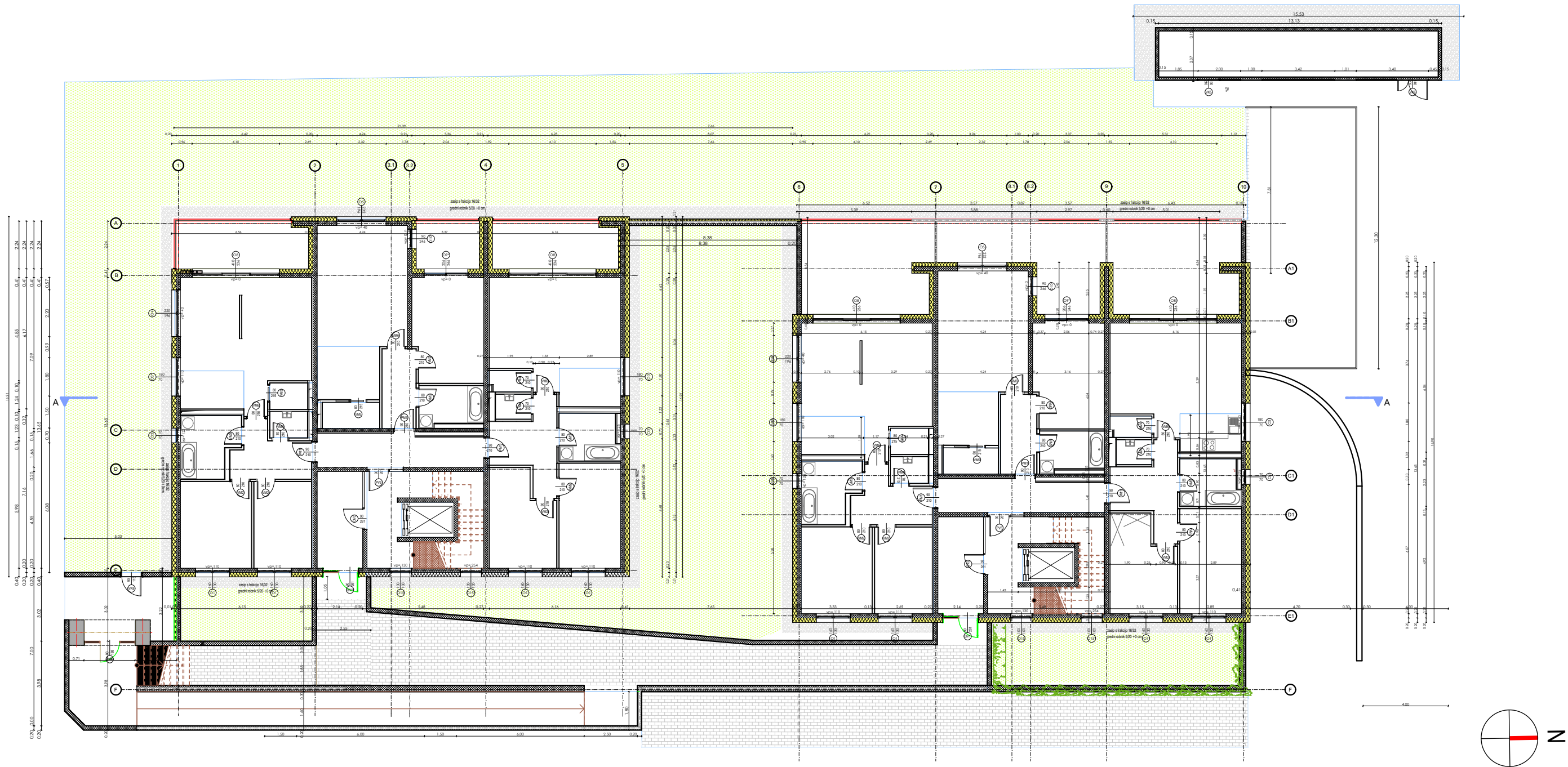
PRILOGA A: NAČRTI ARHITEKTURE

- A.1 Tloris kleti
- A.2 Tloris pritličja
- A.3 Tloris 1. nadstropja
- A.4 Tloris 3. nadstropja
- A.5 Tloris strehe
- A.6 Prerez A - A

PRILOGA B: KONSTRUKCIJSKI SKLOPI OBJEKTA



 Univerza v Ljubljani Fakulteta <i>za gradbeništvo in geodezijo</i> Jamova 2 1000 Ljubljana	Vrsta načrta: Načrt arhitekture		Št. projekta: PF/2018	
	Del objekta:	TLORIS KLETI		
	Idelala:	Petra Franko		
	Merilo:	1:200	Oznaka piloge:	A.1
Projekt:	Magistrsko delo PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE		Datum:	avgust 2018
			Št. lista:	1



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za
gradbeništvo
in geodezijo
Jamova 2
1000 Ljubljana

Projekt:

Magistrsko delo
PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE

Vrsta načrta: Načrt arhitekture

Št. projekta: PF/2018

Del objekta:

TLORIS PRITLIČJE

Idelala:

Petra Franko

Merilo:

1:200

Oznaka piloge:

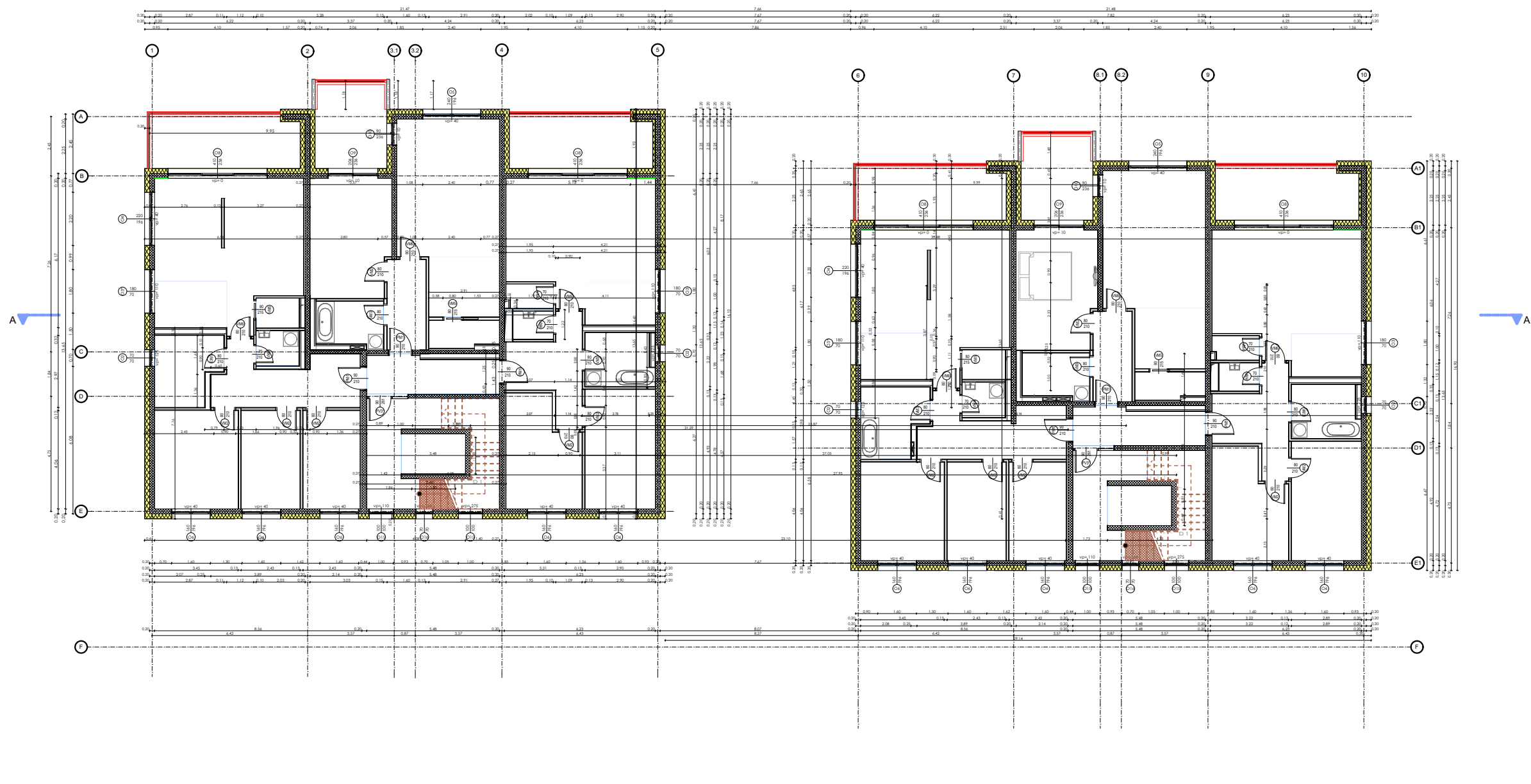
A.2

Datum:

avgust 2018

Št. lista:

2



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za
gradbeništvo
in geodezijo
Jamova 2
1000 Ljubljana

Projekt:

Magistrsko delo
PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE

Vrsta načrta: Načrt arhitekture

Št. projekta: PF/2018

Del objekta:

TLORIS 1.NADSTROPJE

Idelala:

Petra Franko

Merilo:

1:200

Oznaka piloge:

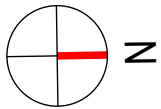
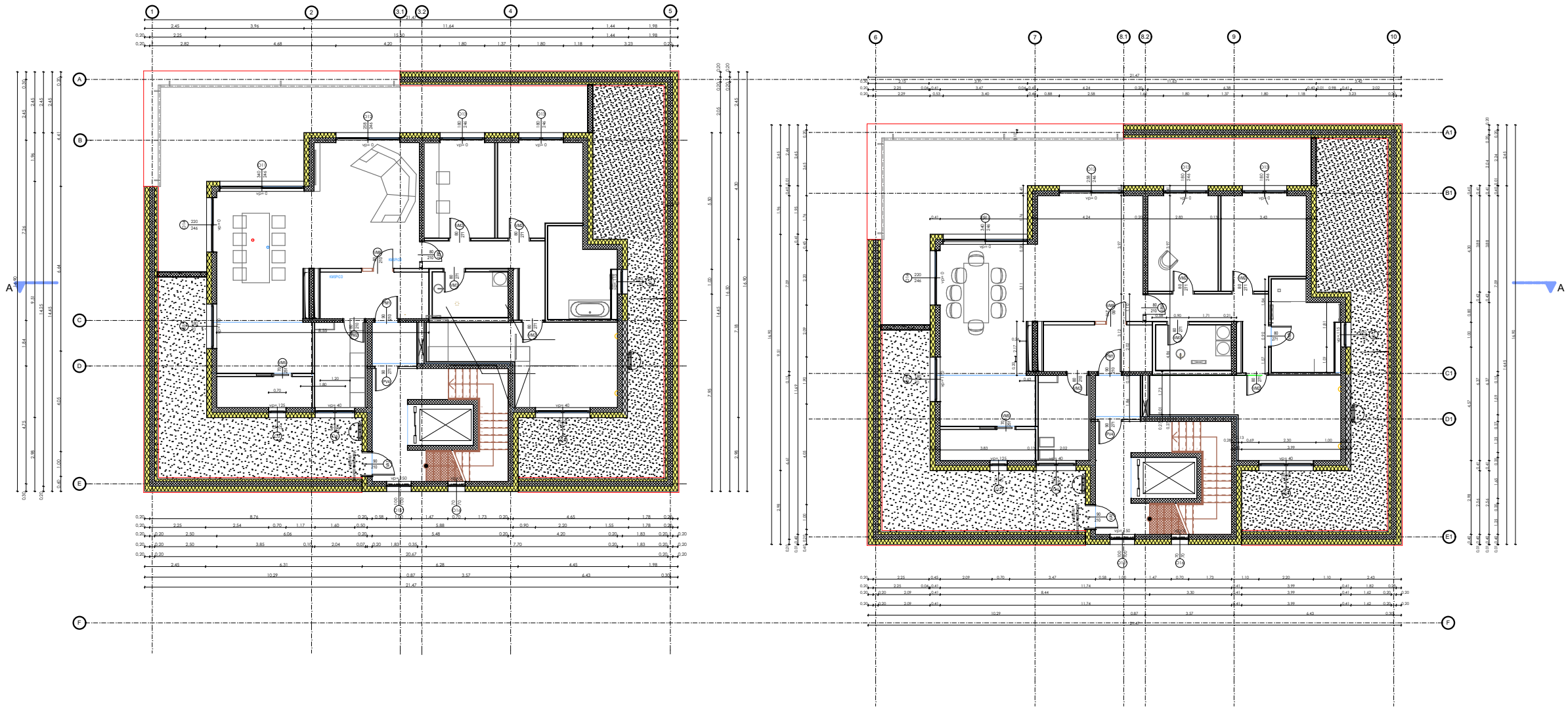
A.3

Datum:

avgust 2018

Št. lista:

3

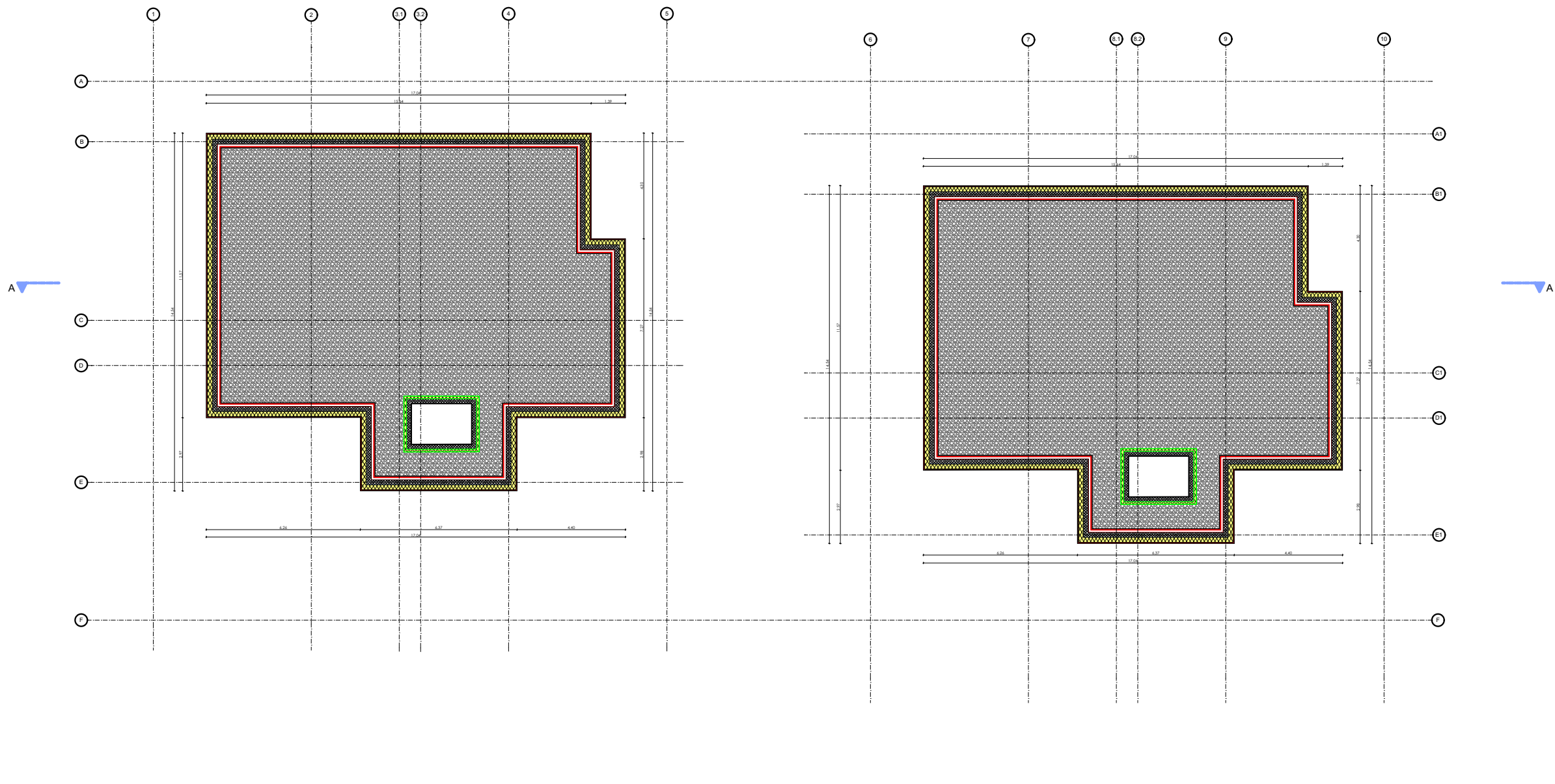


Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za
gradbeništvo
in geodezijo
Jamova 2
1000 Ljubljana

Projekt: **Magistrsko delo**
PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE

Vrsta načrta: Načrt arhitekture		Št. projekta: PF/2018	
Del objekta:	TLORIS 3.NADSTROPJE		
Idelala:	Petra Franko		
Merilo:	1:200	Oznaka piloge:	A.4
Datum:	avgust 2018	Št. lista:	4



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za
gradbeništvo
in geodezijo
Jamova 2
1000 Ljubljana

Projekt:

Magistrsko delo
PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE

Vrsta načrta: Načrt arhitekture

Št. projekta: PF/2018

Del objekta:

TLORIS STREHE

Idelala:

Petra Franko

Merilo:

1:200

Oznaka piloge:

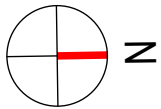
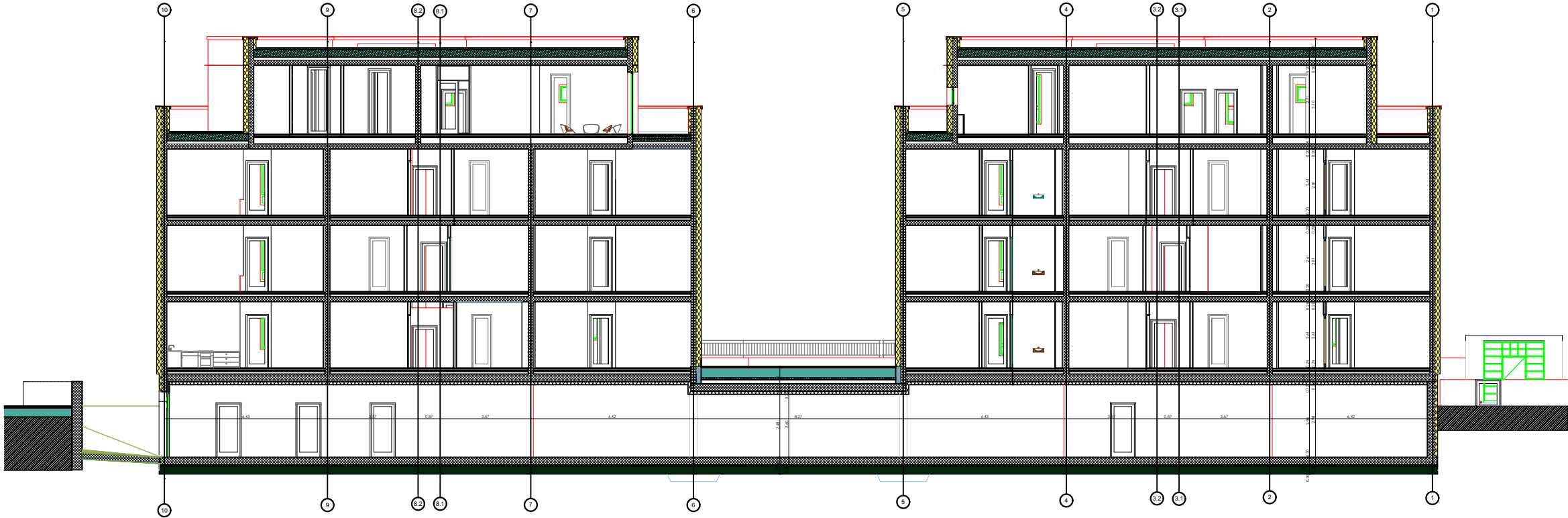
A.5

Datum:

avgust 2018

Št. lista:

5



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za
gradbeništvo
in geodezijo
Jamova 2
1000 Ljubljana

Projekt:

Magistrsko delo
PROJEKT VEČSTANOVANJSKE STAVBE

Vrsta načrta: Načrt arhitekture

Št. projekta: PF/2018

Del objekta:

PREREZ A - A

Idelala:

Petra Franko

Merilo:

1:200

Oznaka piloge:

A.6

Datum:

avgust 2018

Št. lista:

6

PRILOGA B: KONSTRUKCIJSKI SKLOPI OBJEKTA

TLAKI - klet		
K1		epoksi
prostor	vozna površina - uvozna rampa, parkiranje	
tlak	epoksi tlak z protidrskim posipom, drsnost površine R9/R10, BARVANJE PO VZORCU (vozne površine v garaži in parkiranje v garaži)	0,10 cm
tlak	Izvedba metlanega betona (vozna rampa)	
konstrukcija	AB plošča - BELA KAD, C30/37, fino zaglajen beton mora imeti zagotovljeno vodotesnost, odpornost proti soli, kloride in kisline, izravnava betona po DIN 18202 tabela 5, stolpec 3,	30,00 cm
	sloji skupaj=	30,10 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
	sloji skupaj=	36,10 cm
K2		epoksi
prostor	vozna površina - kolesarnica, strojnica, shrambe, hodniki shramb	
tlak	epoksi tlak z protidrskim posipom, drsnost površine R9/R10, BARVANJE PO VZORCU	0,10 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,20 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
toplotna izolacija	toplotna izolacija Pro estrih	3,80 cm
konstrukcija	AB plošča - BELA KAD, C30/37, fino zaglajen beton mora imeti zagotovljeno vodotesnost, odpornost proti soli, kloride in kisline, izravnava betona po DIN 18202 tabela 5, stolpec 3,	30,00 cm
	sloji skupaj=	40,10 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
	sloji skupaj=	46,10 cm
K3		granitokeramika
prostor	predprostor dvigala, čistila	
tlak	granitokeramika, nedrsna	0,90 cm
vezni sloj	cementakrilno lepilo	0,30
estrih	armiran betonski estrih C16/20	5,10 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
toplotna izolacija	toplotna izolacija Pro estrih	3,80 cm
konstrukcija	AB plošča - BELA KAD, C30/37, fino zaglajen beton mora imeti zagotovljeno vodotesnost, odpornost proti soli, kloride in kisline, izravnava betona po DIN 18202 tabela 5, stolpec 3,	30,00 cm
	sloji skupaj=	40,10 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
	sloji skupaj=	46,10 cm

K4		epoksi
prostor	jašek dvigalo	
obrabni sloj	samorazlivna epoksidna masa (odporna na gorivo D2), izvedeno na AB ploščo, tudi po steni jaška h=120cm	0,10 cm
konstrukcija	AB plošča - BELA KAD, C30/37, fino zaglajen beton mora imeti zagotovljeno vodotesnost, odpornost proti soli, kloride in kisline, izravna betona po DIN 18202 tabela 5, stolpec 3,	30,00 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
	sloji skupaj=	36,10 cm
TLAKI - zunanje površine		
T1		zelenica
prostor	zelenica nad kletjo	
vrhnji sloj	humus in zatravitev	8,00 cm
nasutje	zemlja max. 40 cm	37,90 cm
zaščitni sloj	geotekstil 200 g/m2	0,10 cm
zadrževalnik vode	Bauder plošče WSP75 - ekspanziran polystyrol	7,50 cm
zaščitni sloj	geotekstil filc 500 g/m2	cm
hidroizolacija	kot npr. SIKA Trocal SgmA folija deb. 1,8 mm	0,20 cm
zaščitni sloj	geotekstil filc 200 g/m2	
naklonski beton	naklonski estrih 5,0-18,0 cm	18,00 cm
	sloji skupaj =	71,70 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	101,70 cm
T2		betonski tlakovci
prostor	potke nad kletjo	
vrhnji sloj	betonski tlakovci	6,00 cm
vezni sloj	frakcija 4-8 mm	5,00 cm
drenaža	drenažna folija, Geoproma (Typar-Pro)	
toplotna izolacija	ekstrudiran polistiren	12,00 cm
hidroizolacija	kot npr. SIKA Trocal SgmA folija deb. 1,8 mm	0,20 cm
ločilni sloj	geotekstil filc 200 g/m2	
naklonski beton	naklonski estrih 5,0-15,0 cm	15,00 cm
	sloji skupaj =	38,20 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	68,20 cm
T3		granit
prostor	zunanje stopnišče (OPOMBA: Velja samo za stopnišče izven območja kleti)	
vrhnji sloj	Tonalit žagan	3,00 cm
vezni sloj	mrazoodporno elastično cementakrilno lepilo	0,50 cm
nosilni sloj	Armirano betonska plošča, fino zalikana	20,00 cm
podloga	podložni beton MB 10	7,00 cm
podloga	komprimiran gramozni tampon, oziroma po geomehanskih zahtevah)	30,00 cm

T4		fini asfalt
prostor	klančina za invalide	
vrhnji sloj	AC 4 surf B 70/100 A5 (ali AC 8 surf B 70/100 A4 v debelini 4 cm)	3,00 cm
zaščitni sloj	Stekleni voal 100-150g/m2 2x	
konstrukcija	Tlačna armirano betonska plošča MB30 - odporna proti zmrzali	15,00 cm
	sloji skupaj =	18,00 cm
podloga	podložni beton C16/20	6,00 cm
ZUNANJE POVRŠINE		
T7		tlakovci
prostor	parkiranje na terenu	
tlak	betonski tlakovci	6,00 cm
podlaga	pesek, granulacije 4-8 mm	8,00 cm
drenaža	tampon TD32 (tamponski drobljenec)	20,00 cm
podlaga	prodno peščene zemljine (zmrzlinosko varne)	25,00 cm
T8		ozelenitve
prostor	zelenica na terenu	
tlak	zatravitev in ozelenitev (trava, grmovnice in drevesa)	
T9		tlakovci
prostor	potka na terenu	
tlak	betonski tlakovci	6,00 cm
podlaga	pesek, granulacije 4-8 mm	8,00 cm
drenaža	tampon TD32 (tamponski drobljenec)	14,00 cm
podlaga	posteljica	35,00 cm
T10		asfaltbeton
prostor	pločnik na terenu	
tlak	AC 8 surf B 70/100 A4	5,00 cm
konstrukcija	tampon TD32 (tamponski drobljenec)	15,00 cm
podlaga	min. 20 cm prodnopeščene zemljine	20,00 cm
T11		asfaltbeton
prostor	dovozna cesta na terenu	
tlak	AC 8 surf B 50/70 A3 3 CM + AC 16 base B 70/100 A4 5,0 cm	8,00 cm
drenaža	tampon TD32 (tamponski drobljenec)	20,00 cm
podlaga	prodno peščene zemljine (zmrzlinosko varne)	25,00 cm
T12		Tal-M
prostor	tlak smetarnica	
tlak	AB talna plošča s kvarčnim posipom, zalikano - TAL_M2, betonirati skupaj z temelji	16,00 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
	sloji skupaj =	16,00 cm
podlaga	komprimiran gramozni tampon	30,00 cm
	sloji skupaj =	46,00 cm

TLAKI - PRITLIČJE		
E1		granitokeramika
prostor	hodniki, stopnišča	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,50 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
toplotna izolacija	toplotna izolacija Pro estrih	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
	sloji skupaj =	14,00 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	44,00 cm
E2		granitokeramika
prostor	stopnice	
vrhnji sloj	talna keramika, zrcalne i nastopne ploskve	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
izravnava	izravnalni fini betonski estrih C16/20	1,00 cm
konstrukcija	AB poševna konstrukcija	15,00 cm
	sloji skupaj =	17,50 cm
E3		parket
prostor	bivalni prostori stanovanj	
vrhnji sloj	hrsatov parket - oljen, primeren za talno gretje	1,20 cm
vezni sloj	lepilo za parket	0,10 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,70 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	10,00 cm
	sloji skupaj =	24,00 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	54,00 cm

E4		keramika
prostor	kopalnice stanovanj	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
zaščitni sloj	hidrostop elastik AB-tla+10 cm po steni	0,20 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	5,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	10,00 cm
	sloji skupaj =	23,00 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	53,00 cm
E5		keramika
prostor	kuhinja	
vrhnji sloj	talna keramika	1,20 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,50 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	10,00 cm
	sloji skupaj =	24,00 cm
konstrukcija	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	54,00 cm
E6		keramika
prostor	lože stanovanj	
tlak	talna keramika, R 9/10, na zaključkih plošče lož se montira nizkostenske obrobe	1,20 cm
vezni sloj	cement-akrilatno mrazoodporno lepilo	0,50 cm
hidroizolacija	polimercementna hidroizolacija, npr. hidrostop elastik AB, na stiku z steno premoščena z sika flex trakom v višini 10cm	0,30 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20 - v naklonu 1%, od 5 do 7,5cm, z dodatkom proti zmrzali	7,50 cm
ločilni sloj	PE folija 0.15mmm	
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	6,00 cm
ločilni sloj	geotekstil filc 200 g/m2	
hidroizolacija - kritina	enoslojna HI koreninsko odporna membrana iz fleksibilnega poliolefina ali EPDM sintetični kavčuk, npr. SIKA Trocal SgmA folija 1,8mm	0,20 cm
ločilni sloj	geotekstil filc 200 g/m2	
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	6,00 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
	sloji skupaj =	22,20 cm
AB plošča	armirani beton C30/37	30,00 cm
	sloji skupaj =	52,20 cm

TLAKI - NADSTROPJE		
N1.1		granitokeramika
prostor	hodniki v stopniščih	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,50 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
toplotna izolacija	toplotna izolacija Pro estrih	4,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
	sloji skupaj =	13,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	33,00 cm
AB plošča - rama stopnišča	armirani beton C25/30	15,00 cm
N1.2		keramika
prostor	hodnik pred stanovanji	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,50 cm
ločilni sloj	PE folija 0,15 mm	
toplotna izolacija	toplotna izolacija Pro estrih	4,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	7,00 cm
	sloji skupaj =	20,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	40,00 cm
N2		parket
prostor	bivalni prostori stanovanj	
vrhnji sloj	hrasatov parket - oljen, primeren za talno gretje	1,20 cm
vezni sloj	lepilo za parket	0,10 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,70 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	4,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	7,00 cm
	sloji skupaj =	20,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	40,00 cm
N3		keramika
prostor	kopalnice stanovanj	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm

zaščitni sloj	hidrostop elastik AB-tla+10 cm po steni	0,20 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	5,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	3,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	8,00 cm
	sloji skupaj =	19,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	39,00 cm
N4		keramika
prostor	kuhinja	
vrhnji sloj	talna keramika	1,20 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,50 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	4,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	7,00 cm
	sloji skupaj =	20,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	40,00 cm
N5		parket
prostor	bivalni prostori stanovanj - nadstropje 3	
vrhnji sloj	hrastov parket - oljen, primeren za talno gretje	1,20 cm
vezni sloj	lepilo za parket	0,10 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,70 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	25,00 cm
	sloji skupaj =	39,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	59,00 cm
N6		keramika
prostor	kopalnice stanovanj - nadstropje 3	
vrhnji sloj	talna keramika	1,20 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,50 cm
zaščitni sloj	hidrostop elastik AB-tla+10 cm po steni	0,20 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	5,10 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnavo z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	25,00 cm
	sloji skupaj =	38,00 cm

konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	58,00 cm
N7		keramika
prostor	kuhinja - nadstropje 3	
vrhnji sloj	talna keramika	1,20 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,50 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,30 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	25,00 cm
	sloji skupaj =	39,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	59,00 cm
N8		keramika
prostor	hodnik pred stanovanji	
vrhnji sloj	talna keramika	0,90 cm
vezni sloj	cement akrilno lepilo	0,60 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20	6,50 cm
toplotna izolacija	izolacijska talna plošča za toplotno ogrevanje	5,50 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak	0,50 cm
polnilo-izolacija	izravnava z lahkim betonom (stiropor kroglice, cement, pesek)	25,00 cm
	sloji skupaj =	39,00 cm
konstrukcija	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	59,00 cm
N9		keramika
prostor	lože stanovanj	
tlak	talna keramika, R 9/10, na zaključkih plošče lož se montira nizkostenske obrobe	1,20 cm
vezni sloj	cement-akrilatno mrazoodporno lepilo	0,50 cm
hidroizolacija	polimercementna hidroizolacija, npr. hidrostop elastik AB, na stiku z steno premoščena z sika-flex trakom v višini 10cm	0,30 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20 - v naklonu 1%, od 5 do 8cm, z dodatkom proti zmrzali	8,00 cm
ločilni sloj	PE folija 0.15mmm	
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	8,00 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
	sloji skupaj =	18,50 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	38,50 cm

STREŠNE KONSTRUKCIJE		
vse strešne kritine morajo biti odporne na leteči ogenj B-roof po EU		
S1		folija-prodec
prostor	ravna streha	
drenažni-zaščitni sloj	pran prodec 8-16mm	8,00 cm
zaščitni sloj	geotekstil 200g/m2	0,10 cm
hidroizolacija - kritina	enoslojna HI koreninsko odporna membrana iz fleksibilnega poliolefina ali EPDM sintetični kavčuk, npr. SIKA Trocal SgmA folija 1,8mm	0,20 cm
termoizolacija	ekstrudirani polistiren,	5,00 cm
termoizolacija	kamena volna (154 kg/m3)	25,00 cm
parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
naklonski beton	naklonski estrih 5,0-15,0 cm	15,00 cm
	sloji skupaj =	53,30 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	20,00 cm
	sloji skupaj =	73,30 cm
S3		keramika
prostor	pohodna ravna streha - terasa	
tlak	talna keramika, R 9/10, na zaključkih plošče lož se montira nizkostenske obrobe	1,20 cm
drenažni-zaščitni sloj	cement-akrilatno mrazoodporno lepilo	0,50 cm
hidroizolacija	polimercementna hidroizolacija, npr. hidrostop elastik AB, na stiku z steno premoščena z sikaflex trakom v višini 10cm	0,30 cm
estrih	armiran betonski estrih C16/20 (odporen proti zmrzali)	5,00 cm
ločilni sloj	PE folija 0.15mmm	
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	10,00 cm
hidroizolacija - kritina	enoslojna HI koreninsko odporna membrana iz fleksibilnega poliolefina ali EPDM sintetični kavčuk, npr. SIKA Trocal SgmA folija 1,8mm	0,20 cm
toplotna izolacija	ekstrudirani polistiren, npr. URSAFOAM N-III-L	10,00 cm
akustična izolacija	penjeni PE trak 5 mm, npr. ETHAFOAM 222F	0,50 cm
parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
naklonski beton	naklonski estrih 3,0-11,0 cm	11,00 cm
	sloji skupaj =	38,70 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	22,00 cm
obdelava	2x oplesk z disperzno barvo (obrizg), bandaža, kitanje, brušenje	
S4		ALU ploč.
prostor	ravna streha - dvigalo	
kritina	Alu pločevina v naklonu 2%, na čelu venec max. 5cm, RAL 7016	0,20 cm
sekundarna kritina	strešna lepenka	0,20 cm
podkonstrukcija	vodoodbojna OSB plošča 15mm	1,50 cm
podkonstrukcija	leseni impregnirani morali, položeni križno, v naklonu strehe 2%, 2x8cm	16,00 cm
termoizolacija	vmes mineralna volna, npr. TERVOL - DDP, 2x8cm	

parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
	sloji skupaj =	17,90 cm
AB plošča	armirani beton C25/30	22,00 cm
obdelava	2x oplesk s poldisperzijsko barvo	
S5		ALU ploč.
prostor	kapa atike	
finalni sloj	Alu pločevina debeline 0,8 mm v naklonu 2%, na čelu venec max. 5cm, RAL 9006	
podkonstrukcija	jekleni pocinkani distančniki minimalne debeline 2,5 mm	0,25 cm
sekundarna kritina	strešna lepenka	0,20 cm
podkonstrukcija	vodoodbojna OSB plošča 15mm	1,50 cm
podkonstrukcija	leseni morali dim. 10x8cm, sidrani z vijaki v AB steno	10,00 cm
toplotna izolacija	vmes mineralna volna, npr. TERVOL - DDP	5,00 cm
parna zapora	npr. SIKAVAP folija	
	sloji skupaj =	16,95 cm
AB plošča-parapetni zid	armirani beton C25/30	20,00 cm
FASADA vse zunanje fasadne površine morajo biti težko vnetljivi razred B.d0 ali C-d0 po EN		
F1		omet
prostor	Fasada objekta	
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50 cm
vezni sloj	polimerno mrazoodporno elastično lepilo	0,50 cm
	vsi stiki s stavbnim pohištvo kitani s primernim kitom z upoštevanjem originalnih zaključkov ob stavbnem pohištvo. Vmes mrežica steklena vlakna z zobato gladilko horizontalno nahrapavljeno, z izvedbo ustreznih zaključkov pri prekladah, vogalih, spodnji zaključek fasade.	
toplotna izolacija	kamena volna	20,00 cm
	sloji skupaj =	21,00 cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00 cm
finalni sloj	izravnava, 2x kitanje, 2x disperzni oplesk	
F2.1		omet
prostor	cokl fasade	
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva BAUMIT CULTURE 3273	0,50 cm
vezni sloj	polimerno mrazoodporno elastično lepilo	0,50 cm
	vsi stiki s stavbnim pohištvo kitani s primernim kitom z upoštevanjem originalnih zaključkov ob stavbnem pohištvo. Vmes mrežica steklena vlakna z zobato gladilko horizontalno nahrapavljeno, z izvedbo ustreznih zaključkov pri prekladah, vogalih, spodnji zaključek fasade.	
zaščitni sloj	ekstrudirani polistiren	16,00 cm
hidroizolacija	hidroizolacija polimer bitumenska dvoslojna, na prehodu horizontale v vertikalno izvesti liro	1,00 cm
vezni sloj	hladni bitumenski premaz	
	sloji skupaj =	18,00 cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00 cm
finalni sloj	izravnava, 2x kitanje, 2x disperzni oplesk	

F3			omet
prostor	Garaža - obodna stena		
zaščitni sloj	čepasta folija		
toplotna izolacija	ekstrudiran polistiren	5,00	cm
	sloji skupaj =	5,00	cm
konstrukcija	AB stena 30 cm - BELA KAD C30/37, zagotovljena vodotesnost	30,00	cm
finalni sloj	izravnava, 2x kitanje, 2x disperzni oplesk OPOMBA: V kletnih prostorih (kolesarnica, strojne naprave, garaža, tehnični prostori, hodnik v shrambah) se izvede samo 2x disperzijski oplesk brez kitanja		
F5			omet
prostor	Fasada objekta		
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
	vsi stiki s stavbnim pohištvom kitani s primernim kitom z upoštevanjem originalnih zaključkov ob stavbnem pohištvu. Vmes mrežica steklena vlakna z zobato gladilko horizontalno napravljeno, z izvedbo ustreznih zaključkov.		
toplotna izolacija	kamena volna	20,00	cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00	cm
toplotna izolacija	kamena volna	10,00	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
	sloji skupaj =	52,00	cm
F6			omet
prostor	Fasada objekta		
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
	vsi stiki s stavbnim pohištvom kitani s primernim kitom z upoštevanjem originalnih zaključkov ob stavbnem pohištvu. Vmes mrežica steklena vlakna z zobato gladilko horizontalno napravljeno, z izvedbo ustreznih zaključkov.		
toplotna izolacija	kamena volna	20,00	cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00	cm
toplotna izolacija	kamena volna	20,00	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
	sloji skupaj =	62,00	cm
F7			omet
prostor	Fasada objekta		
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
konstrukcija	AB stena 20 cm	20,00	cm
vezni sloj	polimerno mrzoodporno elastično lepilo	0,50	cm
finalni sloj	tankoslojni fasadni omet, barva po izboru arhitekta	0,50	cm
	sloji skupaj =	22,00	cm

Z1		oplesk
konstrukcija	AB stene	
stena	AB stena	20,00 cm
obdelava	glajeno, 2 x kitano in 2 x slikano - v sanitarnih in skupnih prostorih obloženo s stenskimi keramičnimi ploščicami od tal do stropa, - v hodnikih, stanovanjskih in stopniščnih prostorih je stena kitana in opleskana. OPOMBA: V kletnih prostorih (kolesarnica, strojne naprave, garaža, tehnični prostori, hodnik v shrambah) se izvede samo 2x disperzijski oplesk brez kitanja	
		20,00 cm
Z2		oplesk
konstrukcija	AB stena med stanovanji-suhi prostori	
obdelava	izravnava, 2 x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	enojna mavčnokartonske plošče 15 mm	1,50 cm
podkonstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna debeline 5 cm, TERVOL DP5	
stena	AB stena	20,00 cm
obdelava	izravnava, 2 x poldisperzijski oplesk	
	sloji skupaj =	27,00 cm
Z3		keramika
konstrukcija	AB stena med stanovanji-mokri prostori	
finalni sloj	stenska keramika po izboru kupca ali arhitekta	0,70 cm
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo (tip lepila in način nanosa lepila določiti glede na končni izbor keramike in kvaliteto podlage)	0,30 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
stena	AB stena	20,00 cm
finalni sloj	izravnava, 2 x poldisperzijski oplesk	
	sloji skupaj =	28,00 cm
Z4		oplesk/keramika
konstrukcija	AB stena med stanovanji-kuhinja	
finalni sloj	obloga pasa v kuhinji se izvede v sklopu opreme kuhinje	
stena	AB stena	20,00 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
podložni sloj	enojna mavčnokartonske plošče 15 mm	1,50 cm
finalni sloj	izravnava, 2x poldisperzni opesk	
	sloji skupaj =	27,00 cm

Z5		oplesk
konstrukcija	opečna stena (strojne naprave, elektro prostor v kleti)	
obdelava	izravnavna, 2x poldisperzni opesk	
finalni sloj	strojni omet	1,50 cm
stena	opečni votlak	10,00 cm
finalni sloj	strojni omet	1,50 cm
obdelava	izravnavna, 2x poldisperzni opesk	
	sloji skupaj =	13,00 cm
Z5*		
konstrukcija	Predelne stene kleti - shrambe	
finalni sloj	pačokiranje, 2x Poldisperzijski oplesk	
stena	YTONG	10,00 cm
finalni sloj	pačokiranje, 2x poldisperzijski oplesk	
	sloji skupaj =	10,00 cm
Z6		oplesk/keramika
konstrukcija	instalacijska stena-kuhinja-kopalnica	
finalni sloj	obloga pasa v kuhinji se izvede v sklopu opreme kuhinje	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 1 x 12,5 mm	1,25 cm
pokonstrukcija	OSB plošče 1x12,5 mm	1,25 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,00 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, Tervol DP5	
instalacijski prostor	zračni prostor-prostor za razvod instalacij-vsi prehodi morajo biti zvočno izolirani, in zapolnjeni z mehko mineralno volno	17,00 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,00 cm
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo	0,30 cm
finalni sloj	stenska keramika po izboru kupca ali arhitekta	0,70 cm
	sloji skupaj =	32,00 cm
Z7		oplesk/keramika
konstrukcija	instalacijska stena-suhi/mokri prostori	
finalni sloj	izravnavna kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 2 x 12,5 mm	2,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,00 cm
toplotna izolacija	mineralna volna 5 cm	
instalacijski prostor	zračni prostor-prostor za razvod instalacij-vsi prehodi morajo biti zvočno izolirani, ves medprostor se zapolni z mehko mineralno volno	10,00 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,00 cm
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo	0,30 cm
finalni sloj	stenska keramika po izboru kupca ali arhitekta	0,70 cm
	sloji skupaj =	25,00 cm

Z8		keramika
konstrukcija	obloge jaškov-mokri prostori	
finalni sloj	stenska keramika po izboru kupca ali arhitekta	0,70 cm
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo (tip lepila in način nanosa lepila določiti glede na končni izbor keramike in kvaliteto podlage)	0,30 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
instalacijski prostor	zračni prostor-prostor za razvod instalacij-vsi prehodi morajo biti zvočno izolirani, ves medprostor se zapolni z mehko mineralno volno	17,00 cm
	sloji skupaj =	25,00 cm
stena	AB ali mavčnokartonska stena	
Z9		oplesk
konstrukcija	obloge jaškov-suhi prostori	
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	5,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
instalacijski prostor	zračni prostor-prostor za razvod instalacij-vsi prehodi morajo biti zvočno izolirani, ves medprostor se zapolni z mehko mineralno volno	17,00 cm
	sloji skupaj =	24,00 cm
stena	AB stena	
Z11		oplesk
konstrukcija	mavčnokartonske stene-suhi prostori	
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 2 x 12,5 cm	2,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	7,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 2 x 12,5 cm	2,50 cm
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
		12,50 cm
Z12		oplesk/keramika
konstrukcija	mavčnokartonske stene-suhi/mokri prostori	
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 2 x 12,5 mm	2,50 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	7,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 15 mm	1,50 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo (tip lepila in način nanosa lepila določiti glede na končni izbor keramike in kvaliteto podlage)	0,30 cm
finalni sloj	keramika (marazzi architettura CIGOLI 15/15, sive fuge križi 1.5 mm)	0,70 cm
		12,50 cm

Z13		oplesk
konstrukcija	mavčnokartonske stene-suhi prostori	
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 1 x 12,5 cm	1,25 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	7,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 1 x 12,5 cm	1,25 cm
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
		10,00 cm
Z14		oplesk/keramika
konstrukcija	mavčnokartonske stene-suhi/mokri prostori	
finalni sloj	izravnava kitanje, bandaža, 2x poldisperzijski oplesk	
podložni sloj	mavčnokartonske plošče 1 x 12,5 mm	1,25 cm
konstrukcija	konstrukcija, jekleni profili, npr. KNAUF	7,50 cm
toplotna izolacija	trda mineralna volna 5 cm, TERVOL DP5	
podložni sloj	vodoodbojne mavčnokartonske plošče 1 x 12,5 mm	1,25 cm
zaščitni sloj	vodoodbojni premaz	
vezni sloj	cement-akrilatno lepilo (tip lepila in način nanosa lepila določiti glede na končni izbor keramike in kvaliteto podlage)	0,30 cm
finalni sloj	keramika (marazzi architettura CIGOLI 15/15, sive fuge križi 1.5 mm)	0,70 cm
		11,00 cm