

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



LUKA MIKLAVČIČ

**NAPREDNE ELEKTRONSKE IZMERE
PROJEKTH KOLICHN IZ BIM, CAD IN PDF S
PRIMEROM**

MAGISTRSKO DELO

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM
DRUGE STOPNJE GRADBENIŠTVO**

Ljubljana, 2017

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:

LUKA MIKLAVČIČ

**NAPREDNE ELEKTRONSKE IZMERE PROJEKTHNIH KOLIČIN
IZ BIM, CAD IN PDF S PRIMEROM**

**ADVANCED ELECTRONIC MEASUREMENTS OF PROJECT
QUANTITIES FROM BIM, CAD AND PDF WITH A CASE
STUDY**

Mentor/-ica:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK: 004.946.5:69(497.4)(043)

Avtor: Luka Miklavčič, dipl. inž. grad. (UN)

Mentor: doc. dr. Tomo Cerovšek

Naslov: Napredne elektronske izmere projektnih količin iz BIM, CAD in PDF s primerom

Tip dokumenta: Mag. d.

Obseg in oprema: 83 str., 13 pregl., 51 sl.

Ključne besede: BIM, elektronske izmere, projektantski popis del, ARCHICAD, CostX

Izvilleček

V magistrskem delu je predstavljen način priprave projektantskega popisa gradbenih del z naprednimi elektronskimi izmerami projektnih količin. Glavni namen magistrskega dela je predstaviti prednosti in potencial uporabe sodobnih orodij za elektronske izmere za digitalizacijo priprave projektantskih popisov del.

V uvodnem delu so prikazane bistvene zahteve pri pripravi projektantskega popisa del in primerjava med ročnimi in elektronskimi izmerami na osnovi digitalnih dokumentov in modelov. Elektronske izmere omogočajo uporabo bolj natančnih vhodnih podatkov, kot so modeli v izvornih formatih in formatih na osnovi standarda IFC ter rastrske in vektorske risbe. Opisan je tudi pomen standarda IFC z vidika priprave projektantskih popisov del. Prav tako so predstavljene programske rešitve, ki omogočajo zajem elektronskih izmer.

V praktičnem delu naloge je predstavljen model BIM (*angl. Building Information Model*) enodružinske stanovanjske hiše, ki je bil izdelan v okolju ARCHICAD 20 na podlagi načrtov 2D CAD. Skozi delo so opisani vsi ključni koraki, ki so bili potrebni za doseg zastavljenega cilja, za končno pripravo projektantskega popisa gradbenih del v programu CostX 6.0 in izvoz le tega. Prikazane so tudi različne vizualizacije zunanosti in notranosti obravnavane enodružinske stanovanjske hiše, ki so bile pripravljene s pomočjo programa Artlantis Studio 6.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION WITH ABSTRACT

UDC: 004.946.5:69(497.4)(043)

Author: Luka Miklavčič, B. Sc. Civil Engineering

Supervisor: Assist. prof. Tomo Cerovšek, Ph. D.

Title: Advanced electronic measurements of project quantities from BIM, CAD and PDF with a case study

Document type: M. Sc. Thesis

Scope and tools: 83 p., 13 tab., 51 fig.

Keywords: BIM, electronic measurements, quantity takeoff, ARCHICAD, CostX

Abstract

The master thesis presents quantity takeoff using advanced electronic takeoff system. The main purpose of the thesis is to present main advantages and potential use of advanced tools for electronic takeoffs.

In the first part essential requirements for the preparation of quantity takeoff and comparison between manual and electronic measurements on the basis of digital documents and models are elaborated. Electronic takeoffs enable the use of more accurate input data, such models in original formats and formats based on the IFC standard and raster and vector drawings. The IFC standard is described from the point of view of quantity takeoff. Different software solutions that enable advanced electronic takeoffs are also presented and described.

The case study demonstrates the use of electronic takeoffs using a BIM model of a single-family residential house. The model was developed by ARCHICAD 20 software. The thesis describes essential steps that are necessary to achieve the objective, namely for the quantity takeoff process in the CostX 6.0 tool. We also present various exterior and interior visualizations of the single-family residential house that were prepared in the Artlantis Studio.

ZAHVALA

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

Zahvaljujem se tudi podjetju Protim Ržišnik Perc d.o.o. za prejeto projektno dokumentacijo obravnavane enodružinske stanovanjske hiše.

Za podpiranje in vzpodbujanje v času študija bi se rad iskreno zahvalil tudi družini in prijateljem.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM	I
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION WITH ABSTRACT	II
ZAHVALA.....	III
1 UVOD	1
1.1 Opis problema.....	2
1.2 Namen in cilj magistrskega dela	3
1.3 Metode dela	4
2 TEORETIČNE OSNOVE	7
2.1 Pregled literature	7
2.2 Projektantski popis gradbenih del	10
2.2.1 Splošen opis postavk.....	10
2.2.2 Splošen opis projektantske cene	12
2.2.3 Splošen opis neposrednih in posrednih stroškov	12
2.3 Elektronske izmere in BIM	13
2.3.1 Osnovni standardi na področju OPEN BIM	16
2.3.2 Napredne elektronske izmere in standard IFC	18
2.3.3 Vrste projektne dokumentacije na področju BIM	20
2.4 SWOT analiza BIM na področju priprave projektantskih popisov del	21
3 PROGRAMI ZA ELEKTRONSKE IZMERE IN PRIPRAVO PROJEKTANTSKIH POPISOV DEL.....	22
3.1 Exactal CostX.....	24
3.2 Solibri Model Checker	25
3.3 Autodesk Navisworks	27
3.4 Causeway BIMMeasure	28
3.5 PriMus – IFC	29
3.6 Vico Takeoff Manager.....	30
3.7 Primerjava programskih orodij	30

4	PRIKAZ PRIPRAVE PROJEKTANTSKEGA POPISA GRADBENIH DEL S PROGRAMOM COSTX.....	32
4.1	Splošen opis obravnavane stavbe	32
4.2	Kratek tehnični opis obravnavane stavbe	34
4.2.1	Splošne dimenzije objekta.....	34
4.2.2	Gradbena konstrukcija	34
4.2.3	Toplotna in zvočna izolacija ter hidroizolacija objekta.....	35
4.2.4	Meteorna in fekalna kanalizacija	35
4.3	Priprava modela BIM stavbe s programom Graphisoft ARCHICAD 20.....	36
4.3.1	Začetne informacije o projektu	37
4.3.2	Določitev potrebnih atributov	37
4.3.3	Modeliranje obravnavanega objekta	44
4.3.4	Priprava poročil in izvlečkov	52
4.3.5	Priprava renderjev s programom Artlantis Studio 6	53
4.3.6	Izvoz modela 3D BIM v format IFC	56
4.4	Izdelava projektantskega popisa del s programom CostX	57
4.4.1	Kratka predstavitev uporabniškega vmesnika programa CostX	58
4.4.2	Uvoz modela 3D BIM in risb 2D za pripravo izmer	60
4.4.3	Pogled izmer (angl. Dimension View)	61
4.4.4	Prikaz priprave elektronskih izmer	62
4.4.5	Stroškovni pogled (angl. Costing View).....	68
4.4.6	Prikaz priprave projektantskega popisa gradbenih del	69
4.4.7	Prikaz postopka priprave poročil	75
4.4.8	Ugotovljene prednosti in pomanjkljivosti naprednih elektronskih izmer v primerjavi s klasičnim načinom priprave izmer	76
5	ZAKLJUČEK.....	79
VIRI.....		80
SEZNAM PRILOG		83

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Glavni elementi projektantskega popisa del	11
Preglednica 2: MVD koncept za primer zajema projektnih količin in priprave ocene stroškov..	19
Preglednica 3: Primerjava programskih orodij za zajem elektronskih izmer	31
Preglednica 4: Seznam vseh pripravljenih kompozitov	39
Preglednica 5: Število vseh oken in vrat po posameznih etažah	48
Preglednica 6: Seznam pripravljenih poročil	52
Preglednica 7: Prikaz obravnavane postavke iz ureditve gradbišča	71
Preglednica 8: Prikaz obravnavane postavke iz zemeljskih del	72
Preglednica 9: Prikaz obravnavane postavke betonskih del	73
Preglednica 10: Prikaz obravnavane postavke iz tesarskih del	74
Preglednica 11: Prikaz obravnavane postavke iz zidarskih del	74
Preglednica 12: Prikaz obravnavane postavke iz kanalizacije	75
Preglednica 13: Primerjava med programoma ARCHICAD in CostX	78

KAZALO SLIK

Slika 1: Proces izdelave projektantskega popisa gradbenih del	5
Slika 2: Prikaz osnovnih korakov standarda o procesih IDM	10
Slika 3: Splošen proces priprave projektantskih popisov del na podlagi modelov BIM	14
Slika 4: Prikaz povezanosti med glavnimi standardi na področju OPEN BIM	17
Slika 5: Glavne projektne količine v primeru zidu	20
Slika 6: Prikaz modela 3D BIM v programskem okolju Exactal CostX	25
Slika 7: Prikaz odkrivanja napak modela BIM v programskem okolju Solibri Model Checker.....	26
Slika 8: Programsko okolje Navisworks Manage	28
Slika 9: Uporabniški vmesnik programa BIMMeasure	29
Slika 10: Uporabniški vmesnik programa PriMus – IFC	29
Slika 11: Uporabniški vmesnik programa Vico Takeoff Manager	30
Slika 12: Tloris pritličja obravnavane stavbe.....	33
Slika 13: Tloris nadstropja obravnavane stavbe	33
Slika 14: Primer stikovanja materialov – notranji omet, opeka, AB, kamena volna, zunanji omet.	39
Slika 15: Prikaz definiranih šrafur	43
Slika 16: Prikaz referenčnih točk	44
Slika 17: 3D model temeljev terase	46
Slika 18: 3D model spodnjega stopnišča	47
Slika 19: 3D model zgornjega stopnišča.....	47
Slika 20: 3D model jeklenih nosilcev pri ostrešju.....	48
Slika 21: Izsek iz sheme oken	49
Slika 22: Izsek iz sheme vrat	49
Slika 23: Prikaz notranje opreme dnevnega prostora z jedilnico in kuhinje.....	50
Slika 24: Izgled con v 2D pogledu	51
Slika 25: Izsek iz popisa materiala.....	53
Slika 26: Render zunanosti obravnavanega objekta 1.....	54
Slika 27: Render zunanosti obravnavanega objekta 2.....	54
Slika 28: Render zunanosti obravnavanega objekta 3.....	55
Slika 29: Render notranjosti obravnavanega objekta	55
Slika 30: Nastavitve za izvoz modela 3D v format IFC	57
Slika 31: Glavni trak z ukazi.....	58
Slika 32: Pogled izmer (angl. Dimension View).....	59
Slika 33: Stroškovni pogled (angl. Costing View)	59
Slika 34: Diagram glavnih procesov v programu CostX	61
Slika 35: Drevesni pogled nosilcev in stebrov v modelu BIM	62
Slika 36: 2D linijski način	63

Slika 37: 2D točkovni način	64
Slika 38: 3D objektni način	64
Slika 39: Splošne nastavitve skupine izmer	65
Slika 40: Nastavitev BIM izmer	66
Slika 41: Nastavitve posamezne elektronske izmere	66
Slika 42: Diagram glavnih procesov v pogledu izmer	67
Slika 43: Pogled na strukturo aktivnega delovnega zvezka	68
Slika 44: Diagram glavnih procesov v stroškovnem pogledu	69
Slika 45: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz ureditve gradbišča	71
Slika 46: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz zemeljskih del	71
Slika 47: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz betonskih del 1	72
Slika 48: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz betonskih del 2	73
Slika 49: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz tesarskih del	73
Slika 50: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz zidarskih del	74
Slika 51: Prikaz okna za urejanje in pripravo poročil	76

KRATICE

BIM	Building Information Modeling
BCF	BIM Collaboration Format
CAD	Computer Aided Design
IFC	Industry Foundation Classes
IDM	Information Delivery Manuals
IFD	International Framework for Dictionaries
JPEG	Joint Photographic Experts Group
MEP	Mechanical, electrical and plumbing
MVD	Model View Definition
PDF	Portable Document Format

Ta stran je namenoma prazna.

1 UVOD

Podobno kot v drugih storitvenih dejavnostih je tudi za gradbeno industrijo značilno, da mora biti določena projektantska ocena investicije gradbenega objekta, še preden so znani dejanski stroški zgrajenega objekta. Druga pomembna značilnost gradbeništva pa je ta, da niti dva gradbena projekta nista povsem enaka med seboj. Zaradi teh dveh dejstev je torej vsak gradbeni projekt unikaten.

Pomemben del pri izvedbi projekta je tudi projektantski popis del, kjer se okvirno določi količino del in cene za posamezno postavko. Kakovost, oblika in vsebina samega popisa del so v veliki meri odvisne od projektanta, ki pripravlja popis del. Ker trenutno v Sloveniji še ni enotnega predpisa za določanje projektantskih popisov del, lahko pride do večjih odstopanj pri izmerjenih količinah in cenah [1].

Projektantski popis del je izredno pomemben, ker z njim predvidimo končne stroške gradbenega projekta. Če je popis slabo pripravljen, so tudi stroški slabo definirani in lahko pride do velikih razlik na koncu samega projekta. Nepredvideni višji stroški največkrat pripeljejo do nekakovostno izvedenih del, podražitve projekta ali celo do ustavitve projekta v času gradnje, česar si ne želita tako investitor kot tudi ne izvajalec gradbenih del. Projektantski popis del je lahko izveden na tradicionalen ročni način ali sodobni elektronski način. To je predvsem odvisno od znanja projektanta, ki pripravlja popis del in programskih orodij, ki so mu na voljo.

Tradicionalni ročni način:

- ročno štetje vseh elementov stavbe in posamezno določanje postavk,
- cenejša programska oprema,
- v določenih primerih lahko nenatančno,
- večji nepredvideni stroški in
- zamudno popravljanje in posodabljanje projektantskega popisa del ob spremembah.

Sodobni elektronski način:

- uporaba različnih programskih orodij za elektronske izmere, ki so praviloma dražja od tradicionalnih,
- velik prihranek časa pri pripravi popisa del,
- zmanjša se verjetnost za napake pri zajemu količin,
- manjša verjetnost nepredvidenih stroškov med gradnjo,
- uvedba standardizacije (manj razlik med popisi),
- natančna in hitra ocena končnih in vmesnih stroškov gradnje,
- hitro in avtomatsko posodabljanje modela in
- avtomatska izvedba poročil in možnost vizualnega prikaza modela za boljšo predstavbo.

1.1 Opis problema

Glavna problema pri pripravi klasičnih projektantskih popisov del in obračunov izvedenih del sta:

- velika možnost nastanka napak zaradi nenatančno pripravljenih izmer in
- čas, ki ga potrebuje projektant popisovalec za svoje uspešno opravljeno delo.

Tako za investitorja kot tudi za izvajalsko gradbeno podjetje je kakovostno in natančno pripravljen projektantski popis del ključnega pomena za uspešno izvedbo projekta.

Vsak gradbeni projekt je omejen z rokom za dokončanje del. Natančnost tega roka je prav tako močno odvisna od kakovosti pripravljenega popisa del. Če je projektantski popis dobro pripravljen, so zaradi tega bolj zanesljivi predvideni stroški in kakovost izvedbe v posameznih fazah gradnje.

Velik problem tako še vedno ostaja v času, ki ga potrebuje projektant za pripravo kakovostnega popisa del. Največja težava je v tem, da se v veliki večini projektantski popisi del še vedno pripravljajo na tradicionalen ročni način, kar lahko vzame projektantu ogromno nepotrebne časa.

Optimiziranje časa na področju priprave projektantskih popisov del lahko posledično vpliva na:

- prednost pred konkurenco na trgu,
- večje število realiziranih projektov,
- večji dobiček in
- večji ugled.

Uvedba elektronskih izmer na podlagi modela BIM (*angl. Building Information Modeling*) je lahko idealna rešitev za omenjene težave pri pripravi projektantskih popisov. Dve veliki prednosti uporabe modelov BIM pri določanju količin sta [2]:

- model BIM omogoča uporabniku hitro vizualizacijo za lažje razumevanje celotnega obsega projekta in
- model BIM omogoča, da lahko avtomatsko pripravimo popise količin glede na določen material.

Pogoj za izdelavo natančnih in zanesljivih elektronskih izmer na osnovi modelov je dobro izdelan model BIM. Z vidika projektanta je ključnega pomena možnost avtomatsko-elektronskega zajemanja izmer na podlagi modela BIM, kar bistveno skrajša čas, potreben za pripravo dobrega projektantskega popisa del.

Klasično izvedene izmere so veliko bolj zamudne in manj natančne od elektronskih izmer. Spodbudno za prihodnost je dejstvo, da se vedno več držav po svetu zaveda velikega potenciala, ki ga prinaša BIM na različna področja gradbeništva. BIM tako postaja glavno vodilo za nadaljnji razvoj gradbene industrije v večjih razvitih državah (npr. Velika Britanija).

Ena od glavnih prednosti implementacije BIM na področje projektiranja je tudi to, da lahko bolj natančno napovemo celoten proces gradbenega projekta in to v bistveno krajšem času kot v primeru klasičnega projektiranja v 2D okolju. Tako nam ostane več časa za pripravo stroškovnih analiz in optimiziranje stroškov. Treba se je zavedati velikega potenciala, ki ga s seboj prinaša BIM. Na račun te novosti bodo projekti na splošno boljši, lažje nadzorovani in predvsem manj nepredvidljivi.

1.2 Namen in cilj magistrskega dela

Glavna namena tega magistrskega dela sta:

- predstaviti prednosti in priložnosti, ki jih prinašajo napredne elektronske izmere na področje priprave projektantskih popisov del in
- predstaviti različna programska orodja, s pomočjo katerih lahko do teh izmer pridemo.

Namen je tudi preveriti teoretično ozadje elektronskih izmer in predstaviti način priprave projektantskega popisa gradbenih del za primer enodružinske stanovanjske hiše na osnovi naprednih elektronskih izmer projektnih količin s pomočjo programov ARCHICAD in CostX.

Predstavljen bo celoten potek našega dela od začetnega modeliranja modela BIM stavbe (stanovanjski objekt skupaj z njegovo zunanjo ureditvijo) v programu ARCHICAD do uporabe tega modela za pripravo projektantskega popisa del in končnega izvoza le tega iz programa CostX.

Na začetku bomo nekaj besed namenili tudi splošni predstavitvi procesa BIM in kakšne so glavne smernice na tem področju tako v svetu kot v Sloveniji. V grobem bodo predstavljeni tudi standardi in normativi na področju BIM in vključevanje le teh na različna področja projektiranja. Predvsem bi radi na ta način pokazali in dokazali velik potencial, ki ga prinašajo napredne elektronske izmere projektantom, ki se ukvarjajo s pripravo projektantskih popisov del.

Cilj magistrskega dela je pripraviti kakovosten model BIM enodružinske stanovanjske hiše, ki nam bo osnova pri kasnejši določitvi naprednih elektronskih izmer in končni pripravi projektantskega popisa gradbenih del. Cilj je tudi pripraviti različne vizualizacije notranjosti in zunanosti obravnavanega stanovanjskega objekta zaradi boljše vizualne predstave le tega.

1.3 Metode dela

Celoten proces izdelave projektantskega popisa gradbenih del na podlagi modela BIM je potekal po določenih korakih, ki so si sledili v naslednjem vrstnem redu:

A. Teoretični del:

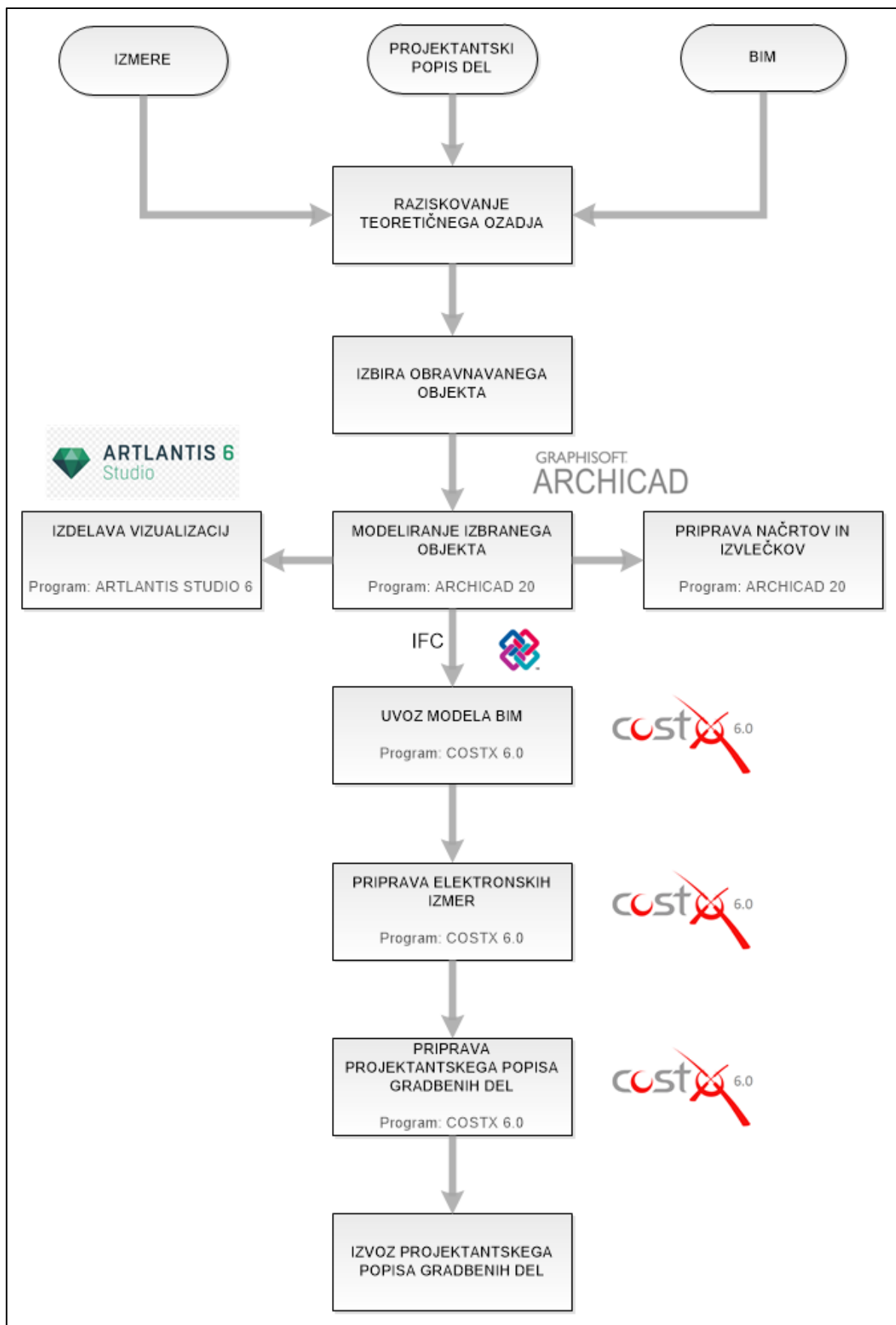
- raziskovanje teoretičnega ozadja priprave projektantskih popisov del,
- raziskovanje teoretičnega ozadja priprave elektronskih izmer in
- analiza trenutnega stanja uporabe BIM na področju priprave projektantskih popisov del.

B. Analiza orodij:

- analiza orodij, ki omogočajo zajem elektronskih izmer in
- primerjava med temi orodji.

C. Analiza delotoka na praktičnem primeru:

- izbira obravnavane enodružinske stanovanjske hiše,
- modeliranje izbrane enodružinske stanovanjske hiše s pomočjo programa Graphisoft ARCHICAD 20,
- priprava načrtov in izvlečkov v programu Graphisoft ARCHICAD 20,
- izdelava vizualizacij s pomočjo programa Artlantis Studio 6,
- izvoz modela BIM obravnavane stavbe v format IFC in uvoz v program CostX 6.0,
- priprava elektronskih izmer s pomočjo programa CostX 6.0,
- priprava projektantskega popisa gradbenih del v programu CostX 6.0 in
- izvoz projektantskega popisa gradbenih del.



Slika 1: Proces izdelave projektantskega popisa gradbenih del

Pri pripravi projektantskega popisa gradbenih del na podlagi naprednih elektronskih izmer smo morali na začetku določiti tudi nekatere glavne vhodne podatke, ki so nujni za pripravo popisa.

Ti vhodni podatki so sledeči:

- model BIM,
- načrti 2D CAD,
- risbe PDF ter
- fotografije in druge rastrske slike.

Zgoraj opisane glavne vhodne podatke lahko še dodatno razčlenimo in definiramo ter tako dobimo naslednje podatke, ki predstavljajo neko osnovo za delo projektantov popisovalcev, in sicer na nivoju projekta za izvedbo:

A. Grafični del, ki vključuje model BIM, načrte 2D CAD, risbe PDF ali rastrske slike:

- arhitekture,
- gradbenih konstrukcij,
- zunanje ureditve,
- električnih in strojnih inštalacij ter
- različnih shem in detajlov.

B. Tekstualni del:

- tehnično poročilo arhitekture,
- tehnično poročilo gradbenih konstrukcij,
- tehnično poročilo zunanje ureditve,
- tehnični poročili električnih in strojnih inštalacij in
- različni izračuni.

Projektant, ki pripravlja določen popis del, pa mora pri svojem delu upoštevati tudi različne standarde, predpise in tehnične specifikacije, ki se nanašajo na aktualen gradbeni projekt. Prav tako kot upoštevanje standardov je pomembno tudi poznavanje različnih gradbenih normativov, ki vplivajo na končno ceno neke postavke.

Pri določanju končne cene mora projektant popisovalec poznati tudi nekatere priporočene in aktualne priročnike, ki se nanašajo na področje priprave popisov del. Ti priročniki lahko velikokrat olajšajo in pohitijo pripravo. Priporočeno je tudi upoštevanje splošnih pravil stroke in nekaterih določil.

Poleg vsega naštetega mora projektant, ki je zadolžen za pripravo projektantskih popisov del, poznati tudi trenutne razmere na domačem in tujem trgu. V tem primeru so bistveni zanesljivi podatki od čim več različnih izvajalcev kakor tudi proizvajalcev.

2 TEORETIČNE OSNOVE

Tehnologija BIM postaja vse bolj pomembna na številnih področjih gradbeništva, in sicer od začetnih faz projektiranja, med samo izvedbo in do končnega vzdrževanja. BIM prinaša na vsa področja gradbeništva velik napredek in potencial. Tega se vedno bolj zavedajo tako projektantske kot izvajalske firme in tudi sami investitorji.

Vpliv procesa BIM je moč čutiti tudi na področju priprave projektantskih popisov del, ki pa je trenutno še vedno v začetni fazi uvajanja. V tem teoretičnem uvodu bomo nekaj besed namenili splošni razlagi procesa BIM in naprednih elektronskih izmer ter opisali različne ugotovitve, do katerih smo prišli ob pregledu literature.

Predstavili bomo potencial, ki ga prinaša BIM na področje priprave projektantskih popisov del ter razložili prednosti in slabosti podatkovnega standarda IFC. Med seboj bomo primerjali klasično in elektronsko pripravo izmer ter standardni način priprave projektantskih popisov del s pripravo projektantskih popisov del na podlagi modelov BIM. V tem poglavju bodo razloženi tudi različni stroški, ki so prisotni v procesu gradnje.

2.1 Pregled literature

Vzporedno z razvojem informacijske tehnologije so se razvijali in izpopolnjevali tudi načini projektiranja. Ključno pri vsem je to, da je potrebno držati stik s časom tudi na področju priprave izmer projektnih količin in čimbolj izkoristiti potencial, ki ga prinaša tehnološki razvoj [3].

Razvoj informacijske tehnologije je vplival na spremembo načina komuniciranja v gradbeni industriji. Še vedno so prisotni tradicionalni načini komuniciranja (pošta, telefonski klici, sestanki,...), vendar pa v ospredje prihajajo predvsem nove sodobne oblike komuniciranja. Ta sodobni način komunikacije je zlasti vplival na hitrejši pretok informacij med sodelujočimi na projektu in na boljši izkoristek časa. Vse to je vplivalo na sam proces projektiranja, ki se je na račun različnih novosti precej skrajšal in optimiziral. Če gledamo globalno, so danes v gradbeni industriji prisotne naslednje prevladujoče sodobne oblike komuniciranja [3]:

- elektronska pošta,
- deljenje dokumentov preko različnih spletnih programskih rešitev (omogočajo nadzor in pregled nad vso projektno dokumentacijo),
- video konference,
- spletne kamere,
- internet,
- forumi,
- deljenje informacij v oblaku in
- BIM.

Programska orodja, ki omogočajo pripravo modelov BIM, nudijo tudi dober sistem za organiziranje risb 2D, modelov, dokumentov, detajlov in različnih specifikacij. Ta orodja so namenjena tudi izmenjavi različnih informacij ter omogočajo zelo dobro komunikacijo vseh udeležencev [3].

Pomembno za projektante popisovalce je to, da BIM omogoča pripravo naprednih elektronskih izmer projektnih količin direktno iz modela. Na ta način je prihranjenega veliko dragocenega časa, predvsem pa se izboljša komunikacija in koordinacija med projektanti in popisovalci skozi različne faze projekta. Popisovalcem je na ta način omogočeno, da v različnih fazah projekta hitro pridejo do želenih količin gradbenih materialov. Te količine so tudi stalno ažurirane v primeru kakršnihkoli sprememb na modelu BIM [3].

Poleg procesa BIM prihaja vedno bolj v ospredje tudi organiziranje in deljenje vseh informacij ter dokumentov na gradbenem projektu s pomočjo različnih spletnih programskih rešitev. Tako je omogočen bolj kvaliteten pregled in nadzor nad projektno dokumentacijo skozi vse faze projekta. Omogočen je boljši pregled nad celotnim projektom tudi samemu investitorju oziroma naročniku.

Ob pregledu literature, ki zajema različna področja priprave ocen stroškov gradbenih projektov, smo prišli do naslednjih pomembnih ugotovitev [4]:

- ocena stroškov gradbenega projekta je izredno pomemben dejavnik pri odločanju že v zgodnjih fazah in nadaljnjih fazah projektiranja,
- priprava ocen stroškov na podlagi risb 2D velikokrat pripelje do napak in negotovosti zaradi različnih dejavnikov (slaba komunikacija, človeške napake, pomanjkljivo znanje projektanta popisovalca itd.),
- če želimo dobiti zanesljivo in čim bolj točno oceno stroškov gradbenega objekta, so ključnega pomena natančne informacije o tem objektu,
- rešitev za te težave se skriva v pripravi izmer projektnih količin na podlagi modela 3D BIM.

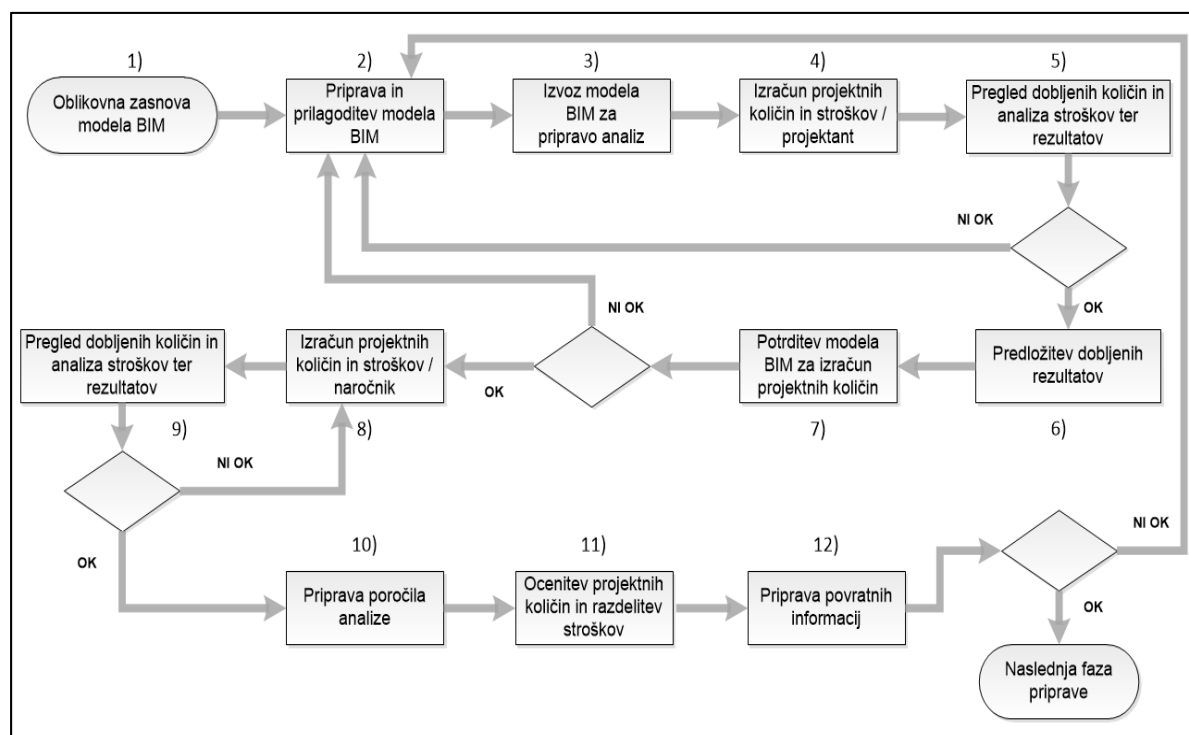
Projektantski popis del je izredno pomemben člen pri pripravi ocene stroškov gradbenega projekta. Na podlagi le tega namreč lahko hitro ugotovimo, če smo še vedno znotraj zastavljenega proračuna projekta. Skozi posamezne faze gradbenega projekta se vzporedno s projektom povečuje kompleksnost popisa del.

Standard o procesih IDM vključuje med drugim tudi proces priprave projektantskega popisa del, ki se nanaša na začetno fazo projekta, in sicer na oblikovno zasnovo. Omenjeni standard bo bolj podrobno opisan v nadaljevanju. Namen tega procesa je tako ugotoviti izvedljivost različnih konceptov glede na predvideno velikost investicije.

Predstavitev osnovnih korakov standarda o procesih IDM, ki so potrebni za končno pripravo projektantskega popisa del na podlagi modela BIM [5]:

- 1) oblikovna zasnova modela BIM: na tej točki arhitekt definira oblikovno zasnovo predvidenega objekta. V tem prvem koraku bi morali imeti določeno predvideno lokacijo gradnje, geopozicionirano orientacijo obravnavanega objekta, nulto koto objekta, določene glavne informacije o objektu, 3D geometrijo sosednjih objektov, 3D geometrijo obravnavanega objekta, itd.,
- 2) priprava in prilagoditev modela BIM: v tem delu arhitekt pripravi model BIM obravnavanega objekta do predvidene faze, ki bo zadostovala potrebam za zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin,
- 3) izvoz modela BIM za pripravo analiz: s tem ko je model BIM pripravljen, se izvozi v format IFC za kasnejši zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin,
- 4) izračun projektnih količin in stroškov: ta korak predstavlja pripravo ocene stroškov gradbenega projekta, za katero je zadolžen projektant popisovalec,
- 5) pregled dobljenih količin in analiza stroškov ter rezultatov: v tem delu se preverijo in pregledajo dobljeni rezultati s pomočjo različnih programskih orodij (v primeru, da zastavljeni cilji v tem koraku niso doseženi, se moramo vrniti nazaj na drugo točko procesa). Za pregled dobljenih rezultatov je zadolžen projektant,
- 6) predložitev dobljenih rezultatov: v primeru, da so rezultati zadovoljivi, se predložijo naročniku v pregled in uporabo,
- 7) potrditev modela BIM za izračun projektnih količin: naročnik v tem delu potrdi pripravljen model BIM (v primeru, da model BIM ne ustreza naročnikovim željam se moramo vrniti nazaj na drugo točko procesa),
- 8) izračun projektnih količin in stroškov: v primeru, da je model BIM potrjen, lahko naročnik sam preveri in optimizira projektne količine in dobljene cene oziroma za to nalogo najame zunanjega svetovalca za preveritev,
- 9) pregled dobljenih količin in analiza stroškov ter rezultatov: v tem koraku se pregledajo in ovrednotijo dobljeni rezultati s strani naročnika (v primeru zavrnitve rezultatov se vrnemo nazaj na osmo točko procesa),
- 10) priprava poročila analize: ta korak vključuje pripravo poročila analize, kjer so med seboj primerjani dobljeni rezultati naročnika in projektanta,
- 11) ocenitev projektnih količin in razdelitev stroškov: naročnik sam oceni poročilo analize oziroma za to najame zunanjega svetovalca in
- 12) priprava povratnih informacij: naročnik v tem delu procesa dokumentira končne projektne količine in analizo stroškov ter to posreduje projektantu. Naročnik v tem koraku torej potrdi oziroma zavrne dobljene projektne količine in analizo stroškov.

Za lažjo predstavo zgoraj opisanih osnovnih korakov standarda o procesih IDM smo pripravili tudi grafičen pogled na interakcijo med temi koraki, ki je prikazan na naslednji sliki.



Slika 2: Prikaz osnovnih korakov standarda o procesih IDM [5]

2.2 Projektantski popis gradbenih del

V tem delu bomo na splošno opisali, kako lahko določimo posamezno postavko v projektantskem popisu del, kakšna so osnovna pravila pri določanju postavk, kaj mora vsaka posamezna postavka zajemati v opisu in kakšne merske enote postavk so v uporabi pri nas. Nekaj besed bomo namenili tudi splošnim pravilom, ki jih je treba upoštevati pri pripravi izmer projektnih količin in posledično projektantskih popisov del. Osredotočili se bomo predvsem na pripravo izmer projektnih količin, ki zajema področje gradbenih del.

2.2.1 Splošen opis postavk

Vsak projektantski popis del je sestavljen iz posameznih postavk, ki jih določi projektant, zadolžen za pripravo popisa del. Postavka je torej osnovni element projektantskega popisa del. Vsaka postavka je sestavljena iz naslednjih glavnih delov:

- številka postavke,
- opis postavke,
- enota mere,
- količina izmere,
- cena za enoto mere in
- vrednost postavke.

V praksi se lahko srečamo z veliko raznolikostjo popisov del, kar je največkrat posledica projektanta, ki sam pripravlja popis del. Od njega sta namreč odvisna kakovost in izgled samega popisa del ter posledično napake in pomanjkljivosti pri določitvi količin, ki se največkrat ugotovijo šele med samo izvedbo del. Dejstvo je, da se prevečkrat nameni zelo malo pozornosti pripravi projektantskih popisov del v zgodnjih fazah projekta, kar lahko posledično pripelje do znatne podražitve projekta oziroma celo do opustitve projekta v fazi izvedbe. Popisi del so izredno pomemben člen projektne dokumentacije, saj z njimi opišemo tudi tiste elemente objekta, ki jih z risbami in tehničnimi poročili ni mogoče definirati [1].

Splošen opis postavke mora odgovoriti na naslednja vprašanja [1]:

- kakšna je splošna vrsta dela,
- za kakšen element oziroma proizvod gre,
- kakšen bo končni izgled tega elementa oziroma proizvoda,
- s kakšno kakovostjo materiala imamo opravka,
- kakšni so pogoji izvedbe,
- kako je organiziran transport materiala,
- s kakšno enoto mere bomo izmerili količino itd.

Naslednja preglednica prikazuje členitev projektantskega popisa del glede na skupino in vrsto del.

Preglednica 1: Glavni elementi projektantskega popisa del [1]

<u>SKUPINA DEL:</u>	GRADBENA	ZAKLJUČNA – OBRTNIŠKA	INŠTALACIJSKA
<u>VRSTA DEL:</u>	zemeljska dela	tesarska dela	strojne inštalacije
	pripravljalna dela	krovska dela	električne inštalacije
	betonska dela	kleparska dela	
	železokrivska dela	stavbnoključavničarska dela	
	opažarska dela	suhomontažna dela	
	delovni in fasadni odri	stavbnomizarska dela	
	zidarska dela	izolacijska dela	
	kanalizacijska dela	steklarska dela	
		keramičarska dela	
		kamnoseška dela	
		cementninarska dela	
		slikopleskarska dela	
		tapetarska dela	
		fasaderska dela	
		mavčna dela	
		podopolagalska dela	
		roletarska dela	
		pasarska dela	

V našem primeru priprave projektantskega popisa del smo se osredotočili predvsem na gradbeno skupino del, ki jih zajema drugi stolpec v prejšnji preglednici. Za lažjo predstavbo bosta v nadaljevanju prikazana dva različna primera opisa postavke, ki smo ju pripravili v našem projektantskem popisu gradbenih del. Zelo pomembno pri splošnem opisu postavke je to, da je le ta napisan nedvoumno in predvsem razumljivo. Prvi primer postavke se tako nanaša na področje zemeljskih del, medtem ko drugi primer prikazuje področje betonskih del.

A. Zemeljska dela, št. postavke 04, enota mere m³

Opis postavke: široki strojni izkop zemljine III. kategorije v globini do 1,00 m. Nakladanje materiala na transportno sredstvo in odvoz na stalno deponijo s plačilom vseh komunalnih pristojbin in taks.

B. Betonska dela, št. postavke 03, enota mere m³

Opis postavke: dobava in vgrajevanje betona C 25/30, XC2 v AB talno ploščo pod objektom in teraso, beton prereza:

- 0,08–0,12 m³/m² in
- 0,20–0,30 m³/m².

2.2.2 Splošen opis projektantske cene

Projektantska cena je izrednega pomena pri pripravi projektantskih popisov del. Od kakovosti in natančnosti le te je odvisna tudi končna realizacija gradbenega projekta. Bolj kot so projektantske cene natančno definirane, boljša je predvidena končna ocena investicije gradbenega projekta in manjša je verjetnost, da bi med gradnjo prišlo do velikih nepredvidenih stroškov in skupne podražitve projekta. Ključno pri projektantskih cenah je to, da se na podlagi le teh pripravi projektantski popis del. Kakovost projektantskega popisa del je tako v veliki meri odvisna od kakovostno določenih projektantskih cen. Le ta najbolj vpliva na investitorja kot tudi na posamezne izvajalce projekta. Cena na enoto je največkrat določena na podlagi izkušenj pri preteklih projektih, glede na trenutne cene materialov in storitev na trgu in po projektantovi strokovni presoji. Cena na enoto, ki jo določi projektant, je pomemben del projektantskega predračuna. Projektantski predračun je tako sestavljen iz posameznih opisov del, količin in cen na enoto in je ključen pri pripravi ponudbe s strani izvajalca. Od projektantske cene je tako odvisna ponudbena cena in kasneje tudi pogodbeni cena, ki je določena v pogodbi [1].

2.2.3 Splošen opis neposrednih in posrednih stroškov

Pred razlago neposrednih in posrednih stroškov, bomo najprej predstavili stroškovni nosilec in stroškovno mesto. Stroškovno mesto predstavlja lokacijo (npr. gradbišče), kjer nastajajo stroški. Stroškovni nosilec pa je proizvod oziroma storitev, ki je vzrok za nastale stroške [1].

O neposrednih stroških govorimo takrat, ko lahko že takoj ob pojavu določenih stroškov le te pripišemo stroškovnemu nosilcu. Ko pa imamo opravka s stroški, ki so nastali zaradi dveh ali več stroškovnih nosilcev, pa govorimo o posrednih stroških. Kot primer posrednih stroškov lahko vzamemo cement iz cementarne [1].

Neposredni stroški, ki so prisotni v gradbeništvu [1]:

- osnovni neposredni stroški (npr. železo),
- sestavljeni neposredni stroški (npr. beton),
- neposredni transportni stroški (npr. transport materiala),
- neposredni stroški strojnih storitev (npr. žerjav) in
- neposredni stroški dela (npr. plača delavca).

Posredni stroški, ki so prisotni v gradbeništvu [1]:

- posredni materialni stroški (npr. gorivo),
- posredni transportni stroški (npr. transport delavcev do gradbišča),
- posredni stroški strojnih storitev (npr. ogrevanje) in
- posredni stroški dela (npr. odsotnost delavca zaradi bolezni).

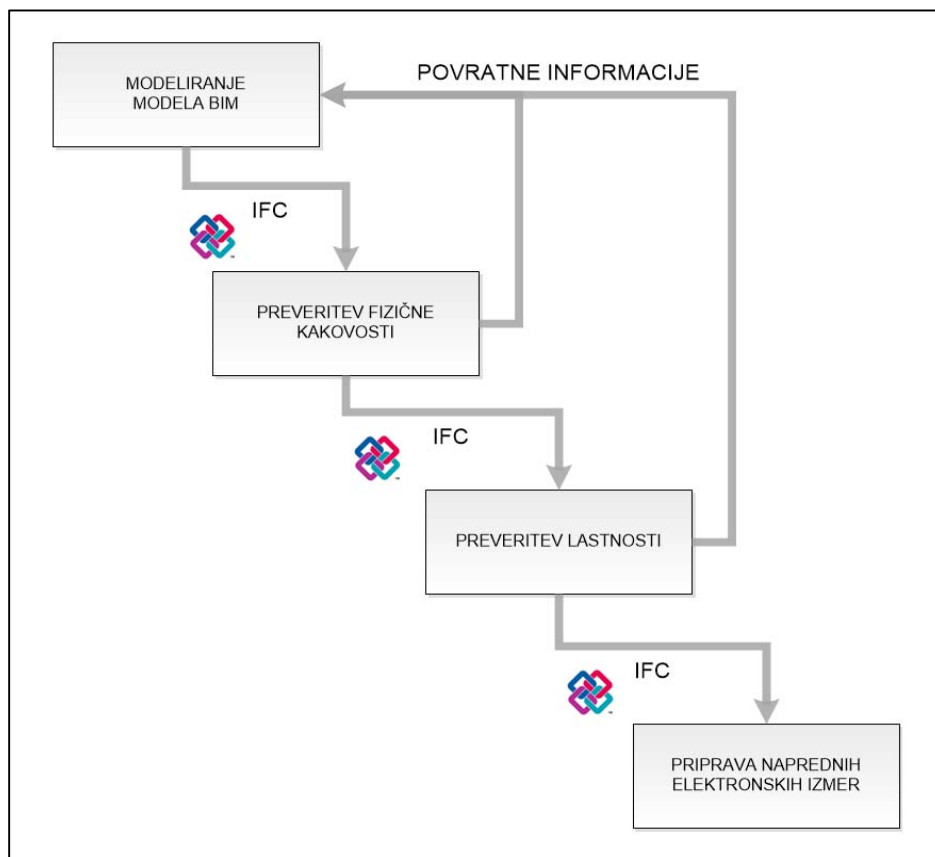
2.3 Elektronske izmere in BIM

Informacijsko modeliranje zgradb (*angl. Building Information Modeling*) predstavlja nov sodoben proces, ki vključuje vsa področja gradbeništva, in sicer od začetnega planiranja do končnega vzdrževanja in upravljanja objekta. Tehnologija BIM v ospredje postavlja predvsem pretok informacij ter povezovanje in sodelovanje med vsemi strokami skozi vse faze gradbenega projekta. Končni rezultat tega sodelovanja predstavlja skupni model BIM z vsemi potrebnimi informacijami o tem modelu in o samem gradbenem projektu, ki je nato aktualen tudi skozi celotno življenjsko dobo objekta [6].

Napredne elektronske izmere so tako eden od ključnih elementov pri končni oceni investicije in so tiste izmere, ki jih pripravimo na podlagi modela BIM, načrtov CAD, datotek PDF ali fotografij. Velika prednost pred klasičnim načinom priprave popisov del je zelo natančna določitev stroškov že v začetnih fazah projekta in ažurno posodabljanje podatkov ob morebitnih spremembah pri modeliranju in projektiranju. Eden od glavnih členov pri pripravi naprednih elektronskih izmer je seveda tudi ustrezna programska oprema, ki nam omogoča izpolnitev vseh zahtev. Uporabljena programska oprema mora biti predvsem kompatibilna z vso ostalo programsko opremo, ki sodeluje pri pripravi modela BIM ter nas mora na smiseln način pripeljati do zastavljenega cilja. Treba se je zavedati, da je vsak gradbeni projekt zgodba zase in mora biti zato tudi programsko orodje dovolj fleksibilno, da lahko zadosti različnim potrebam, ki se vedno znova pojavljajo na trgu [7].

Proces priprave projektantskih popisov del na podlagi modelov BIM je sestavljen iz naslednjih glavnih štirih korakov, ki so povezani med seboj [8]:

- modeliranje modela BIM,
- preveritev fizične kakovosti,
- preveritev lastnosti in
- priprava naprednih elektronskih izmer.



Slika 3: Splošen proces priprave projektantskih popisov del na podlagi modelov BIM [8]

Ker je danes na voljo veliko različnih programskih rešitev za pripravo modelov BIM, je lahko ravno toliko tudi različnih formatov datotek, ki jih na koncu priprave uvozimo v orodja za zajem naprednih elektronskih izmer. Da bi se izognili temu globalnemu problemu, se je pojavil univerzalni jezik za izboljšanje komunikacije in povezljivosti med različnimi programskimi orodji [9].

IFC (*angl. Industry Foundation Class*) kot univerzalni jezik predstavlja nekakšen most med izvažanjem in uvažanjem v primeru uporabe različnih programskih orodij pri projektnem delu. Zelo podobna zgodba je tudi pri programih, ki služijo pripravi projektantskih popisov del. Zato je tudi na tem področju priporočena uporaba univerzalnega jezika IFC, ki nam tako omogoča uvoz modela BIM iz različnih modelirnih programov v programe za zajem naprednih elektronskih izmer [9].

V nadaljevanju bomo bolj podrobno opisali vse različne formate datotek, ki jih lahko uporabi projektant popisovalec za zajem naprednih elektronskih izmer. Te datoteke so naslednje [12]:

- različne 2D rastrske slikovne datoteke (BMP, GIF, JPEG, JPG, PNG, TIF ali PDF),
- 2D in 3D PDF datoteke,
- 2D in 3D CAD datoteke in
- modeli BIM.

2D rastrske slikovne datoteke so slike, ki so sestavljene iz različno velike mreže pikslov. Vse rastrske slikovne datoteke so resolucijsko odvisne, kar posledično vpliva na kvaliteto same slike. To pomeni, da v primeru povečanja in razširjanja slike izgubljamo na kvaliteti le te. Poleg naštetega je problem rastrskih datotek tudi v njihovi velikosti, ki je običajno precej večja v primerjavi z ostalimi formati datotek, če izvzamemo model BIM [12].

V nasprotju z rastrskimi datotekami so vektorske datoteke resolucijsko neodvisne. To pomeni, da v primeru povečanja in približevanja ne izgubijo na kvaliteti. Vektorska slika je tudi sestavljena iz različnih geometrijskih elementov (točke, linije, krivulje, poligoni,...). Bistvena razlika med vektorsko in rastrsko datoteko je v tem, da je vektorska datoteka risba, medtem ko je rastrska datoteka zgolj slika risbe [12].

Kljub temu, da delujejo vsi CAD programi na podlagi vektorske grafike, se velikokrat zgodi, da se risbe shranjuje v rastrske slikovne datoteke. V tem primeru tudi te risbe postanejo resolucijsko odvisne. V primeru obdelave vseh rastrskih slikovnih datotek je zelo pomembno, da si na začetku nastavimo pravilno merilo risbe. Najbolj pogost format za izmenjavo datotek je trenutno PDF. Datoteke PDF pa so lahko rastrske ali vektorske. Vektorske datoteke PDF lahko vsebujejo tudi plasti (*angl. Layers*). Kadar imamo na voljo vektorske datoteke, lahko pri zajemu izmer uporabimo več različnih načinov, ki so v primerjavi z zajemom izmer na podlagi rastrskih datotek precej hitrejši in enostavnejši [12].

CAD datoteke vsebujejo veliko različnih podatkov, ki jih lahko dobro izkoristimo v primeru zajema elektronskih izmer [12]:

- plasti (*angl. Layers*),
- bloke (*angl. Blocks*) in
- polilinijske (*angl. Polylines*).

Plasti, bloki in polilinijske nam lahko močno olajšajo in pohitrijo pripravo izmer, ko imamo na voljo CAD datoteke. Še več podatkov in možnosti za zajem naprednih elektronskih izmer pa nam omogoča model BIM, ki je med vsemi datotekami najbolj dovršen in v sebi nosi največ informacij.

2.3.1 Osnovni standardi na področju OPEN BIM

V gradbeni industriji se je zaradi velikega števila različnih programskih rešitev pojavilo občutno zmanjšanje produktivnosti. Težava se je skrivala v tem, da programska orodja zaradi različnih izvoznih formatov enostavno niso bila več kompatibilna med seboj.

Z željo po izboljšanju produktivnosti in koordinacije, je bilo najprej potrebno zagotoviti povezanost različnih disciplin tekom določenega gradbenega projekta. Da bi ponovno vzpostavili dobro sodelovanje in koordinacijo vseh udeležencev, se je tako pojavil pristop openBIM. Za openBIM je značilno, da gre za univerzalni pristop do povezovanja in sodelovanja na področju projektiranja, izvedbe in končnega obratovanja objektov. Ta pristop pa temelji na določenih odprtih standardih in delovnih procesih, ki bodo na kratko predstavljeni v nadaljevanju [10].

Osnovni standardi na področju OPEN BIM so [11]:

- standard o procesih IDM (*angl. Process Standard – Information Delivery Manual*),
- podatkovni standard IFC (*angl. Data Standard – Industry Foundation Class*),
- sprememba koordinacije BCF (*angl. Change Coordination – BIM Collaboration Format*),
- mednarodni podatkovni slovar IFD (*angl. Mapping of Terms – International Framework for Dictionaries*) in
- razlaga procesov MVD (*angl. Process Translation – Model View Definition*).

Standard o procesih IDM vključuje poslovne procese in določa postopno vključevanje procesov ter hkrati zagotavlja neko natančno specifikacijo o informacijah, ki se nanašajo na posamezne korake tekom projekta [11].

Kot smo že omenili, je podatkovni standard IFC univerzalni jezik, ki je sam po sebi nevtralen in odprt ter povsem nekontroliran s strani kakršnekoli organizacije. Standard IFC je predvsem namenjen deljenju informacij med različnimi projektnimi sodelavci preko različnih programskih orodij. Ključnega pomena pri tem standardu je interoperabilnost podatkov. Omogoča namreč izmenjavo informacij preko različnih programskih orodij, ki v nasprotnem primeru ne bi bila mogoča [11].

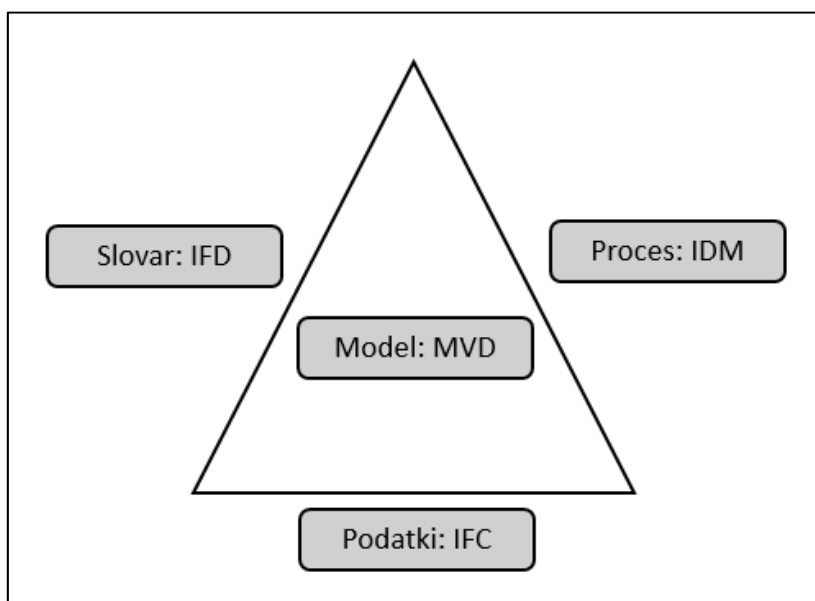
Sprememba koordinacije BCF je poenostavljen standard, ki preko kodiranih sporočil omogoči komunikacijo med različnimi BIM programskimi orodji. Razvit je bil s strani Tekla Corporation in Solibri Inc in je trenutno v beta fazi [11].

Mednarodni podatkovni slovar predstavlja enega od ključnih delov tehnologije buildingSMART. Omenjeni slovar je neka referenčna knjižnica, ki temelji na standardu IFD in je predvsem namenjen temu, da podpira izboljšanje interoperabilnosti v gradbeništvu. IFD med drugim omogoča uporabnikom različne programske opreme, ki je skladna z IFC, standardizacijo vseh informacij v modelu BIM [11].

Razlaga procesov MVD je del standarda IFC in je namenjena temu, da podpira posebne zahteve v primeru podatkovnih izmenjav med sodelavci znotraj nekega projekta. Ta podpora je mišljena v celotnem življenjskem ciklu določenega gradbenega projekta [11].

Vsi predstavljeni standardi so med seboj tesno povezani in igrajo ključno vlogo pri zagotavljanju interoperabilnosti na področju BIM. Standard IFC si lahko na kratko predstavljamo kot osnovni operacijski sistem, ki omogoča prenašanje podatkov in informacij. Standard IFD lahko opišemo kot slovar oziroma besednjak, medtem ko se standard IDM nanaša na različne pomembne procese tekom gradbenega projekta in predvsem opisuje katero specifično informacijo je potrebno izmenjati ter v katerem trenutku projekta. Pomemben pa je tudi standard MVD, ki med drugim določa pretvorbo informacij iz IDM v IFC. Standard MVD si lahko predstavljamo kot aplikacije, ki delujejo na podlagi IFC [11].

Glavni namen teh standardov je zagotoviti prosto izmenjavo podatkov in informacij skozi celoten življenjski cikel projekta. Ta prosta izmenjava podatkov pa mora veljati za vse udeležence na projektu in za vso uporabljeno programsko opremo. Naslednja slika prikazuje povezanost med predstavljenimi glavnimi standardi na področju OPEN BIM [11].



Slika 4: Prikaz povezanosti med glavnimi standardi na področju OPEN BIM [11]

2.3.2 Napredne elektronske izmere in standard IFC

Kot smo že omenili, je eden od glavnih ciljev procesa BIM dobiti končni skupni model, ki bo v sebi združeval vse potrebne informacije vseh udeležencev tekom določenega gradbenega projekta od začetka do konca.

To velja tudi za področje priprave projektantskih popisov del. Ker imamo danes na voljo veliko število različnih modelirnih programov, se je tudi na tem področju zelo dobro izkazala uporaba podatkovnega standarda IFC pri izmenjavi informacij med programskimi orodji. Podobno kot imata recimo programa ARCHICAD in Revit splošna pravila pri določanju različnih interakcij in razmerij med posameznimi modelirnimi elementi, omogoča IFC nevtralen zapis teh istih razmerij. Na ta način je bila omogočena priprava naprednih elektronskih izmer na podlagi modelov BIM iz vseh glavnih arhitekturnih modelirnih programov, kot so to Revit, ARCHICAD in MicroStation.

Glavni modelirni programi tako omogočajo izvoz oziroma uvoz glavnih projektnih količin tudi preko modela IFC. Zato ker imajo lahko posamezni modelirni programi povsem unikatne programske sheme, ni priporočena večkratna uporaba (izvoz in ponovni uvoz) istega modela IFC med različnimi programskimi orodji. V primeru večkratnega uvoza modela IFC namreč lahko pride do izgube nekaterih informacij, ki so zapisane v modelu IFC. Pripravljen model IFC je sestavljen iz več različnih subjektov, ki so lahko fizični (npr. plošča) ali pa abstraktni (npr. dejavnost) [12].

Glavne projektne količine (predstavljene v nadaljevanju) so vključene samo pri posameznih elementih pripravljenega modela BIM, kot so prostori, zidovi, odprtine, okna, vrata, plošče, nosilci, stebri, obešene fasade in ograje. Nekateri drugi pomembni elementi, ki so trenutno še izvezeti, naj bi bili vključeni ob izidu standarda IFC4. Med drugim naj bi standard IFC4 prinesel tudi neko urejeno standardizacijo količin pri pripravi elektronskih izmer in določene izboljšave na področju 5D BIM. Projektne količine so pripisane objektom preko IFC sheme. Pomembno je vedeti, da so glavne projektne količine ločeno izračunane iz pripravljene geometrije modela BIM, in sicer kot del izvoznega postopka v format IFC. Pri zajemu projektnih količin je definiranih pet glavnih tipov teh količin, ki veljajo tako za prostore kot tudi za posamezne objekte. Glavni tipi projektnih količin so tako sledeči [12]:

- dolžina (*angl. IfcQuantityLenght*),
- površina (*angl. IfcQuantityArea*),
- volumen (*angl. IfcQuantityVolume*),
- štetje (*angl. IfcQuantityCount*) in
- teža (*angl. IfcQuantityWeight*).

Razlaga procesov MVD predstavlja splošno specifikacijo za izvoz modela BIM v format IFC iz različnih modelirnih programov in med drugim na zelo nazoren način preko različnih diagramov in shem razloži splošen koncept, ki se v tem primeru nanaša na zajem projektnih količin in pripravo ocene stroškov določenega gradbenega projekta [13]. V nadaljevanju bo s pomočjo preglednice predstavljena splošna oblika MVD koncepta za primer nekega osnovnega generičnega modela BIM.

Preglednica 2: MVD koncept za primer zajema projektnih količin in priprave ocene stroškov [13]

PREGLED MVD					
PROJEKT	Strukturni model	Arhitekturni sistemi	Strojniški sistemi	Električni sistemi	Vodovodni sistemi
	gradbišče	nosilec	HVAC sistem	sistemi električne energije	sistem s hladno vodo
	zgradba	steber	vertikalni cirkulacijski sistem	sistemi razsvetljave	sistem s toplo vodo
	etaža	vrata			sistem odpadne vode
	prostor	oprema			
		sanitarije			
		rampa			
		plošča			
		stopnice			
		zid			
		okno			

MVD koncept v nadaljevanju za vsak posamezen sklop (gradbišče, nosilec itd.) iz zgornje preglednice dodatno prikaže in razčleni vse informacije, ki bodo vključene ob izmenjavi tega sklopa (npr. ob izvozu modela v format IFC).

Za lažji prikaz projektnih količin določenega 3D elementa v modelu BIM, smo iz programa ARCHICAD izvozili poljuben zid obravnavanega objekta v format IFC. Če nato IFC model zidu uvozimo v program CostX, so temu zidu pripisane naslednje projektne količine:

- bruto površina zidu gledano iz zraka (*angl. GrossFootprintArea*),
- bruto površina zidu gledano iz strani (*angl. GrossSideArea*),
- bruto volumen zidu (*angl. GrossVolume*),
- višina zidu (*angl. Height*),
- dolžina zidu (*angl. Length*),
- neto površina zidu gledano iz zraka (*angl. NetFootprintArea*),
- neto površina zidu gledano iz strani (*angl. NetSideArea*),
- neto volumen zidu (*angl. NetVolume*) in
- debelina zidu (*angl. Width*).

Name	Value
AC_Pset_RenovationAndPhasing	
BaseQuantities	
BaseQuantities.GrossFootprintArea	1, m2
BaseQuantities.GrossSideArea	8, m2
BaseQuantities.GrossVolume	2, m3
BaseQuantities.Height	2790, mm
BaseQuantities.Length	3200, mm
BaseQuantities.MethodOfMeasurement	ArchiCAD BIM Base Quantities
BaseQuantities.Name	BaseQuantities
BaseQuantities.NetFootprintArea	1, m2
BaseQuantities.NetSideArea	8, m2
BaseQuantities.NetVolume	2, m3
BaseQuantities.Width	320, mm
Exactal	
IfcBuildingStorey	
IfcColourRgb	
IfcMaterialList	
IfcPresentationLayerAssignment	
IfcSurfaceStyle	
IfcWall	
Pset_WallCommon	
System Property	
ZID: POMONI OBJEKT FASADA OMET (OPEKA) 320	

Slika 5: Glavne projektne količine v primeru zidu

Kot lahko opazimo pri zgoraj prikazani sliki, imamo na voljo še veliko drugih informacij o izbranem 3D elementu (v našem primeru je to zunanji nosilni zid). Tako so recimo izbranemu 3D elementu pripisani tudi vsi materiali, ki nastopajo v kompozitu in drugi uporabni podatki.

2.3.3 Vrste projektne dokumentacije na področju BIM

Projektna dokumentacija na področju BIM se v določenih segmentih razlikuje s projektno dokumentacijo, ki je predpisana v Sloveniji. V Sloveniji so tako zakonsko predpisane naslednje vrste projektne dokumentacije [14]:

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

V primerjavi s slovensko zakonodajo pa so na področju BIM predpisane vrste projektne dokumentacije, ki se delijo glede na stopnjo podrobnosti pri modeliranju stavb (*angl. Level of Detail – LOD*). Tako imamo predpisanih naslednjih pet stopenj podrobnosti [15]:

- LOD 100: oblikovna zasnova (*angl. Concept Design*),
- LOD 200: shematska zasnova (*angl. Schematic Design*),
- LOD 300: razvita natančna zasnova modela (*angl. Developed Design*),
- LOD 400: model za izvedbo (*angl. Fabrication Model*) in
- LOD 500: izveden model (*angl. As-built Model*).

Za potrebe zajema naprednih elektronskih izmer projektnih količin iz modela BIM, ki naj bi se kasneje uporabile pri pripravi projektantskega popisa del, se priporoča delo na čim bolj razvitem modelu BIM. Večjo imamo stopnjo podrobnosti našega modela, bolj bodo predvideni stroški natančno in kakovostno definirani [15].

2.4 SWOT analiza BIM na področju priprave projektantskih popisov del

Prednosti in priložnosti, ki jih prinaša BIM na področje priprave projektantskih popisov del [7]:

- hitra in kakovostna priprava naprednih elektronskih izmer na podlagi modela BIM,
- možnost hitre priprave stroškovnih ocen in večje število le teh,
- hitra določitev količin, ki so nam v pomoč pri začetni fazi odločanja,
- boljša vizualna predstavitev projekta in gradbenih elementov, ki jih je treba stroškovno oceniti,
- možnost zagotoviti investitorju boljše informacije o stroških gradnje že v idejni fazi projekta in prav tako v celotnem življenjskem ciklu določenega objekta z vsemi spremembami tekom same gradnje,
- velik prihranek časa in posledično denarja pri pripravi projektantskih popisov del,
- možnost hitre ugotovitve stroškov posameznih objektov,
- veliko lažje raziskovanje različnih konceptov in oblikovnih možnosti, ki so še vedno v okviru investitorjevega proračuna,
- priprava boljših stroškovnih optimizacij,
- hitro prepoznavanje različnih stroškovnih tveganj, ki bi se eventualno lahko pojavili med gradnjo,
- ažurno posodabljanje projektantskega popisa del in elektronskih izmer v primeru sprememb na modelu BIM in posledično manjša verjetnost človeških napak,
- boljša komunikacija in sodelovanje med različnimi strokami ter posledično manjša izguba informacij med projektiranjem in
- možnost hitre priprave revizij projektov.

Slabosti in nevarnosti, ki jih prinaša BIM na področje priprave projektantskih popisov del [16]:

- dražja programska orodja,
- večja velikost projektnih datotek,
- dodatna izguba časa pri osvajanju novih znanj o programskih orodjih,
- veliko število različnih formatov datotek,
- izguba informacij pri večkratnem izvažanju in uvažanju modelov IFC,
- slepo zaupanje programskim rezultatom,
- težave v zvezi z izmenjavo podatkov,
- pomanjkanje standardizacije na tem področju in
- neustrezna oblika plačilnega formata.

3 PROGRAMI ZA ELEKTRONSKE IZMERE IN PRIPRAVO PROJEKTANTSKIH POPISOV DEL

V tem poglavju so predstavljene različne komercialne programske rešitve, ki omogočajo zajem naprednih elektronskih izmer iz BIM, CAD, PDF ali zgolj fotografij in posledično pripravo projektantskih popisov del na podlagi teh elektronskih izmer. Na trgu tako najdemo kar nekaj vrhunskih programskih orodij, sami pa se bomo osredotočili zgolj na najbolj priljubljene:

- Exactal CostX,
- Solibri Model Checker,
- Autodesk Navisworks,
- Causeway BIMMeasure,
- PriMus – IFC in
- Vico Takeoff Manager.

Vsako od zgoraj naštetih programskih orodij ima svoje prednosti in slabosti, ki jih bomo v nadaljevanju tudi predstavili. V našem primeru smo za pripravo projektantskega popisa del izbrali programsko orodje CostX, ki velja za eno najbolj dovršenih in splošno uporabljenih programskih orodij na tem področju. Vzporedno z razvojem sodobne tehnologije, so se posledično razvijali tudi programi za zajem naprednih elektronskih izmer in se še vedno razvijajo ter izpopolnjujejo. K temu razvoju in napredku je najbolj pripomogla prav nova tehnologija, ki jo poznamo pod imenom Building Information Modelling oziroma krajše BIM. BIM predstavlja v gradbeništvu neko novo priložnost in izziv, še posebej na področju gradbenih kalkulacij. Ta nov trend so zelo zgodaj spoznali tudi v Veliki Britaniji, kjer morajo biti od leta 2016 naprej vsi gradbeni projekti v javnem sektorju pripravljeni na podlagi modela BIM [16].

Tehnologija BIM omogoča, da lahko avtomatsko določimo vse elektronske izmere direktno iz modela BIM, ki ga uvozimo v določeno programsko opremo. To nam lahko prihrani ogromno časa in zmanjša nastanek napak, ki se lahko pojavijo pri pripravi projektantskih popisov del. Treba se je zavedati priložnosti, ki jih prinaša BIM na področje gradbenih kalkulacij in pri pripravi projektantskih popisov del. Z uporabo te tehnologije bo postalo tudi samo določanje stroškov bolj učinkovito, natančno in produktivno. Prihodnost na tem področju definitivno predstavljajo napredne elektronske izmere projektnih količin. Glavni razlog za to je vedno bolj priznana tehnologija BIM v gradbeni industriji. Poleg tega pa tudi sami investitorji in naročniki pričakujejo v prihodnosti, da bi se povečala stroškovna učinkovitost ter posledično zmanjšali nepotrebni stroški, ki nastanejo pri sami gradnji zaradi neakovostno pripravljenih popisov del. Ravno zaradi tega je nadvse pomembno, da se zavedamo velikega potenciala, ki ga prinaša BIM in skušamo te nove postopke čim hitreje uvesti v sedanjo gradbeno prakso ter na ta način slediti smernicam in trendom, ki so prisotni v gospodarsko najbolj razvitih državah.

Dobro sestavljen popis del je bistvenega pomena za konkuriranje na javnih razpisih. To posledično vpliva na s tem povezana tveganja in neposredne stroške gradbenega projekta, ki vključujejo material, storitve in delo. Uvedba novih tehnik na področju planiranja stroškov omogoči kalkulantom, da že v zgodnjih fazah projekta pripravijo bolj zanesljive ocene stroškov ter posledično pridobijo večje zaupanje strank in ostalih akterjev v projektih. Dobra zgodnja ocena stroškov je ena od najbolj pomembnih predpostavk za ugotavljanje, če smo sploh sposobni izvesti gradbeni projekt do zaključne faze.

BIM omogoča tudi dobro vizualizacijo in avtomatsko določanje količin ter meritev direktno iz modela. Vsi programi za elektronske izmere so narejeni tako, da pohitrijo tradicionalne klasične načine meritev količin. Tehnologija BIM omogoča tudi, da so modeli povezani s programsko opremo, ki omogoča pridobivanje potrebnih količin že v začetni fazi projekta. Sam model BIM namreč vsebuje celotno 3D geometrijo z vsemi potrebnimi informacijami o tej geometriji. In ravno to je tisto, kar omogoča projektantu lažje določanje projektnih količin, kot so npr. obsegi, dolžine, površine, volumni, teža in število posameznih objektov [16].

V primeru določanja naprednih elektronskih izmer projektnih količin na podlagi modelov BIM, se priporočajo naslednji trije glavni pristopi [16]:

- izvažanje stavbnih količin v programsko opremo za ocenjevanje (npr. MS Excel),
- uporaba različnih dodatkov za orodja BIM »plug-in« (npr. Tocoman iLink) in
- uporaba različnih orodij BIM za določanje projektnih količin (npr. Exactal CostX, Autodesk QTO, Solibri Model Checker, Vico Office, BIMmeasure in drugi).

V tem poglavju se bomo osredotočili predvsem na zadnjo skupino. Ta orodja namreč podpirajo direktni uvoz modela BIM v programsko okolje in avtomatsko določanje projektnih količin. Pri izbiri najbolj ustreznega programskega orodja za zajem elektronskih izmer na podlagi modela BIM je priporočljivo upoštevati naslednje lastnosti gradbenega podjetja [16]:

- splošen potek dela oziroma obstoječa praksa projektanta, ki je zadolžen za pripravo projektantskih popisov del,
- razpoložljiva programska oprema in
- prednosti in priložnosti, ki bi jih novo programsko orodje prineslo gradbenemu podjetju.

Pri opisu posameznih programskih orodij, ki bodo predstavljena v nadaljevanju, smo se predvsem osredotočili na možnosti uvoza različnih formatov, kakšna je kompatibilnost z različnimi arhitekturnimi programi za pripravo modelov BIM, kakšen je 3D vizualni prikaz modela BIM, kakšen je splošen postopek določanja naprednih elektronskih izmer, kakšen je končni rezultat, izgled in format pripravljenih poročil.

3.1 Exactal CostX

Program Exactal CostX velja za enega od najbolj dovršenih in uporabljenih programov na področju zajemanja naprednih elektronskih izmer projektnih količin. CostX je bil prvič predstavljen leta 2004 kot programsko orodje, namenjeno gradbeni industriji. Glavni namen programa je bil povezati proces ocenjevanja stroškov z risbami CAD in to jim je skozi leta razvoja odlično uspelo. Danes je tako CostX eden od najbolj razširjenih programskih orodij za zajem naprednih elektronskih izmer, saj ga uporabljajo v več kot osemdesetih državah po celem svetu. Trenutno je v uporabi zadnja verzija programa, in sicer CostX 6.0, ki je na voljo v štirih različnih programskih paketih [17]:

- CostX,
- CostX 2D,
- CostX Takeoff in
- CostX Takeoff 2D.

Med seboj se programski paketi razlikujejo predvsem po tem, kaj vse nam s svojimi funkcijami omogočajo in seveda po ceni najema. Celotno programsko izkušnjo tako omogoča programski paket CostX, medtem ko CostX Takeoff 2D omogoča zgolj zajem naprednih elektronskih izmer na podlagi risb 2D [17].

Glavni formati datotek, ki jih program CostX podpira za uvoz in obdelavo, so naslednji:

- Image Files (.pdf, .bmp, .gif, .jpg, .jpeg, .png, .tif, .tiff),
- MicroStation DGN Files (.dgn),
- 2D in 3D CAD Drawing Files (.dwg, .dwf, .dwfx, .dxf),
- Industry Foundation Classes Files (.ifc, .ifczip),
- SketchUp Model Files (.skp) in
- Universal 3D Files (.u3d).

Največkrat uporabljena arhitekturna modelirna programa za pripravo modelov BIM sta Revit in ARCHICAD. Revit je s programom CostX povezan preko izvoznih formatov DWF, DWFX, IFC in DWG, medtem ko je s programom ARCHICAD povezan preko izvoznih formatov IFC in DWG. Kot je razvidno iz zgornjih alinej, omogoča program tudi uvoz različnih rastrskih datotek (JPEG, BMP, TIFF idr.). Velikega pomena za projektanta je tudi dejstvo, da lahko uvozimo vektorske datoteke, kot je denimo PDF [18]. Izvozni rezultat našega dela pa predstavljajo naslednji formati datotek:

- PDF in RTF,
- HTML in CSW Excel,
- Image Files in
- Primavera.



Slika 6: Prikaz modela 3D BIM v programskem okolju Exactal CostX

Programsko orodje Exactal CostX vsebuje naslednje glavne BIM funkcije [17]:

- omogoča uvoz modelov BIM iz vseh glavnih modelirnih arhitekturnih programov, kot so Revit, ARCHICAD, Microstation, Tekla in SketchUp ter vseh standardnih risb 2D CAD in načrtov,
- vsebuje napredna orodja za pregledovanje modelov BIM in načrtov 2D,
- uporabniku omogoča dodajanje različnih informacij modelom,
- omogoča uporabo predlog,
- omogoča samodejno zaznavanje sprememb in posodabljanje količin – hitra priprava revizij,
- omogoča pripravo 2D in 3D naprednih elektronskih izmer na istem modelu,
- vsi delovni zvezki (*angl. Workbooks*) so povezani s količinami in izmerami ter se v primeru sprememb samodejno posodablajo in
- omogoča tudi, da večje število uporabnikov hkrati dela na istem projektu.

3.2 Solibri Model Checker

Naslednji v vrsti za predstavitev je program Solibri Model Checker. Omenjeni program omogoča preverbo in določitev kakovosti izdelave modelov BIM, ki so jih pripravili arhitekti oz. inženirji. Velikokrat se program uporablja tudi za energijske analize in podobno. Je predvsem programska rešitev za zagotavljanje kakovosti. Glavni cilj programa je, da odkrije pomanjkljivosti modela BIM, prihrani stroške v primeru gradbenih projektov in zagotovi večjo kakovost. Podpira le modele BIM, ki so shranjeni v formatu IFC ali DWG. Če bi bilo treba izbrati med obema formatoma, je format IFC veliko boljša izbira za uvoz modela BIM. Solibri Model Checker na zelo učinkovit način prebere vse podatke o modelu IFC. Poleg tega dodatno oplemeniti tudi vse komponente in kategorije v skupine, ki se nahajajo v posameznih večstopenjskih razdelkih. Pogosto se ga uporablja v povezavi s programom ARCHICAD [16].

Glavne funkcije programa Solibri Model Checker so naslednje [19]:

- omogoča dobro vizualizacijo modela BIM,
- omogoča avtomatsko in napredno odkrivanje mest, kjer pride do trka dveh ali več elementov v modelu BIM (križanja),
- omogoča, da raziščemo in ugotovimo kakovost BIM datotek,
- omogoča navigacijo po modelu BIM,
- omogoča odkrivanje pomanjkljivosti in manjkajočih elementov v modelu BIM,
- omogoča odkrivanje pomanjkljivosti in izjem v modelu BIM, ki so ga pripravile različne projektne skupine (npr. primerjava med arhitekturnim in strukturnim modelom),
- omogoča poudarjanje morebitnih težav pri dizajnu v 3D vizualizaciji,
- omogoča hitro pripravo primerjalnih revizij modela BIM,
- omogoča hitro iskanje po modelu in izračun nekaterih osnovnih količin, kot so: dimenzija, površina in prostornina in
- uporabnik lahko pripravi prilagodljive podlage za poročila in jih izvozi v Excelov format za kasnejše dodatno delo z njimi.



Slika 7: Prikaz odkrivanja napak modela BIM v programskem okolju Solibri Model Checker [19]

Solibri Model Checker je tako zelo učinkovito in napredno programsko orodje, ki lahko močno olajša delo projektantom pri procesu določanja količin in kakovosti modela BIM. Ob uporabi tega programa lahko že pred začetkom gradnje objekta odkrijemo napake in pomanjkljivosti modela BIM ter jih nato posredujemo arhitektom, da jih lahko le ti še pravočasno odpravijo. Na ta način se izognemo nepredvidenim stroškom in dodatnemu delu, ki bi po vsej verjetnosti nastali med samo gradnjo. Ena od glavnih prednosti je, da lahko projektanti zagotovijo točne in zanesljive informacije o obravnavanem modelu BIM.

3.3 Autodesk Navisworks

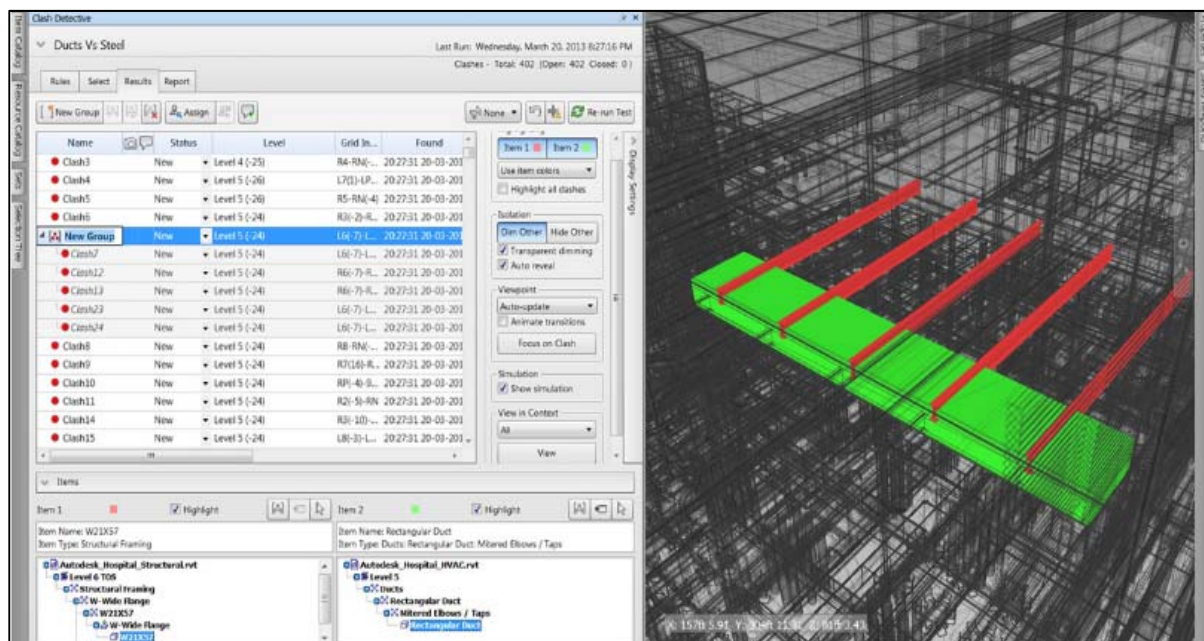
Autodesk Navisworks je programsko orodje, ki omogoča uporabniku odlično kontrolo nad modelom BIM skozi vse faze projekta. Je namreč zelo napredno orodje, ki omogoča ustvarjanje simulacij poteka gradnje, fotorealističnih renderjev, koordiniranje projekta in celo vrsto projektnih analiz. Program je namenjen tudi združevanju različnih modelov in pregledovanju le teh. Na voljo je v treh različnih programskih paketih, in sicer kot Navisworks Manage, Navisworks Simulate in Navisworks Freedom. Celotno programsko izkušnjo omogoča Navisworks Manage.

Program podpira naslednje formate za uvoz [20]:

- Navisworks (.nwc, .nwd, .nwf),
- 3D Studio (.3ds, .prj),
- MicroStation Design (.dgn, .prp, .prw),
- CAD Drawing Files (.dwg, .dwf, .dwfx, .dxf),
- FBX Files (.fbx),
- IFC Files (.ifc),
- Adobe PDF (.pdf),
- Pro/ENGINEER (.prt, .asm),
- Revit (.rvt, .rfa, .rte),
- Rhino (.3dm),
- SketchUp (.skp) idr.

Glavne funkcije programa Autodesk Navisworks Manage so naslednje [20]:

- koordinacija projekta,
- avtomatsko in napredno odkrivanje mest, kjer pride do trka dveh ali več elementov v modelu BIM (križanja),
- omogoča dobro interoperabilnost z drugimi programi,
- dobro sodelovanje vseh udeležencev projekta,
- omogoča izračun nekaterih osnovnih količin,
- omogoča pripravo simulacij poteka gradnje,
- omogoča pripravo renderjev in animacij,
- omogoča pripravo naprednih elektronskih izmer projektnih količin,
- pregledovanje modela,
- omogoča združevanje različnih modelov v skupni model za pregledovanje,
- omogoča dobro komunikacijo z vsemi udeleženci projekta v primeru težav,
- omogoča deljenje modela v oblaku,
- omogoča delo z oblakom točk in druge.



Slika 8: Programsko okolje Navisworks Manage [20]

3.4 Causeway BIMMeasure

Program BIMMeasure je prav tako zelo uporaben program za pripravo naprednih elektronskih izmer projektnih količin na podlagi modela BIM oziroma risb 2D. Uporabniku omogoča uvoz naslednjih formatov datotek [21]:

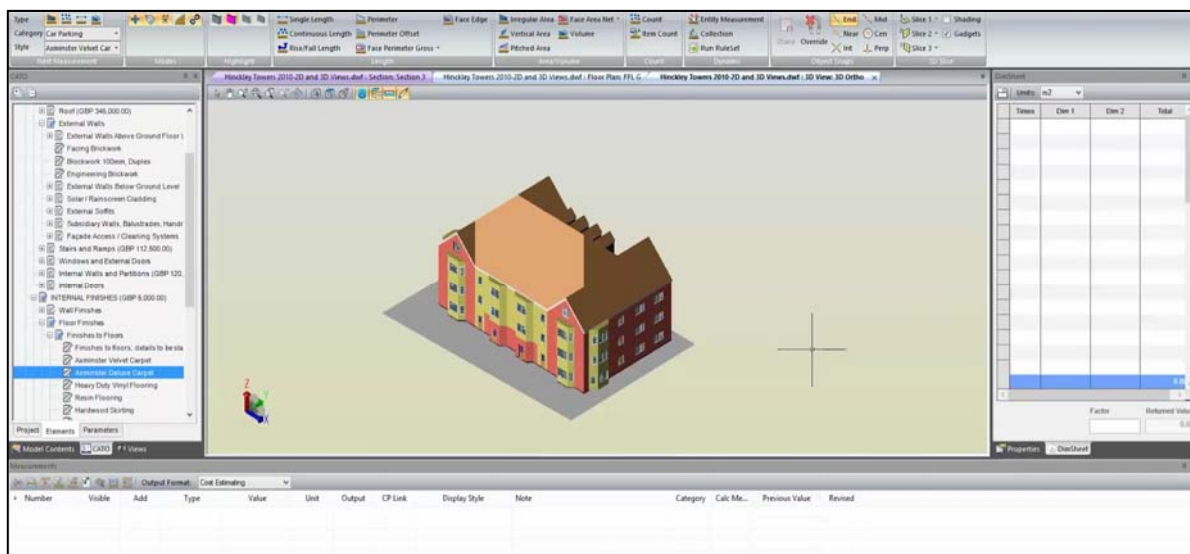
- DWG, DWF in DWFx,
- IFC,
- PDF in
- Image Files (.bmp, .gif, .jpg, .tif).

Program BIMMeasure vključuje naslednje glavne BIM funkcije [21]:

- omogoča avtomatsko izvajanje elektronskih izmer na podlagi modela BIM,
- omogoča združevanje različnih risb oz. modelov,
- ima vgrajen prijazen uporabniški vmesnik,
- enostavno pregledovanje modela,
- ima napreden in enostaven proces izvajanja izmer,
- omogoča avtomatično posodabljanje elektronskih izmer,
- omogoča pripravo revizij modelov,
- pohitri čas določanja izmer in
- izvozi elektronske izmere ali količine v program Excel.

Ena od boljših funkcij programa je ta, da omogoča direktno povezavo s programom Revit, in sicer preko formatov DWF, DWFx ali IFC.

Miklavčič, L. 2017. Napredne elektronske izmere projektnih količin iz BIM, CAD in PDF s primerom. Mag. d. Ljubljana, UL FGG, Magistrski študijski program Gradbeništvo – Nizke gradnje.

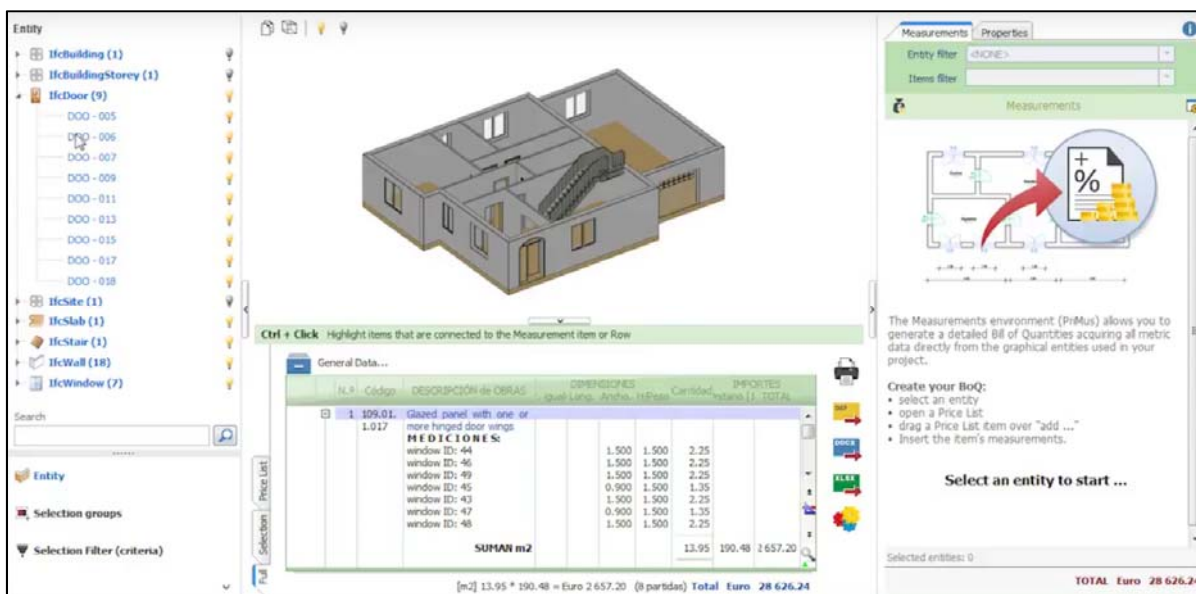


Slika 9: Uporabniški vmesnik programa BIMMeasure [21]

3.5 PriMus – IFC

Naslednji program, ki ga bomo predstavili, je program PriMus – IFC. Tudi ta program omogoča napredno določanje projektnih količin direktno iz modela 3D BIM. Ena od glavnih lastnosti programa je ta, da je kompatibilen z glavnimi modelirnimi programi, kot so Revit, ARCHICAD, Allplan, Vectorworks in drugi. Ključne funkcije programa PriMus – IFC so tako naslednje [22]:

- dobra kompatibilnost z zgoraj omenjenimi modelirnimi programi,
- omogoča avtomatsko pripravo projektnih količin iz modelov BIM,
- omogoča pregledovanje modelov BIM,
- omogoča povezavo količin s cenami in samodejno posodabljanje le teh in
- omogoča izvoz v različne formate (Excel, Word in PriMus).



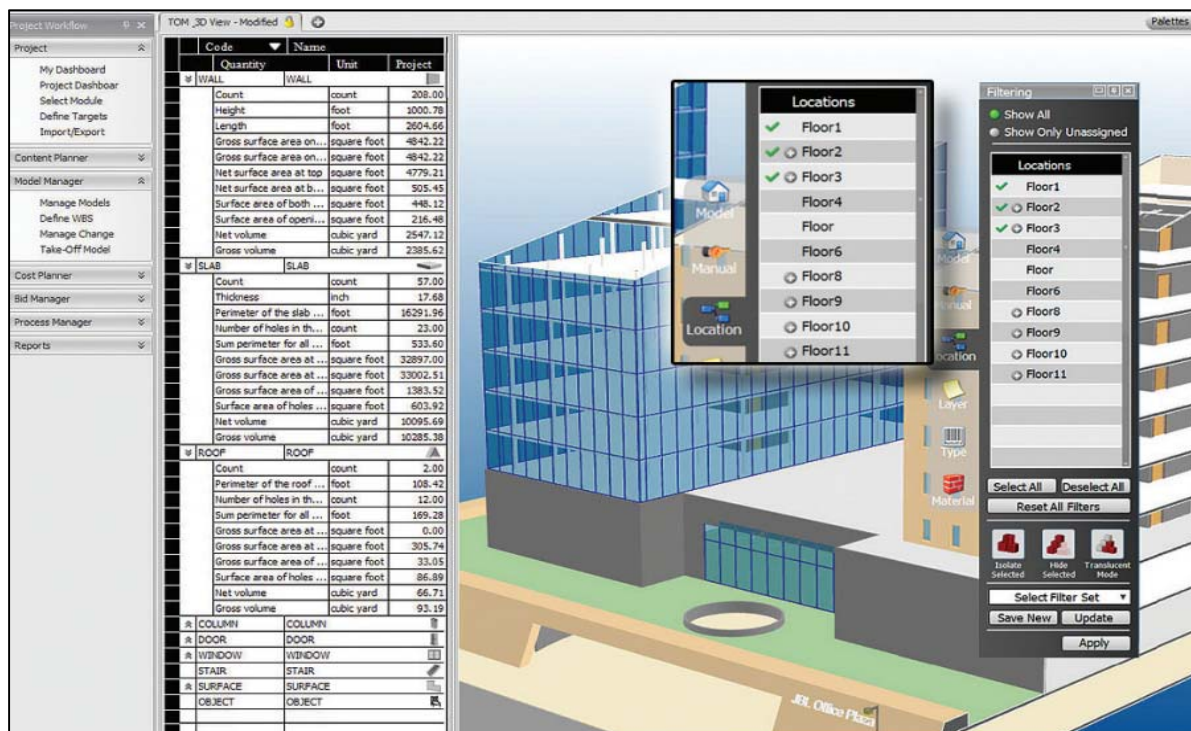
Slika 10: Uporabniški vmesnik programa PriMus – IFC [22]

3.6 Vico Takeoff Manager

Zadnji v vrsti za predstavitev je program Vico Takeoff Manager, ki je prav tako namenjen za zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin iz modelov 3D BIM, ki so bili predhodno zmodelirani v vodilnih programih za pripravo modelov BIM (Revit, ARCHICAD ali Tecla Structures).

Programsko orodje Vico Takeoff Manager omogoča naslednje glavne funkcije [23]:

- združevanje različnih modelov BIM,
- pregledovanje modelov BIM,
- dobra navigacija po modelu BIM,
- izoliranje 3D elementov glede na tip, lokacijo ali plasti (*angl. Layers*),
- iskanje križanj in napak v modelu BIM,
- priprava naprednih elektronskih izmer projektnih količin,
- prosto organiziranje količin idr.



Slika 11: Uporabniški vmesnik programa Vico Takeoff Manager [23]

3.7 Primerjava programskih orodij

Predstavili smo v tem trenutku najbolj dovršena in napredna programska orodja za zajem elektronskih izmer projektnih količin. Po pregledu vseh omenjenih programskih rešitev smo za potrebe tega magistrskega dela izbrali Exactal CostX.

Glavni razlogi za izbiro omenjenega programa so dobra kompatibilnost z drugimi programi, napredne programske funkcije za zajem količin, odličen uporabniški vmesnik in velika priljubljenost programa med projektanti po svetu. Za lažjo primerjavo glavnih programskih lastnosti med predhodno predstavljeni programskimi rešitvami, smo pripravili naslednjo preglednico.

Preglednica 3: Primerjava programskih orodij za zajem elektronskih izmer

PROGRAMSKO ORODJE	Exactal CostX	Solibri Model Checker	Autodesk Navisworks
<i>Uporabniški vmesnik (1=slab, 2=srednji, 3=prijazen/dober)</i>	3	3	3
<i>Možnost uvoza formata IFC</i>	+	+	+
<i>Povezava s programom ARCHICAD</i>	+	+	+
<i>Povezava s programom Revit</i>	+	+	+
<i>Možnost priprave vizualizacij</i>	+	o (delno)	+
<i>Možnost zajema naprednih elektronskih izmer</i>	+	o (delno)	+
<i>Možnost priprave popisov del</i>	+	o (delno)	o (delno)
<i>Glavni izvozni formati</i>	PDF, RTF, HTML CSW Excel, Image Files in Primavera	PDF, RTF in Excel	NWC, NWD in NWF
<i>Glavne programske funkcije</i>	uporaba predlog, avtomatsko posodabljanje modela, priprava revizij, preverjanje križanj, itd.	odkrivanje napak in pomanjkljivosti modela ter križanj, priprava revizij, itd.	priprava simulacij, vizualizacij, odkrivanje križanj, združevanje modelov, itd.
PROGRAMSKO ORODJE	Causeway BIMMeasure	PriMus - IFC	Vico Takeoff Manager
<i>Uporabniški vmesnik (1=slab, 2=srednji, 3=prijazen/dober)</i>	3	2	2
<i>Možnost uvoza formata IFC</i>	+	+	+
<i>Povezava s programom ARCHICAD</i>	+	+	+
<i>Povezava s programom Revit</i>	+	+	+
<i>Možnost priprave vizualizacij</i>	o (delno)	o (delno)	+
<i>Možnost zajema naprednih elektronskih izmer</i>	+	+	+
<i>Možnost priprave popisov del</i>	+	+	+
<i>Glavni izvozni formati</i>	Excel in CATO	Excel, Word in PriMus	Excel, PDF, HTML
<i>Glavne programske funkcije</i>	pregledovanje modela, združevanje modelov, priprava revizij, itd.	povezava količin s cenami, pregledovanje modelov, itd.	iskanje križanj in napak v modelu, pregledovanje modela, itd.

4 PRIKAZ PRIPRAVE PROJEKTANTSKEGA POPISA GRADBENIH DEL S PROGRAMOM COSTX

V tem poglavju bo predstavljen način priprave popisa gradbenih del s pomočjo programskega orodja Exactal CostX, ki omogoča pripravo elektronskih izmer na podlagi 2D risb in modelov BIM. Ta sodoben način priprave projektantskih popisov del omogoča uporabniku, da delo dokonča v veliko krajšem času in z manjšo verjetnostjo nastanka napak pri izmerah. Poleg omenjenega pa za dober in natančen projektantski popis del potrebujemo tudi kakovostno pripravljen model 3D BIM stavbe z vsemi potrebnimi informacijami.

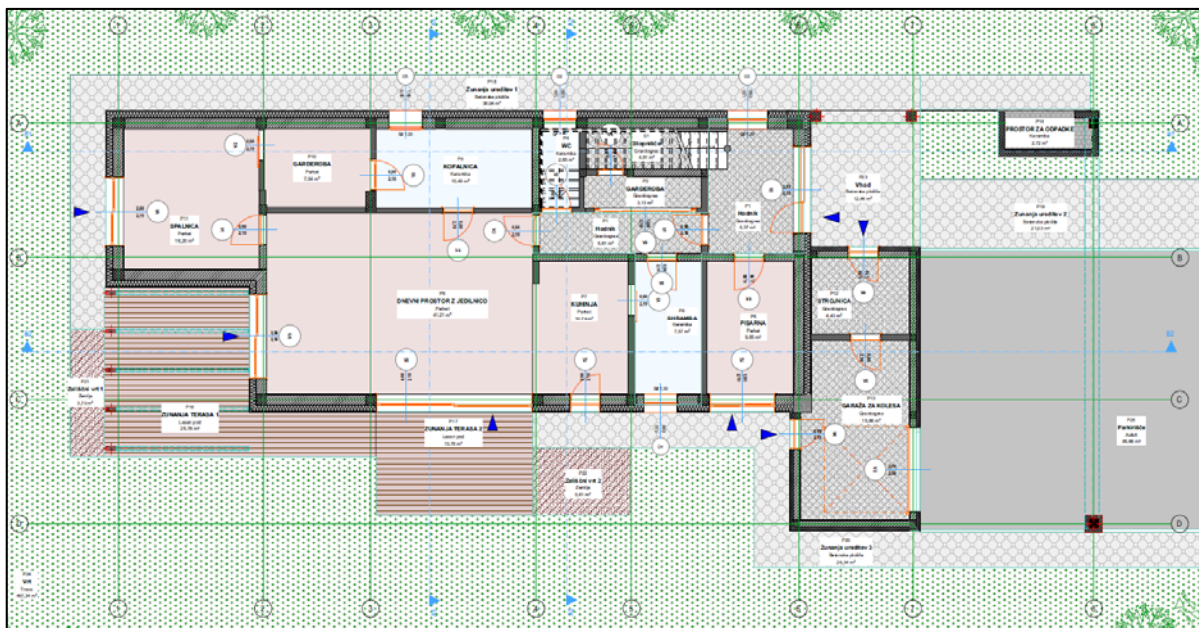
Zaradi lažje predstavitve izbranega projekta, bomo v uvodu najprej nekaj besed namenili splošnemu opisu obravnavane enodružinske stanovanjske hiše. Glavni praktični pristop priprave popisa del pa bo razdeljen na tri glavne sklope. V prvem sklopu bo opisano delo s programskim orodjem Graphisoft ARCHICAD, in sicer način priprave modela 3D BIM stavbe, vizualizacije za lažjo predstavo ter izvoz modela 3D v format IFC. Nato bo v drugem sklopu predstavljena priprava projektantskega popisa del s programskim orodjem Exactal CostX, kjer bo velik poudarek na naprednih elektronskih izmerah pri določanju projektnih količin. V tretjem sklopu pa se bomo osredotočili predvsem na končne rezultate praktičnega dela in na prednosti, ki jih prinaša avtomatska priprava naprednih elektronskih izmer na področje priprave projektantskih popisov del v primerjavi s tradicionalnimi načini določevanja količin.

4.1 Splošen opis obravnavane stavbe

Obravnavana je novogradnja stanovanjske stavbe, in sicer bo novozgrajeni objekt enodružinska stanovanjska hiša. Vzhodno od objekta poteka že obstoječa cesta, s katere bo tudi urejen dovoz in dostop do stavbe. Iz vzhodne strani je prav tako predviden glavni vhod v hišo, in sicer iz pritličja objekta. Stavba bo zgrajena v dveh etažah:

A. PRITLIČJE

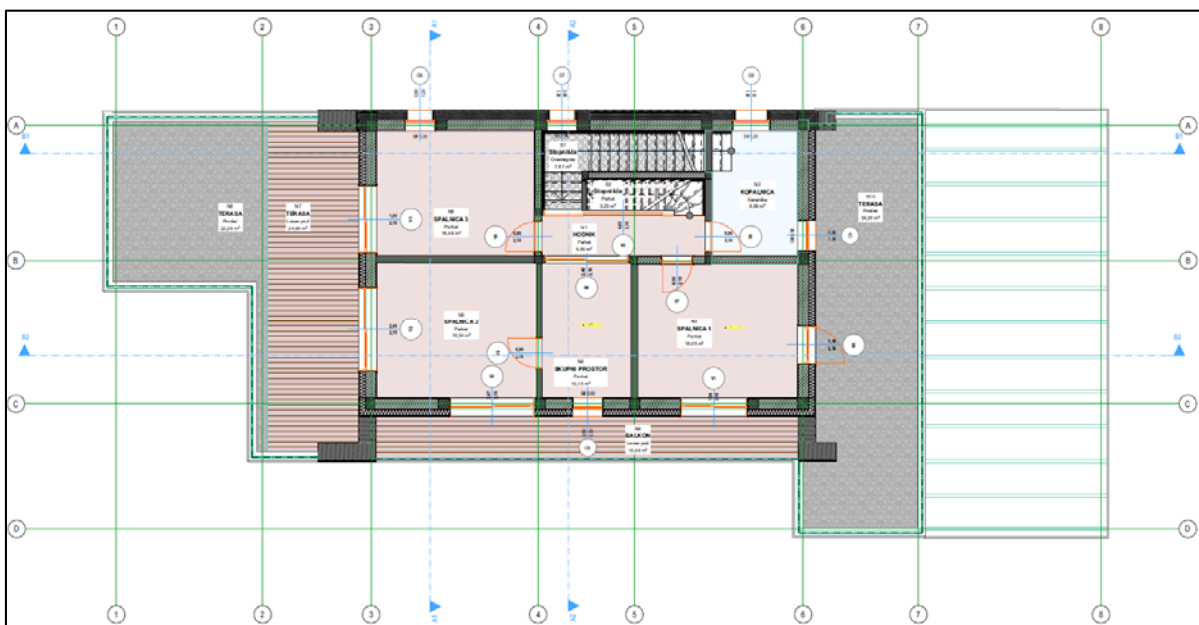
Glavni vhod v objekt bo urejen z vzhodne strani. Glavni vhod nas bo popeljal do garderobnega hodnika, ki bo preko stopnišča na severni strani omogočal dostop do nadstropja. Pod stopniščem se bo nahajal skladiščni prostor, v katerem je predviden tudi fekalni revizijski jašek. Največje skupne prostore bodo predstavljali kuhinja, jedilnica in dnevna soba. V severnem delu objekta so predvideni še spalnica, garderoba, kopalnica in stranišče ter na južni strani pisarna in shramba. Iz dnevnice, kuhinje in pisarne bo možen dostop do zunanje terase preko steklenih vrat. V pritličju na vzhodni strani se bosta nahajali še manjša garaža za kolesa in strojnica. Nanju bo z enim delom prislonjena nadstrešnica, ki bo omogočala parkiranje za 3 avtomobile. Pod nadstrešnico bo urejen tudi prostor za odpadke.



Slika 12: Tloris pritličja obravnavane stavbe

B. NADSTROPJE

Ta del objekta je rezerviran za kopalnico s straniščem, tri ločene spalnice, skupni prostor, hodnik in prostor za zavito leseno stopnišče, ki bo omogočalo dostop do ostrešja. Iz vseh treh spalnic bo možen dostop do zunanje pohodne lesene terase ali balkona. Vsi bivalni prostori v nadstropju bodo imeli za talno oblogo parket, medtem ko je za kopalnico predvidena keramika. V nadstropju sta predvideni tudi dve terasi, ki bosta zasuti s prodcem.



Slika 13: Tloris nadstropja obravnavane stavbe

Objekt bo moral po izgradnji izpolnjevati vseh šest bistvenih zahtev glede varnosti. Te zahteve so sledeče [24]:

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

4.2 Kratek tehnični opis obravnavane stavbe

V tem podpoglavju bodo na kratko opisane glavne tehnične lastnosti obravnavane enodružinske stanovanjske hiše. Osredotočili se bomo predvsem na obravnavane sklope, ki smo jih kasneje uporabili pri pripravi projektantskega popisa del.

4.2.1 Splošne dimenzije objekta

Tlorisne dimenzije objekta so sledeče:

- pritličje – glavni del: 127,67 m²,
- pritličje – garaža za kolesa s strojnico: 22,29 m²,
- zunanji leseni terasi: 39,54 m²,
- prostor za odpadke: 2,72 m²,
- tlakovane površine okoli objekta: 97,87 m²,
- parkirišče: 85,66 m²,
- urejena zelenica: 467,34 m²,
- nadstropje – glavni del: 88,36 m² in
- nadstropje – terasi in balkon: 97,50 m².

4.2.2 Gradbena konstrukcija

Pod pritličjem obravnavanega objekta je predvidena izvedba armiranobetonske temeljne plošče. Debelina te armiranobetonske temeljne plošče bo pod glavnim delom objekta znašala 30 cm, pod garažo za kolesa, strojnico in prostorom za odpadke pa 20 cm. V pritličju pod leseno teraso se bodo izvedli linijski armiranobetonski temelji, katerih debelina bo znašala 20 cm. Zgrajen bo tudi točkovni temelj za nadstrešnico na JV delu parkirišča. Vse predelne stene bodo v mavčno-kartonski izvedbi, debeline 15–20 cm in finalno obdelane.

Glavno nosilno konstrukcijo bodo tvorili zunanji opečni zidovi debeline 30 cm in notranji opečni zidovi debeline 20 cm. Uporabila se bo modularna opeka skupaj z ustreznimi vertikalnimi in horizontalnimi protipotresnimi vezmi. Te vezi se bodo nahajale na vogalih in koncih zidov.

Talni armiranobetonski plošči v nadstropju in ostrešju bosta debeline 20 cm, talna plošča nad garažo za kolesa in strojnico pa bo debeline 15 cm.

Konstrukcija ostrešja bo izvedena iz jeklenih okvirjev profila HEA 220. Na jeklene profile bodo pritrjeni leseni špirovci, nanje pa bo nameščena lesena podkonstrukcija za pločevinasto streho iz cinka. Streha bo dvokapnica, in sicer v naklonu 35°. Odvodnjavanje meteorne vode iz strehe pa bo izvedeno preko žlebov in odtočnih cevi, ki bodo potekale vertikalno skrite v zidovih. Nadstrešnica bo izvedena iz jeklenih profilov IPE 180, na katere bodo pritrjene polikarbonatne plošče v naklonu 2 %.

4.2.3 Toplotna in zvočna izolacija ter hidroizolacija objekta

Za toplotno in zvočno izolacijo se bosta uporabili naslednji dve izolaciji:

- mineralna volna v debelini 10 cm (zidovi garaže za kolesa in strojnice), 20 cm (obodni zidovi), 30 cm (strop nad pritličjem) in
- XPS v debelini 15 cm (plošča v nadstropju), 24 cm (temeljna plošča), 30 cm (ravne strehe).

Hidroizolacija se bo izvedla na obodnih stenah cokla, ravnih strehah in na temeljni plošči pod tlakom. Streha bo pokrita s pločevino iz cinka. Pod pločevino pa bodo nameščene plošče sekundarne kritine.

4.2.4 Meteorna in fekalna kanalizacija

Za zbiranje meteorne vode iz strešin je predvidena postavitve vkopanega rezervoarja. Ta zbrana meteorna voda bo namenjena zalivanju vrta in okolice objekta. Meteorna voda, ki bo presešla mejno kapaciteto rezervoarja, se bo preko peskolovov odvajala v ponikovalnici. Rezervoar in dve ponikovalnici se bodo nahajali na JV strani gradbene parcele. Iz strehe se bo voda odvajala vertikalno po ceveh dimenzije DN125 mm, nato pa horizontalno preko peskolovov (Ø40 cm) po ceveh dimenzij DN160 mm. Poleg dveh ponikovalnic je v primeru večjih nalivov predviden tudi varnostni preliv v obstoječ meteorni kanal, ki poteka v cesti.

V primeru fekalne kanalizacije se bodo uporabile PP cevi dimenzij od DN50 do DN160. Pod nivojem temeljne plošče bo postavljen fekalni revizijski jašek, kamor se bodo stekale vse odpadne komunalne vode. Iz fekalnega revizijskega jaška se bodo odpadne komunalne vode gravitacijsko odvajale po ceveh dimenzij DN160 do male čistilne naprave, nato pa preko revizijskih jaškov v ponikovalnici. Mala čistilna naprava se bo nahajala na severni strani objekta. Vse točne lokacije jaškov, peskolovov, ponikovalnic, rezervoarja, male čistilne naprave in potek cevi so razvidne iz situacije komunalnih vodov oziroma v prilogi št. A.3.

4.3 Priprava modela BIM stavbe s programom Graphisoft ARCHICAD 20

Za dober projektantski popis del je ključnega pomena to, da je kakovostno izdelan tudi 3D model stavbe. V tem delu bo predstavljen potek modeliranja obravnavane enodružinske stanovanjske hiše, in sicer od začetne priprave 2D podlog za modeliranje do končnega izvoza modela 3D. Za samo arhitekturno modeliranje je bil izbran program ARCHICAD 20. Poleg omenjenega programa je med uporabniki zelo priljubljen tudi program Autodesk Revit. Po krajšem predhodnem preizkusu obeh programov smo prišli do določenih ugotovitev oziroma prednosti ter slabosti enega in drugega programa.

Graphisoft ARCHICAD ima po prvem vtisu bolj prijazen in enostaven uporabniški vmesnik v primerjavi s programom Autodesk Revit. Oba programa imata zelo dobro podporo za IFC in oba omogočata zelo kakovostno pripravo vizualizacij. Prav tako imata oba programa zelo dobro povezavo s programi, ki so v osnovi namenjeni pripravi vizualizacij. V primeru programa Revit najdemo na spletu široko paleto različnih video izobraževanj, vaj in navodil, ki nam olajšajo in pohitrijo pot do iskane rešitve. Pri obeh programskih orodjih je na voljo tudi veliko različnih programskih dodatkov (MEP in drugi). Ena izmed pomembnih ugotovitev je tudi ta, da je program Revit odlično kompatibilen z ostalimi programskimi orodji, ki so prav tako prisotni pri projektiranju (npr. Autodesk Civil 3D). Velika prednost ARCHICAD-a pa je tudi ta, da ima program že predhodno vgrajeno knjižnico 3D objektov. Tako ARCHICAD kot Revit omogočata pripravo izvlečkov količin, ki jih lahko kasneje projektanti popisovalci uporabijo pri svojem delu.

V sklopu priprave modela BIM obravnavane stavbe bo poleg modeliranja predstavljen tudi način priprave različnih izvlečkov količin, popisov materiala in vizualizacij za boljšo predstavbo obravnavanega objekta. Izvlečki lahko predstavljajo velik dobrobit pri kasnejši pripravi projektantskih popisov del. Program nam lahko tako močno olajša in skrajša delo pri pripravi le teh.

Velik pomen imajo tudi vizualizacije, ki lahko s svojo izvirnostjo ključno vplivajo na investitorjevo odločitev o izbiri in realizaciji projekta. Danes je na trgu prisotna cela paleta različnih programov za pripravo vizualizacij. Zaradi odlične kompatibilnosti smo se odločili za uporabo programa Artlantis Studio 6, s pomočjo katerega bo predstavljen del priprave zunanjih in notranjih vizualizacij našega obravnavanega objekta.

Za naš projekt enodružinske stanovanjske hiše bo predstavljena tudi izdelava in priprava dokumentacije. V tem delu bomo nekaj besed namenili pripravi različnih kombinacij plasti, izbiri merila, konstrukcijskih elementov, črt, listov in drugo. Zelo pomemben del na koncu modeliranja pa bo prikaz načina izvoza našega 3D modela stavbe v format IFC za potrebe nadaljnje obdelave.

4.3.1 Začetne informacije o projektu

Zelo pomembno vlogo pri delu s programom ARCHICAD imajo predloge, ki jih lahko dobimo že pripravljene oziroma si jih pripravimo sami. Predloge nam lahko močno olajšajo in skrajšajo delo. Vsako že pripravljeno predlogo lahko kasneje še dodatno sami urejamo in si jo prilagodimo za lastne potrebe. V te namene je bila tako že izdelana slovenska predloga, ki so jo z namenom enostavnejše in hitreje uporabe programa ARCHICAD razvili v podjetju PILON AEC d.o.o. [25].

Na začetku dela je bilo zelo pomembno, da smo si za potrebe našega projekta nastavili in definirali ustrezne etažne višine in število le teh. Ker je šlo v našem primeru za enodružinsko stanovanjsko stavbo, smo si posamezne etaže pripravili na sledeč način:

- streha,
- podstrešje,
- nadstropje,
- pritličje,
- temelji in
- teren.

V začetni fazi dela smo si nastavili tudi vse potrebne informacije o samem projektu, ki so lahko nujne za kasnejšo pripravo projektne dokumentacije. Tako smo določili naslov projekta, fazo projekta, vrsto gradnje, datum izdelave, vsebino projektne dokumentacije, podatke o projektantu oziroma izdelovalcu projektne dokumentacije in druge pomembne informacije o projektu. Pripravili smo si tudi potrebne lokacije prerezov in število le teh. Program nam seveda omogoča tudi kasnejše dodajanje in prilagajanje prerezov, glede na projektantove želje. Za potrebe izvoza modela 3D v Google Earth, smo določili tudi lokacijo gradnje našega objekta.

4.3.2 Določitev potrebnih atributov

V tem delu bo na kratko predstavljena priprava glavnih atributov, ki so bili potrebni za kasnejše modeliranje obravnavanega objekta. Kakovostna in detajlna določitev atributov je ključnega pomena tudi za kasnejšo pripravo projektantskih popisov del. Opisani bodo zgolj nekateri glavni atributi, ki smo si jih za lažje delo definirali in preuredili ročno sami. Za potrebe obravnavanega projekta so bili tako določeni in pripravljeni naslednji atributi:

- plasti (*angl. Layers*) in kombinacije plasti (*angl. Layer Combinations*),
- gradbeni materiali,
- kompoziti,
- šrafure in peresa in
- kategorije površin.

Program nam omogoča nastavitve tudi nekaterih drugih atributov, ki pa za naše potrebe modeliranja niso bili ključni oziroma potrebni. V nadaljevanju bodo tako bolj podrobno predstavljeni samo predhodno naštetih atributi.

A. Plasti in kombinacije plasti

Pravilna nastavitve posameznih plasti in kombinacij le teh je nujna za čim bolj enostavno delo v programu ARCHICAD. Ključno pri nastavitvi le teh je to, da plasti že na samem začetku definiramo na čim bolj smiseln način glede na našo arhitekturo stavbe. Pri določanju različnih kombinacij plasti pa je pomembno, da se že na začetku vprašamo, kaj bi radi prikazali na posameznem načrtu. Z nastavitvijo teh kombinacij plasti namreč definiramo različne poglede na naš objekt, ki jih nato po potrebi uporabimo za prikaz na načrtih. Za naše potrebe so bile nastavljene naslednje kombinacije plasti:

- ureditvena situacija,
- gradbena situacija,
- situacija komunalnih vodov,
- arhitektura,
- gradbene konstrukcije,
- cone, pohišstvo in
- celota.

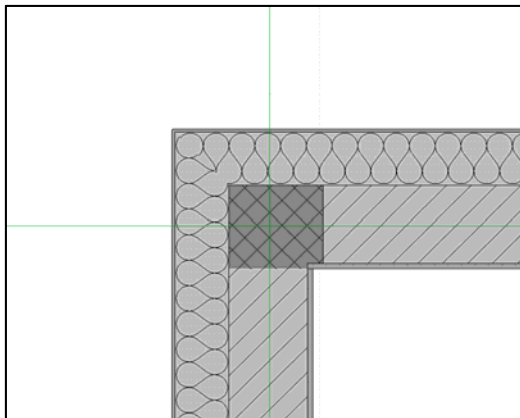
Za vsako posamezno kombinacijo plasti smo tako definirali, katere plasti naj bodo vključene, kar nam je močno olajšalo samo modeliranje in pripravo načrtov 2D in pogledov 3D. Vse pripravljene nastavitve lahko med samim modeliranjem še vedno urejamo in dodajamo glede na projektantove potrebe in želje.

B. Gradbeni materiali

Zelo pomembna začetna naloga vsakega uporabnika je pravilna nastavitve posameznih gradbenih materialov. V tem koraku namreč določimo vse materiale, ki so potrebni za kasnejše modeliranje našega objekta. Program ARCHICAD ima v svoji knjižnici že pripravljene nekatere nastavljene materiale, ki pa velikokrat ne zadoščajo našim potrebam. Zato je za lastne potrebe projektiranja treba različne materiale prilagoditi oziroma dodati. Program nam omogoča, da spreminjamo že obstoječe materiale ali pa na podlagi obstoječih materialov definiramo povsem nov material. V primeru določanja novih materialov se je treba zavedati naslednjih glavnih lastnosti, ki so ključne za pravilno nastavitve:

- šrafura za prikaz na risbi,
- orientacija šrafure,
- tekstura materiala,
- prioriteta na stikih in
- različne termične lastnosti materiala.

Glavna lastnost od zgoraj naštetih je definitivno prioriteta na stikih. Z njo namreč določimo vrstni red stikovanja posameznih materialov. Materiali z višjo prioriteto imajo prednost združevanja pred materiali z nižjo prioriteto. Na naslednji sliki bo za lažjo predstavbo prikazano stikovanje materialov v našem primeru.



Slika 14: Primer stikovanja materialov – notranji omet, opeka, AB, kamena volna, zunanji omet

C. Kompoziti

Ko imamo vse potrebne gradbene materiale določene, se lahko osredotočimo na pripravo kompozitov, ki se bodo pojavili v našem objektu. Ravno zaradi tega koraka je zelo pomembna pravilna predhodna določitev vseh materialov, ki bodo nastopali v posamezni strukturni sestavi. Poleg gradbenega materiala se kompozitu določijo še posamezne debeline materialov in tip (nosilni material, zaključni sloj in drugo). Za zadostitev naših potreb je bilo definiranih približno 30 novih sestavov materialov. Določeni uporabljeni sestavi bodo predstavljeni v spodnji preglednici.

Preglednica 4: Seznam vseh pripravljenih kompozitov

IME	MATERIAL	DEBELINA [cm]
<i>Hladna streha, dvokapnica</i>	kritina iz cinka	0,8
	opaž – deske	3,0
	lesene letve	8,0
	paroprepustna sekundarna kritina	1,6
	prečni špirovci	16,0
	jekleni nosilci HEA 220	21,0
	skupaj	50
<i>Obrnjena ravna streha – terasa les</i>	lesene letve	3,0
	prodec, frakcije 16–32 mm	15,0
	poliestrski filc	1,0
	izolacija – XPS	30,0
	hidroizolacija	1,0
	AB plošča	24,0
	Omet – mavčni	2,0
	Skupaj	76

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice 2

<i>Obrnjena ravna streha – terasa prodec</i>	prodec, frakcije 16–32 mm	15,0
	poliestrski filc	1,0
	izolacija – XPS	30,0
	hidroizolacija	1,0
	AB plošča	24,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	73
<i>Pritličje: WC, kopalnica</i>	keramika	1,0
	cementni estrih	6,0
	izolacija – zvočna	3,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	30,0
	izolacija – XPS	12,0
	hidroizolacija	1,0
	izolacija – XPS	12,0
	podložni beton	10,0
	gramoz	20,0
	skupaj	105,0
<i>Pritličje: dnevni prostor</i>	parket – hrast	2,0
	cementni estrih	5,0
	izolacija – zvočna	3,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	30,0
	izolacija – XPS	12,0
	hidroizolacija	1,0
	izolacija – XPS	12,0
	podložni beton	10,0
	gramoz	20,0
	skupaj	105,0
<i>Pritličje: hodnik, shramba</i>	granitogres	2,0
	cementni estrih	5,0
	izolacija – zvočna	3,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	30,0
	izolacija – XPS	12,0
	hidroizolacija	1,0
	izolacija – XPS	12,0
	podložni beton	10,0
	gramoz	20,0
	skupaj	105,0
<i>Pritličje: zunanja ureditev</i>	betonske plošče	8,0
	pesek	3,0

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 2

<i>Pritličje: zunanja ureditev</i>	podložni beton	8,0
	gramoz	25,0
	skupaj	44,0
<i>Pritličje: garaža</i>	granitogres	2,0
	cementni estrih	5,0
	izolacija – zvočna	3,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	24,0
	izolacija – XPS	12,0
	hidroizolacija	1,0
	izolacija – XPS	12,0
	podložni beton	10,0
	gramoz	26,0
	skupaj	105,0
<i>Pritličje: parkirišče</i>	asfalt	3,0
	bitumiziran drobljenec	8,0
	izravnalni sloj finega peska	3,0
	utrjeno nasutje	40,0
	skupaj	54,0
<i>Pritličje: lesena terasa</i>	lesene letve	3,0
	prečne letve	4,0
	distančniki	2,0
	cementni estrih	5,0
	AB plošča	10,0
	gramozni tampon	20,0
	skupaj	44,0
<i>Pritličje: ekološki otok</i>	asfalt	4,0
	bitumiziran drobljenec	8,0
	AB plošča	24,0
	podložni beton	10,0
	gramozni tampon	48,0
	skupaj	94,0
<i>Nadstropje: bivalni prostori</i>	parket – hrast	2,0
	cementni estrih	5,0
	izolacija – zvočna	3,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	20,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	42,0
<i>Nadstropje: kopalnica</i>	keramika	1,0
	cementni estrih	5,0
	izolacija – zvočna	3,0

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 2

<i>Nadstropje: kopalnica</i>	izolacija – kamena volna trda	10,0
	armirani beton	20,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	41,0
<i>Nadstropje: kopalnica</i>	granitogres	1,0
	cementni estrih, izravnavo	2,0
	AB plošča	16,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	21,0
<i>Nadstropje: balkon</i>	lesene deske	2,5
	prečne letve	4,0
	hidroizolacija	1,0
	armirani cementni estrih	5,0
	izolacija – XPS	10,0
	AB plošča	16,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	lesene letve	2,0
	skupaj	50,5
<i>Ostrešje: nepohodno</i>	izolacija – XPS, parna zapora	30,0
	AB plošča	20,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	52,0
<i>Ostrešje: pohodno</i>	cementni estrih	5,0
	izolacija – XPS, parna zapora	25,0
	AB plošča	20,0
	omet – mavčni	2,0
	skupaj	52,0
<i>Zid: cink</i>	mavčni omet	2,0
	AB/opečni modularni blok	29,0
	izolacija – kamena volna trda, paroprepustna folija	20,0
	lesene letve	4,0
	opaž – deske	3,0
	fasada iz cinka	1,0
	skupaj	59,0
<i>Zid: omet</i>	mavčni omet	2,0
	AB/opečni modularni blok	29,0
	izolacija – kamena volna trda	20,0
	omet – zaključni	1,0
	skupaj	52,0
<i>Zid: cokol</i>	mavčni omet	2,0
	AB/opečni modularni blok	29,0
	hidroizolacija	1,0

se nadaljuje ...

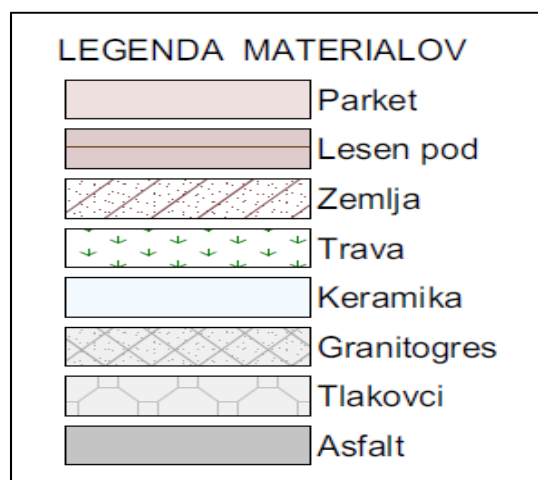
... nadaljevanje Preglednice 2

<i>Zid: cokol</i>	izolacija – XPS	16,0
	lepilo	1,0
	naravni kamen – pohorski tonalit	2,0
	skupaj	51,0
<i>Zid: notranja nosilna stena</i>	mavčni omet	2,0
	opečni modularni blok	19,0
	mavčni omet	2,0
	skupaj	23,0
<i>Zid: notranja predelna stena 1</i>	mavčno kartonska stena	20,0
	skupaj	20,0
<i>Zid: notranja predelna stena 2</i>	mavčno kartonska stena	15,0
	skupaj	15,0
<i>Zid: med strojnico in pisarno</i>	mavčni omet	2,0
	AB/opečni modularni blok	29,0
	izolacija – kamena volna trda	20,0
	mavčni omet	2,0
	skupaj	53,0
<i>Zid: pomožni objekt</i>	mavčni omet	2,0
	AB/opečni modularni blok	19,0
	izolacija – kamena volna trda	10,0
	omet – zaključni	1,0
	skupaj	32,0

Pravilna in natančna določitev teh strukturnih sestavov je ključna pri kasnejši izdelavi projektantskih popisov del. S tem, ko imamo sestave kakovostno in natančno definirane, imamo posledično veliko manj dela pri kasnejšem zajemu elektronskih izmer projektnih količin.

D. Šrafure in peresa

Za poenostavitev dela in lažji prikaz objekta smo si definirali tudi različne šrafure za označevanje oziroma prikaz posameznih materialov. Te šrafure smo kasneje uporabili tako na objektu kot v legendi, in sicer skupaj z imenom za posamezno šrafuro. Določene šrafure so v programu ARCHICAD že prednastavljene, lahko pa si jih po želji spreminjamo in dodajamo nove.



Slika 15: Prikaz definiranih šrafur

Poleg nastavitve šrafur je bila pomembna tudi priprava peres. Vsakemu posameznemu peresu imamo možnost določiti barvo in debelino. Ti dve nastavitvi sta bili ključni za naš končni izgled načrtov 2D.

E. Kategorije površin

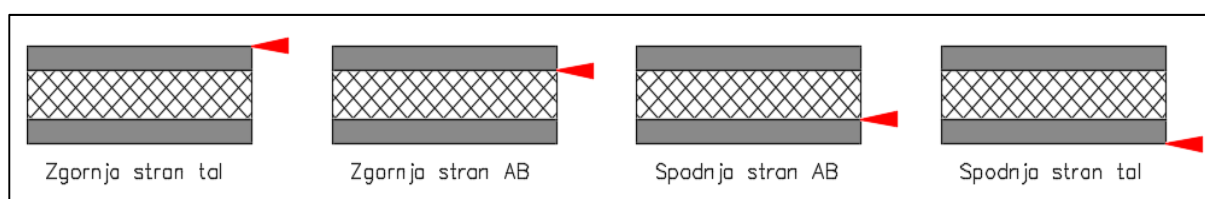
Tudi kategorije površin igrajo pomembno vlogo pri definiranju informacij za naš projekt. Program nam omogoča prirejanje že definiranih kategorij površin in dodajanje novih. Program tudi omogoča avtomatski izračun površin posameznih con in ažurno osveževanje v primeru sprememb. Zaradi tega dejstva je pomembna pravilna nastavitvev in določitev le teh. Površine nam velikokrat pridejo zelo prav pri popisih del ali pa pri preverjanju izračunanih količin. Praktična uporaba, kako izkoristiti kategorije površin, bo prikazana v nadaljevanju.

4.3.3 Modeliranje obravnavanega objekta

S tem, ko smo zaključili z določitvijo vseh potrebnih atributov, smo se osredotočili na glavni del priprave modela v programu ARCHICAD, in sicer na modeliranje. V tem delu bo največ govora o modeliranju obravnavanega objekta, izzivih, s katerimi smo se srečali med modeliranjem in uporabljenih rešitvah za te izzive. Nekaj besed pa bomo namenili tudi določanju in načrtovanju oken, vrat, notranje in zunanje opreme, luči in con. Vse to je namreč potrebno za kakovosten in natančen končni izdelek, ki nam bo kasneje predstavljal osnovo za pripravo projektantskega popisa del. Bolj kot je 3D model stavbe kakovostno pripravljen, bolj točne količine dobimo pri samem popisu del in posledično bolj realno oceno stroškov gradnje. Poleg vsega naštetega nam dobro pripravljen model BIM lahko tudi močno skrajša sam čas priprave popisa del in posledično stroške, ki so povezani s pripravo le tega.

Na začetku modeliranja smo najprej določili posamezne etažne višine, ki bodo nastopale v objektu. Nastavitev etažnih višin je ključna, saj nam predstavlja osnovo pri modeliranju. Pri določitvi etažnih višin je treba biti pozoren, na katero referenčno točko jih bomo nastavili. V našem primeru smo za referenčno točko izbrali zgornjo stran nosilne armiranobetonske plošče. Poleg naše variante imamo možnost izbrati še naslednje tri:

- spodnja stran nosilne armiranobetonske plošče,
- zgornja stran celotnega kompozita tal in
- spodnja stran celotnega kompozita tal.



Slika 16: Prikaz referenčnih točk

Nastavitev etaž je avtomatsko upoštevana tudi v izbranih prerezihi. Za naše potrebe pri modeliranju smo si etaže nastavili na naslednji način:

- 3. streha
- 2. podstrešje
- 1. nadstropje
- 0. pritličje
- -1. temelji
- -2. teren

Ko smo imeli etažne višine definirane in nastavljene, smo se lahko lotili modeliranja. Zaradi lažjega in hitrejšega modeliranja smo si v program uvozili že pripravljene DWG podloge na nivoju PZI, in sicer za vsako etažo posebej. Te podloge so nam služile kot pomoč in nekakšen okvir pri načrtovanju in modeliranju našega 3D objekta. Tako smo imeli vse pripravljeno in smo lahko začeli z risanjem obodnih nosilnih zidov. Ker je bil za našo obravnavano enodružinsko stanovanjsko hišo predviden cokel, smo le tega tudi upoštevali pri določitvi posameznih kompozitov in ga tudi ločeno zmodelirali. Poleg tega smo morali pri modeliranju upoštevati tudi lokacije armiranobetonskih vezi, ki smo jih prav tako ločeno obravnavali.

V pritličju je bil predviden tudi pomožni objekt, ki naj bi bil z eno stranjo naslonjen na glavni objekt. Tako je bilo tudi za to steno treba določiti svojo sestavo materialov. Prav tako smo posebno sestavo materialov definirali tudi za pomožni objekt. Ker za pomožni objekt ni bila predvidena bivalna funkcija, v tem delu namreč nismo potrebovali toliko toplotne izolacije kot v glavnem objektu. Pri modeliranju zunanjih nosilnih sten v nadstropju smo poleg armiranobetonskih vezi upoštevali tudi predvideno fasado iz cinka. Pri modeliranju nadstropja nismo smeli pozabiti na predviden cokel v območju balkona. Za potrebe risanja obodnih nosilnih zidov je bilo na začetku treba pripraviti naslednjih deset različnih kompozitov (glej preglednico 4):

- zid: omet – opečni modularni blok,
- zid: omet – AB,
- zid: cokel – opečni modularni blok,
- zid: cokel – AB,
- zid: cink – opečni modularni blok,
- zid: cink – AB,
- zid: pomožni objekt – opečni modularni blok,
- zid: pomožni objekt – AB,
- zid: med strojnico in pisarno – opečni modularni blok in
- zid: med strojnico in pisarno – AB.

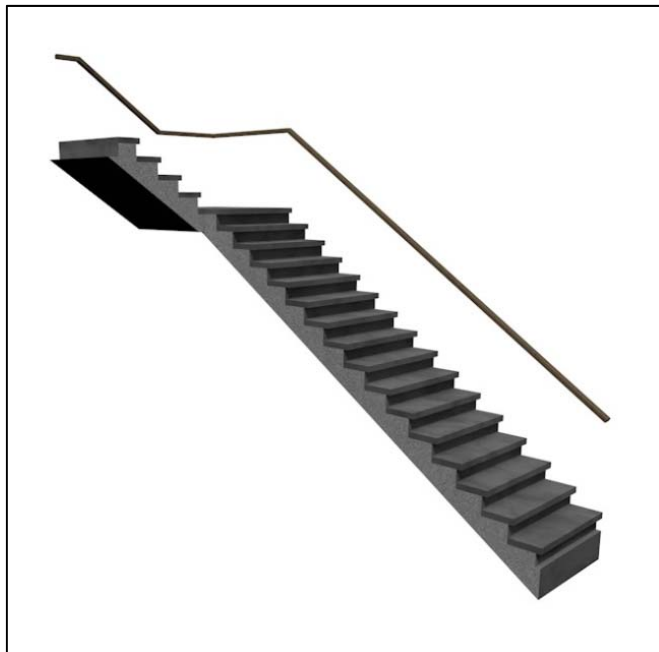
V naslednjem koraku smo zmodelirali še notranje nosilne in predelne stene. Pri modeliranju predelnih mavčno-kartonskih sten smo upoštevali dve različni debelini, in sicer 15 cm ter 20 cm. S tem smo imeli zmodelirane vse stene zunaj in znotraj našega objekta.

Naša naslednja naloga je bila modeliranje temeljev zunanje terase, temeljne plošče v pritličju in medetažnih plošč, katerih glavni gradnik je armirani beton. Pod leseno zunanjo teraso so bili predvideni linijski AB temelji, katerih debelina je znašala 20 cm. Te temelje smo tudi prve zmodelirali. Sledilo je modeliranje glavne armiranobetonske temeljne plošče v pritličju. Debelina temeljne plošče pod dvoetažnim objektom je znašala 30 cm, pod garažo za kolesa in strojnico pa 20 cm. Za armiranobetonski steber na JV delu pa je bil v tej fazi zmodeliran točkovni temelj. Po modeliranju temeljev smo se lotili še modeliranja medetažnih armiranobetonskih plošč. V tem delu ni bilo nobenih posebnosti, razen tega, da je bilo treba upoštevati predvidene odprtine in preboje ter različne sestave po prostorih.



Slika 17: 3D model temeljev terase

V naslednjem koraku je bilo treba zmodelirati dvojne armiranobetonske stopnice. Prve stopnice vodijo iz pritličja v nadstropje, druge pa iz nadstropja na podstrešje. Prve dvoramne ravne stopnice so bile izvedene v širini 1,20 m z vmesnim podestom in obložene s ploščami iz granita, druge dvoramne zavite stopnice pa v širini 0,90 m ter obložene z lesom. Pri prvih in drugih stopnicah se lesena ograja nahaja na zunanji strani stopnišča, in sicer na višini 100 cm. V tem delu smo zmodelirali tudi predvidene preklade in zunanje stebre, ki služijo podpiranju nadstrešnice nad parkiriščem za avtomobile.



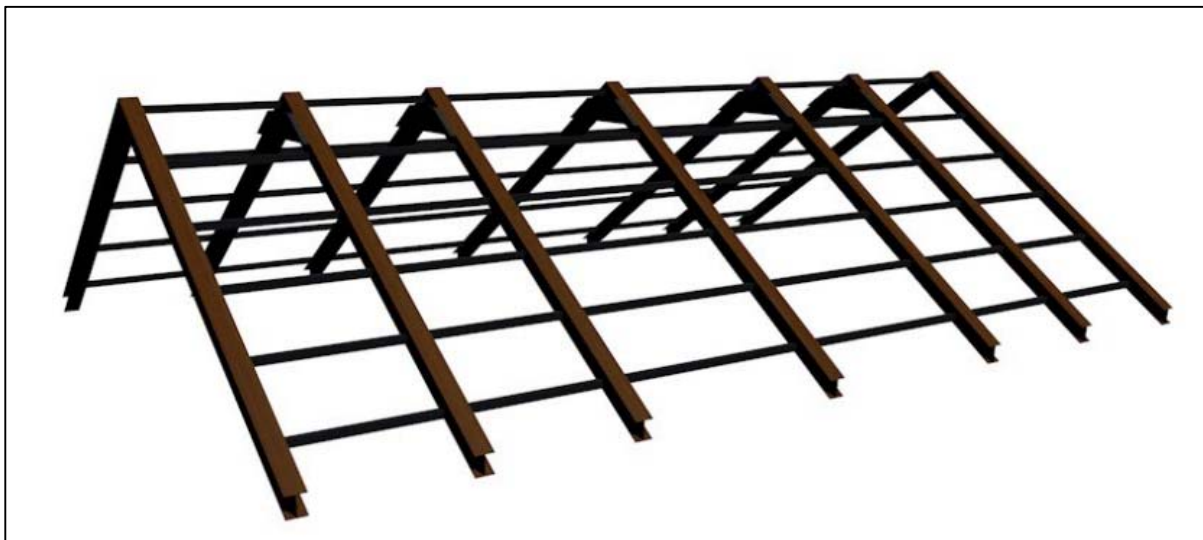
Slika 18: 3D model spodnjega stopnišča



Slika 19: 3D model zgornjega stopnišča

Naša naslednja naloga je bila modeliranje dveh obrnjenih ravnih streh, dvokapnice in nadstrešnice nad dvoriščem. Ravni strehi smo določili in zmodelirali na podoben način kot medetažne armiranobetonske plošče. Pozorni smo morali biti predvsem na to, kje bo ravna streha pohodna in kje nepohodna, kar smo upoštevali tudi pri določitvi kompozitov materialov.

Pri modeliranju dvokapnice in nadstrešnice je bila glavna posebnost jeklena nosilna konstrukcija. Za nosilno konstrukcijo glavnega ostrešja so bili predvideni jekleni nosilci HEA 220 v naklonu 35°, pri nadstrešnici pa jekleni nosilci IPE, in sicer v naklonu 2 %. Pri dvokapnici na jeklene nosilce nalega lesena strešna konstrukcija, in sicer so to prečno pritrjeni špirovci dimenzij 14/16 cm. Na špirovce je nato montirana paroprepustna sekundarna kritina, sledijo ji lesene letve, opaž – deske in na koncu kritina iz cinka. Pri nadstrešnici je na zgornjo stran jeklenih nosilcev pritrjena polikarbonatna plošča, na spodnjo stran pa lesene letve.



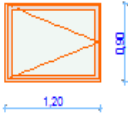
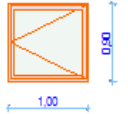
Slika 20: 3D model jeklenih nosilcev pri ostrešju

Z določitvijo vseh sten, temeljev, medetažnih plošč, stebrov in streh, smo zaključili z glavnim modeliranjem nosilne konstrukcije našega objekta. Tako smo se lahko osredotočili na naslednjo nalogo, in sicer na določevanje oken in vrat. Vsa okna in vrata smo v naš objekt dodali po posameznih etažah, kot je opisano v spodnji preglednici.

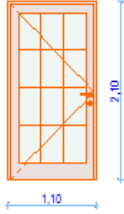
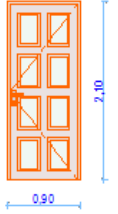
Preglednica 5: Število vseh oken in vrat po posameznih etažah

PRITLIČJE		NADSTROPJE		PODSTREŠJE	
opis	število	opis	število	opis	število
zunanja vrata	4	zunanja vrata	1	okna	1
garažna vrata	1	drsna vrata	4		
drsna vrata	4	notranja vrata	6		
notranja vrata	13	okna	5		
okna	4				

Za okna in vrata smo posebej pripravili tudi sheme in izvlečke. V shemi oken in vrat najdemo podatke o oznaki objekta, posameznih dimenzijah objekta, o velikosti odprtine v zidu, kakšna je finalna obdelava ter kakšen je vizualni prikaz okna oziroma vrat. Del teh izvlečkov je prikazan na naslednjih dveh slikah.

Okno	O3	O4
Kom	1	1
Odprtina v zidu	1,20x0,90	1,00x0,90
Parapet	1,40	1,40
Dimenzije okna	1,20x0,90	1,00x0,90
Finalna obdelava		
		

Slika 21: Izsek iz sheme oken

Vrata	V4	
Kom	1	1
Št. prostora	N10	P12
Odprtina v zidu	1,10x2,10	0,90x2,10
Svetla odprtina	1,02x2,06	0,82x2,06
Odpiranje	L	R
Prag	0,20	0,20
Dimenzije okvirja	1,10x2,10	0,90x2,10
		

Slika 22: Izsek iz sheme vrat

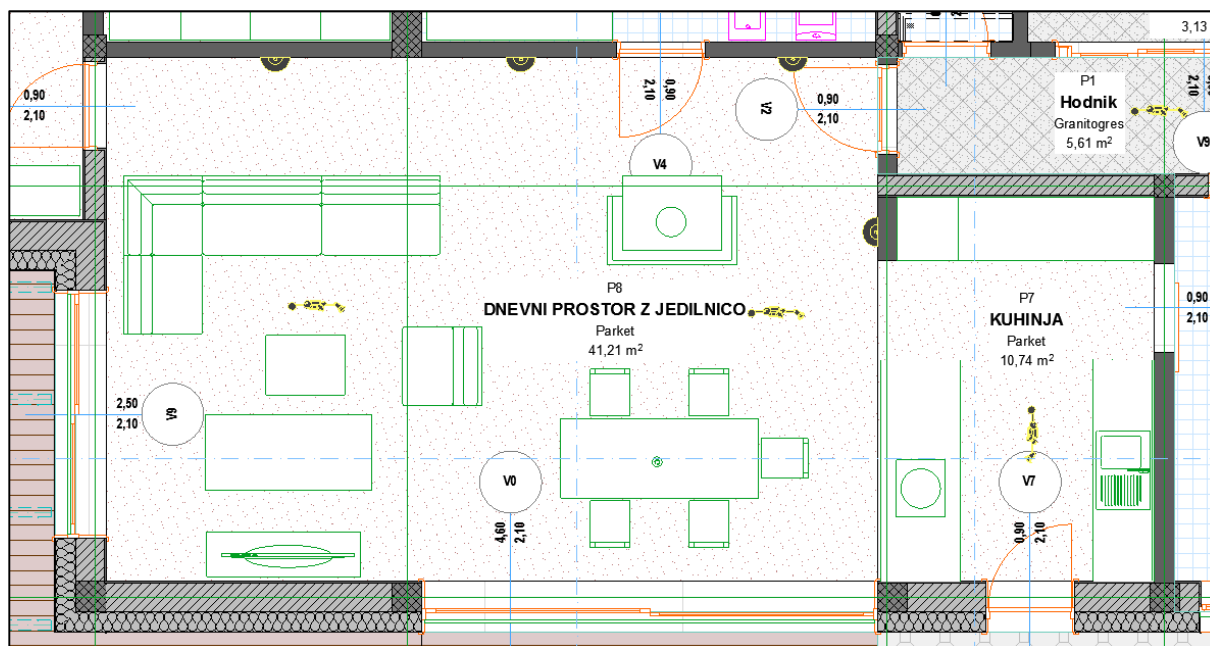
V tem delu smo se lotili tudi projektiranja zunanje ureditve. Takoj ob objektu se bo tako nahajala pohodna pot iz betonskih plošč, širine enega metra. Na zahodni in jugozahodni strani objekta je predvidena izgradnja dveh novih lesenih teras. Na obe leseni terasi bo možno dostopati tudi direktno iz objekta skozi steklena drsna vrata. Ob terasi se bosta nahajala dva manjša zeliščna vrtova. Na vzhodni strani objekta, kjer bosta locirana glavni vhod in garaža, pa je predvideno pokrito parkirišče v velikosti treh parkirnih mest in nepokrito parkirišče, prav tako v velikosti treh parkirnih mest. Skupaj bo na voljo šest parkirnih mest. Iz vzhodne strani bo urejen glavni uvoz iz lokalne ceste.

Za celotno parkirišče je značilna naslednja sestava materialov:

- asfalt v debelini 3 cm,
- bitumiziran drobljenec v debelini 8 cm,
- izravnalni sloj finega peska v debelini 3 cm in
- utrjeno nasutje v debelini 40 cm.

Vse ostale površine bodo namenjene zasaditvi zelenice in dreves. Na robu parcelne meje je predvidena postavitve lesene ograje. Za lažjo predstavo celotne zunanje ureditve je bila pripravljena tudi ureditvena situacija, ki se nahaja med prilogami.

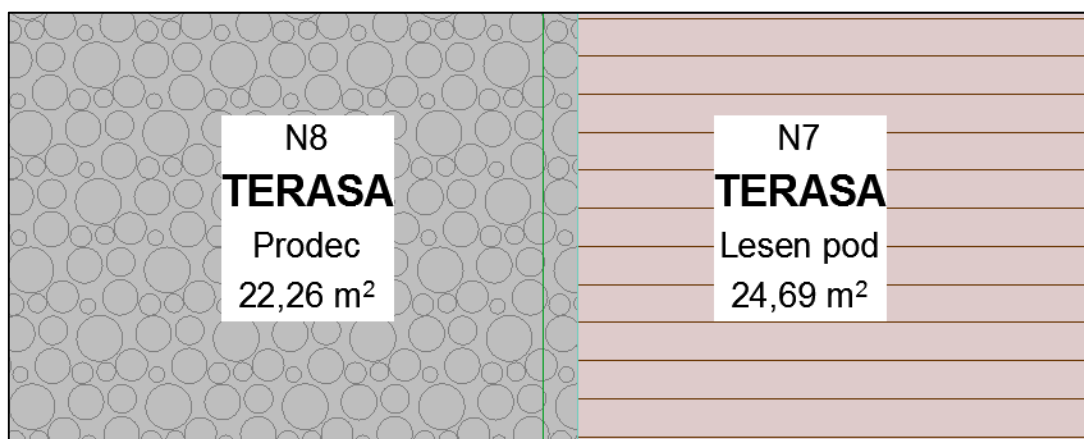
Naslednja naloga v fazi modeliranja obravnavanega enodružinskega stanovanjskega objekta je bila priprava notranje ureditve po posameznih prostorih. V tem delu smo notranje prostore opremili z različnimi bivalnimi elementi in objekti. Nekaj pozornosti smo namenili tudi osvetlitvi bivalnih prostorov in neposredno postavitvi notranjih luči. Zaradi kasnejše priprave vizualizacij po posameznih prostorih smo najbolj detajlno opremili dnevni prostor z jedilnico, kuhinjo, vse spalnice in obe kopalnici. Program ARCHICAD nam preko že vgrajene knjižnice nudi veliko izbiro posameznih 3D objektov za dodajanje notranje opreme, ki jih lahko kasneje poljubno prilagajamo lastnim potrebam. Možen pa je tudi vnos drugih različnih 3D objektov, ki niso vključeni v samo knjižnico. Program nam tako pušča odprte roke pri izbiri in ureditvi notranje in zunanje opreme. Naslednja slika prikazuje notranjo opremo, ki smo jo uporabili v dnevnem prostoru z jedilnico in v kuhinji. Oba prostora sta opremljena tudi s stropnimi in stenski lučmi. V dnevnem prostoru z jedilnico je lociran tudi kamin z dimnikom.



Slika 23: Prikaz notranje opreme dnevnega prostora z jedilnico in kuhinje

Za vse obravnavane površine smo v nadaljevanju definirali cone. Za vsako posamezno cono smo tako določili:

- kategorijo,
- ime in zaporedno številko,
- pozicijo v objektu,
- izgled v 2D pogledu in
- velikost površine (avtomatski izračun).



Slika 24: Izgled con v 2D pogledu

Lotili smo se tudi projektiranja komunalnih vodov in zunanje ureditve. V tem delu smo tako določili lokacije vseh jaškov, peskolovov, male čistilne naprave, rezervoarja in dveh ponikovalnic. Za celotno meteorno vodo iz strešin je bil predviden odvod vode preko peskolovov do rezervoarja s kapaciteto $V = 10 \text{ m}^3$ in dveh ponikovalnic. Celotna meteorna kanalizacija se bo odvajala gravitacijsko z ustreznimi padci. Za meteorno kanalizacijo so predvidene PVC cevi, medtem ko je pri fekalni kanalizaciji predvidena uporaba PP cevi.

V programu ARCHICAD smo za našo obravnavano enodružinsko stanovanjsko hišo poleg načrtov arhitekture pripravili tudi naslednje situacije in načrte v merilu 1:100:

- ureditvena situacija,
- gradbena situacija,
- situacija komunalnih vodov,
- načrt arhitekture – pritličje,
- načrt arhitekture – nadstropje,
- dva prereza,
- načrt con – pritličje in
- načrt con – nadstropje.

Vse zgoraj napisane situacije se za pregled nahajajo med prilogami.

4.3.4 Priprava poročil in izvlečkov

V tem delu bo predstavljen postopek priprave popisa materiala in ostalih poročil, ki smo jih določili s pomočjo programa Graphisoft ARCHICAD. Program namreč omogoča zelo hitro in enostavno pripravo teh poročil. Popis materiala nam je kasneje služil predvsem kot primerjava z bolj detajlno pripravljenim projektantskim popisom del v programu CostX.

Za pripravo posameznih poročil imamo na voljo tri glavne tipe za izračun le teh, in sicer:

- po elementih,
- po komponentah ali
- po površinah.

Naslednja preglednica prikazuje vsa poročila, ki so bila pripravljena za naš obravnavani objekt.

Preglednica 6: Seznam pripravljenih poročil

POROČILA	PO ELEMENTIH	popis predmetov
		popis zidov
		seznam prostorov
		shema oken
		shema vrat
	PO KOMPONENTAH	komponente po elementih
		komponente po plasteh
		popis materiala
	PO POVRŠINAH	površine sten
		površine po elementih

Določena poročila iz zgornje preglednice so prikazana tudi med prilogami. V nadaljevanju pa bo bolj podrobno opisan postopek priprave poročila za popis materiala. Kot je lahko razvidno iz zgornjega seznama pripravljenih poročil, gre pri popisu materiala za izračun po komponentah. Kot smo že omenili, smo sam popis materiala pripravili z namenom, da bi lahko primerjali končne izračune med programoma ARCHICAD in CostX. Kljub bolj detajlnemu pristopu določitve projektantskega popisa gradbenih del s programom CostX, ni predvideno, da bi lahko prišlo do večjih razlik pri pripravi elektronskih izmer projektnih količin med obema programoma. Smiselno bi bilo namreč, da je izračun glavnih količin pri obeh programih enak. Lahko pa v določenih primerih pride do izgube nekaterih informacij pri izvozu modela BIM v format IFC.

Za pripravo popisa materiala v programu ARCHICAD imamo na voljo veliko število različnih parametrov, ki jih lahko vključimo v samem prikazu popisa. Ti parametri so sledeči:

- osnovne generalne lastnosti (ime, tip, klasifikacija, pozicija, etaža ...),

- lastnosti o gradbenem materialu (gostota, toplotna kapaciteta, proizvajalec, toplotna prevodnost ...),
- lastnosti o kompozitih (gradbeni material, tip kompozita, teža, debelina, površina, volumen ...),
- lastnosti o zidovih (debelina zraza, bruto in neto površina zidu, bruto in neto prostornina zidu, višina, debelina izolacije, število stebrov, oken, vrat in ostalih odprtín, širina zidu ...),
- lastnosti o stebrih (bruto in neto površina, višina, bruto in neto prostornina, obseg ...),
- lastnosti o nosilcih (višina nosilca, višina, debelina in število odprtín v posameznem nosilcu, širina, prostornina ...),
- lastnosti o ploščah (površina spodaj in zgoraj, višina, neto in bruto površina ter prostornina, debelina, obseg ...),
- lastnosti o strehi (površina spodaj in zgoraj, površina robu, neto in bruto površina ter prostornina, število odprtín, debelina izolacije, število strešnih oken, obseg ...),
- lastnosti o terenu (površina, prostornina, tip ...).

Med vsemi zgoraj naštetimi parametri o lastnostih smo za hitro pripravo popisa materiala izbrali naslednje:

- lokacija oziroma etaža, kjer se nahaja material,
- ime gradbenega materiala,
- volumen kompozita in
- težo kompozita.

Popis materiala			
Skupina	Ime	Prostornina [m3]	Teža [kg]
Temelji			
	Armirani beton	4,04	8.903,50
	Gramoz	3,77	6.395,27
		7,81 m³	15.298,75 kg

Slika 25: Izsek iz popisa materiala

4.3.5 Priprava renderjev s programom Artlantis Studio 6

Renderji so pomembni za pripravo popisov del zato, ker se lahko na osnovi le teh preveri, ali so bili upoštevani ustrezni materiali. Za pripravo renderjev naše obravnavane enodružinske stanovanjske hiše smo najprej izvozili naš model 3D iz programa ARCHICAD in ga nato uvozili v program Artlantis Studio 6. Program Artlantis je v osnovi program, ki omogoča pripravo profesionalnih visokokakovostnih vizualizacij. Poleg enostavne uporabe je glavna prednost omenjenega programa njegova direktna povezava s programom ARCHICAD, ki omogoča izvoz modela 3D v Artlantisov format.

V programu smo nato vsem posameznim materialom določili predvidene teksture, da bi se na ta način čim bolj približali končnemu videzu objekta. Poleg tekstur smo objektu določili še svetlost po prostorih, datum in uro dneva, lokacijo ter ga umestili v prostor in mu uredili okolico z dodatnimi 3D objekti (drevesa, zunanja oprema, ljudje,...). Z določitvijo vseh potrebnih nastavitvev smo v nadaljevanju za potrebe vizualizacij pripravili nekaj visokokakovostnih slik znotraj in zunaj obravnavanega objekta, ki so prikazane v nadaljevanju.



Slika 26: Render zunanosti obravnavanega objekta 1



Slika 27: Render zunanosti obravnavanega objekta 2



Slika 28: Render zunanosti obravnavanega objekta 3



Slika 29: Render notranjosti obravnavanega objekta

Program poleg visokokakovostnih realističnih slik omogoča tudi pripravo realističnih animacij. Tako slike kot animacije so zelo pomembni elementi v začetnih fazah projekta, ko želimo prepričati določenega investitorja o zastavljeni viziji za naš projekt. Na ta način si ljudje, ki jih morda v tej fazi ne zanima toliko strokovno ozadje kot sam izgled projekta, veliko lažje predstavljajo določene stvari v nasprotju s klasičnim prikazom projekta na načrtih 2D.

4.3.6 Izvoz modela 3D BIM v format IFC

Za potrebe uvoza v program CostX smo morali najprej izvoziti naš model v format IFC. V tem delu bo opisan postopek in priprava nastavitvev v programu Graphisoft ARCHICAD, ki so nujne pri kasnejši obdelavi modela v različnih programskih orodjih, namenjenih pripravi naprednih elektronskih izmer projektnih količin in drugih podobnih analiz. To je pomembno zlasti zato, da se pri izvozu oziroma uvozu modela 3D, poleg njegovih geometrijskih lastnosti, ohranijo tudi vse informacije o tem modelu, ki smo jih določili med projektiranjem. V ta namen nam program ARCHICAD omogoča, da si sami nastavimo ali pa samo prilagodimo profil za izmenjavo podatkov.

V programu ARCHICAD imamo že vnaprej na voljo nekaj nastavljenih profilov za izmenjavo podatkov v formatu IFC, in sicer so to:

- profil za izmenjavo podatkov s programom Revit,
- profil za izmenjavo podatkov s programom Tecla Structures,
- profil za izmenjavo podatkov s programom Scia Engineer,
- profil za izmenjavo podatkov s programom Allplan Engineering in
- profil za izmenjavo podatkov s programom Revit MEP.

Za izvoz (oziroma uvoz) modela IFC iz programa ARCHICAD imamo na voljo dva glavna filtra nastavitvev. Prvi filter nastavitvev predstavlja IFC domena:

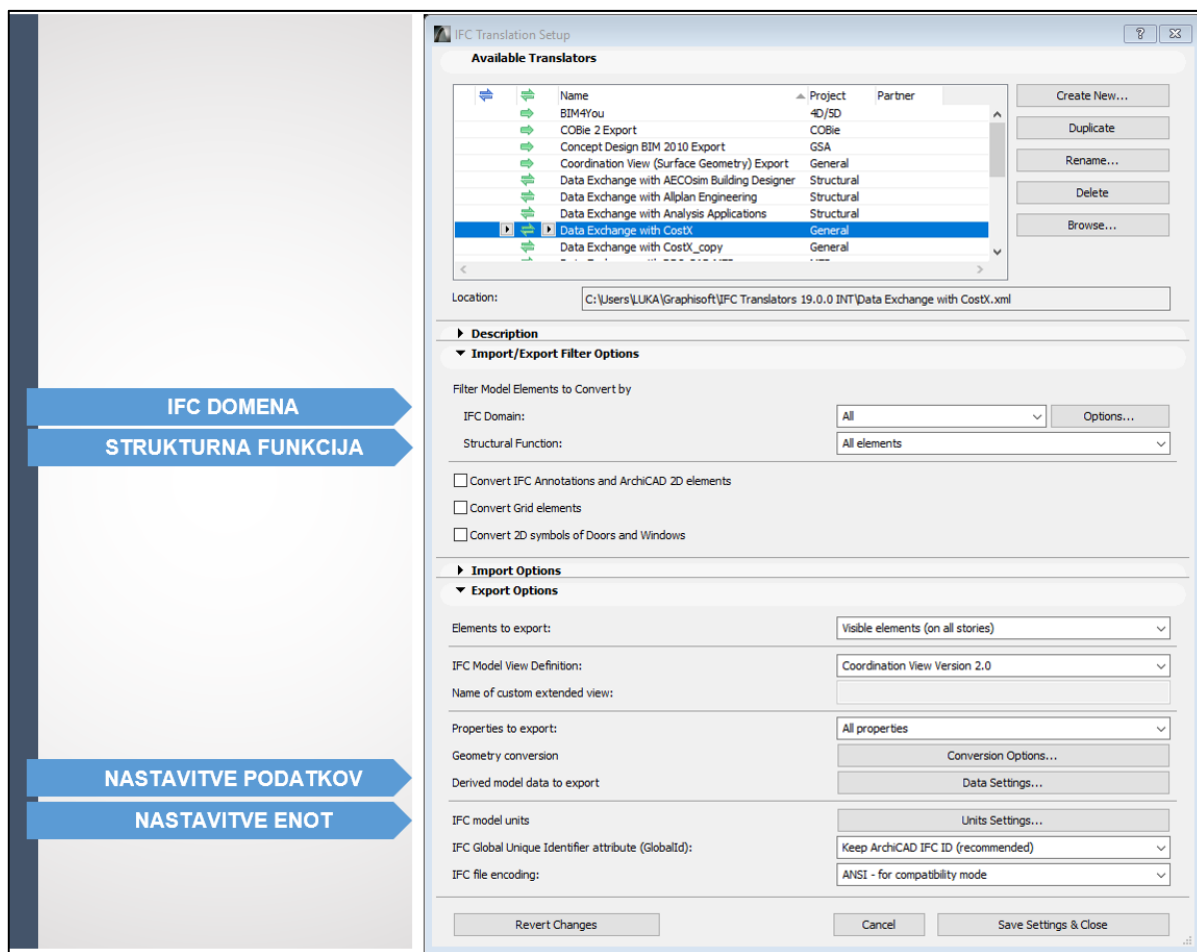
- celotni model BIM,
- samo strukturni elementi,
- samo MEP (*angl. mechanical, electrical and plumbing*) in
- nastavitve po meri.

Drugi filter nastavitvev pa je izbira strukturne funkcije elementov modela BIM, in sicer:

- vsi elementi modela BIM,
- samo nosilni elementi modela BIM (*angl. Load-Bearing elements only*) in
- samo nenosilni elementi modela BIM (*angl. Non-Load-Bearing elements only*).

V našem primeru smo si profil za izmenjavo podatkov med programoma ARCHICAD in CostX v formatu IFC nastavili sami. Za izvoz modela smo si definirali naslednje nastavitve (3 variante):

- izbrali smo elemente celotnega modela 3D BIM/samo nosilne elemente/samo nenosilne elemente,
- določili smo vse potrebne enote (dolžina, površina, volumen, čas, valuta itd.) ter
- definirali smo vse potrebne informacije o modelu (velikost, površina, volumen, ARCHICAD BIM parametre, podatke o conah itd.).



Slika 30: Nastavitve za izvoz modela 3D BIM v format IFC

Tako so bile nastavitve za izvoz našega modela 3D v format IFC pripravljene. Za potrebe priprave projektantskega popisa gradbenih del smo tako ločeno izvozili celotni model 3D, samo nosilne elemente modela 3D in samo nenosilne elemente pripravljenega modela 3D.

4.4 Izdelava projektantskega popisa del s programom CostX

V tem poglavju bo opisan celoten postopek priprave projektantskega popisa gradbenih del na podlagi obravnavanega modela 3D BIM enodružinske stanovanjske hiše. V ospredju bo predvsem prikaz določitve naprednih elektronskih izmer projektnih količin s pomočjo programa CostX in primerjava s tradicionalnim načinom določanja le teh. Kot je bilo že omenjeno, smo za pripravo samega projektantskega popisa gradbenih del izbrali program CostX, ki velja za enega od najbolj dovršenih in naprednih programov za tovrstne potrebe na trgu. Poleg naštetega smo nekaj pozornosti namenili tudi opisu programa in predstavitvi njegovega uporabniškega vmesnika. Predstavljenih bo tudi nekaj naprednih dodatnih funkcij programa, ki jih v našem primeru nismo potrebovali oziroma jih študentska verzija programa ne omogoča. Ena od takih funkcij je recimo izvoz celotnega projektantskega popisa del v program Excel.

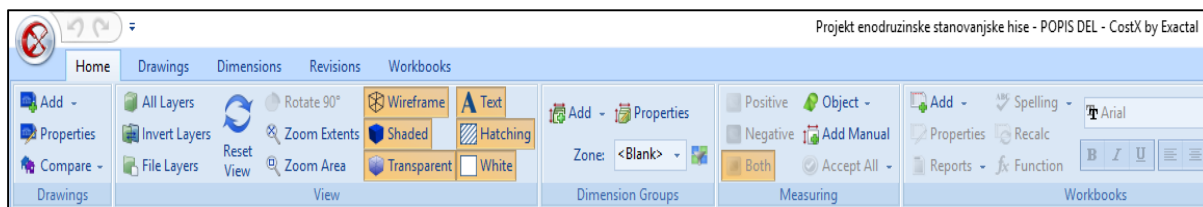
Za primerjavo z vsemi izračuni in izmerami, ki so bili pripravljeni s programom CostX, smo imeli pripravljen tudi klasičen projektantski popis del. Tako smo lahko sproti spremljali vsa odstopanja, če je do njih prišlo in na koncu ugotovili, kje so bila ta odstopanja največja.

4.4.1 Kratka predstavitev uporabniškega vmesnika programa CostX

Glavni horizontalni trak s posameznimi ukazi je smiselno organiziran in logično povezan med seboj ter se nahaja na vrhu programskega zaslona. Trak je razdeljen na pet zavihkov, ki nam predstavljajo različno vrsto dejavnosti. Vsakemu zavihku pripadajo različni ukazi in funkcije. Zavihki si sledijo v naslednjem vrstnem redu:

- domov,
- risbe,
- izmere,
- revizije in
- delovni zvezki.

Zavihek domov elegantno združuje vse glavne in največkrat uporabljene ukaze ostalih štirih zavihkov.



Slika 31: Glavni trak z ukazi

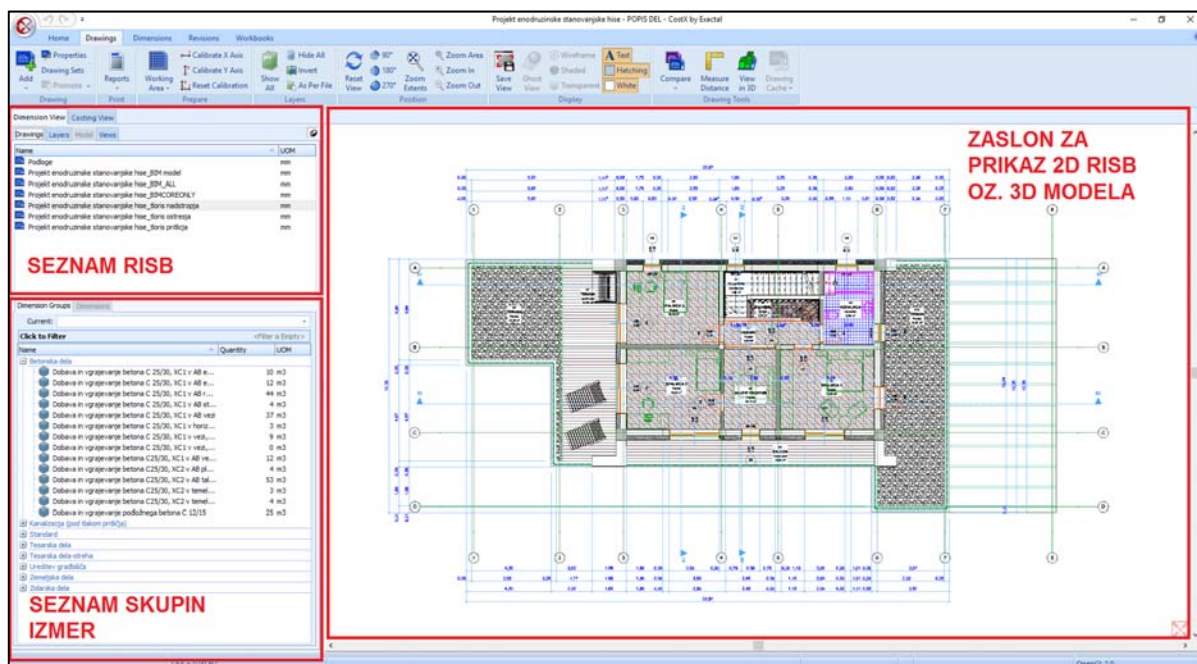
Za celotno delo v programu CostX imamo na voljo dva različna glavna pogleda, ki sta med seboj povezana preko elektronskih izmer, in sicer:

- pogled izmer (*angl. Dimension View*) in
- stroškovni pogled (*angl. Costing View*).

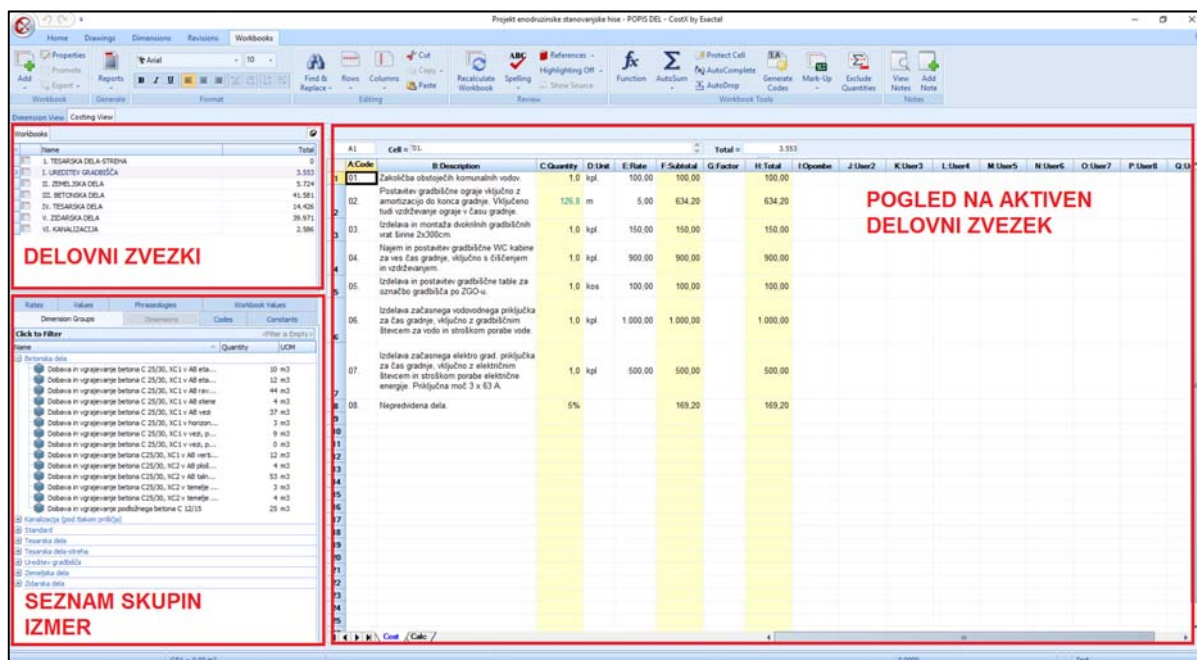
Pogled izmer vsebuje seznam risb in modelov, vse shranjene poglede, zaslon za prikaz modela 3D BIM oziroma risb 2D, PDF-jev ali fotografij ter seznam vseh pripravljenih skupin izmer in posameznih izmer. Stroškovni pogled pa vsebuje pogled na aktiven delovni zvezek, vse pripravljene delovne zvezke ter seznam vseh pripravljenih skupin izmer in posameznih izmer. Seznam vseh pripravljenih naprednih elektronskih izmer je skupni vmesnik oziroma vezni člen med obema pogledoma, ki nam omogoča končno pripravo projektantskih popisov del [26].

Miklavčič, L. 2017. Napredne elektronske izmere projektnih količin iz BIM, CAD in PDF s primerom.
Mag. d. Ljubljana, UL FGG, Magistrski študijski program Gradbeništvo – Nizke gradnje.

Naslednji dve sliki prikazujeta oba omenjena glavna pogleda v programu CostX. Z rdečo obrobo in napisom smo pri obeh pogledih označili vsa glavna področja, ki smo jih že predhodno našli. Tukaj lahko sedaj nazorno vidimo, da imamo tako na pogledu izmer kot na stroškovnem pogledu prikazan seznam pripravljenih skupin izmer. Ta zasnova uporabniškega vmesnika nam na ta način močno olajša in skrajša pripravo projektantskih popisov del. V nadaljevanju bo povezava med obema pogledoma tudi bolj detajlno opisana.



Slika 32: Pogled izmer (angl. Dimension View)



Slika 33: Stroškovni pogled (angl. Costing View)

4.4.2 Uvoz modela 3D BIM in risb 2D za pripravo izmer

V tem delu bo na kratko opisan splošen postopek priprave novega projekta v programu CostX, na kaj moramo biti pozorni pri uvozu različnih modelov 3D oziroma načrtov 2D in risb ter kako lahko uporabimo že pripravljene predloge (*angl. Templates*).

Preden smo začeli z delom v programu CostX, je bilo treba definirati povsem novo projektno datoteko (*angl. Project file*). Ta datoteka predstavlja najvišji nivo oziroma glavni projekt, v katerem so shranjene vse aktivnosti, ki so del tega projekta. V projektni datoteki je lahko več različnih objektov (*angl. Building file*), ki se nanašajo na isti projekt in predstavljajo drugi nivo nastavitvev. Kot smo že omenili, je lahko objektov več, vsi pa pripadajo enemu glavnemu projektu.

Za vsak objekt (*angl. Building file*) lahko ločeno predhodno definiramo naslednje nastavitve:

- ime objekta,
- kodo objekta,
- projekt, kateremu objekt pripada,
- kakšen je tip gradnje,
- datum, ko smo objekt dodali projektu in
- glavne merske enote objekta.

V tem delu velja omeniti še to, da lahko novi objekti, ki jih dodamo glavnemu projektu, temeljijo na nastavitvah, ki smo jih določili predhodnim projektom. To lahko dosežemo s pomočjo shranjenih predlog (*angl. Templates*), ki smo si jih nastavili pri preteklih projektih. Na ta način se izognemo ponovnemu določanju skupin izmer in nastavljanju posameznih postavk za pripravo popisa del. S tem, ko imamo enkrat pripravljene predloge za različne skupine elektronskih izmer in posamezne delovne zvezke skupaj z vsemi potrebnimi postavkami, lahko močno pohitimo pripravo projektantskega popisa del.

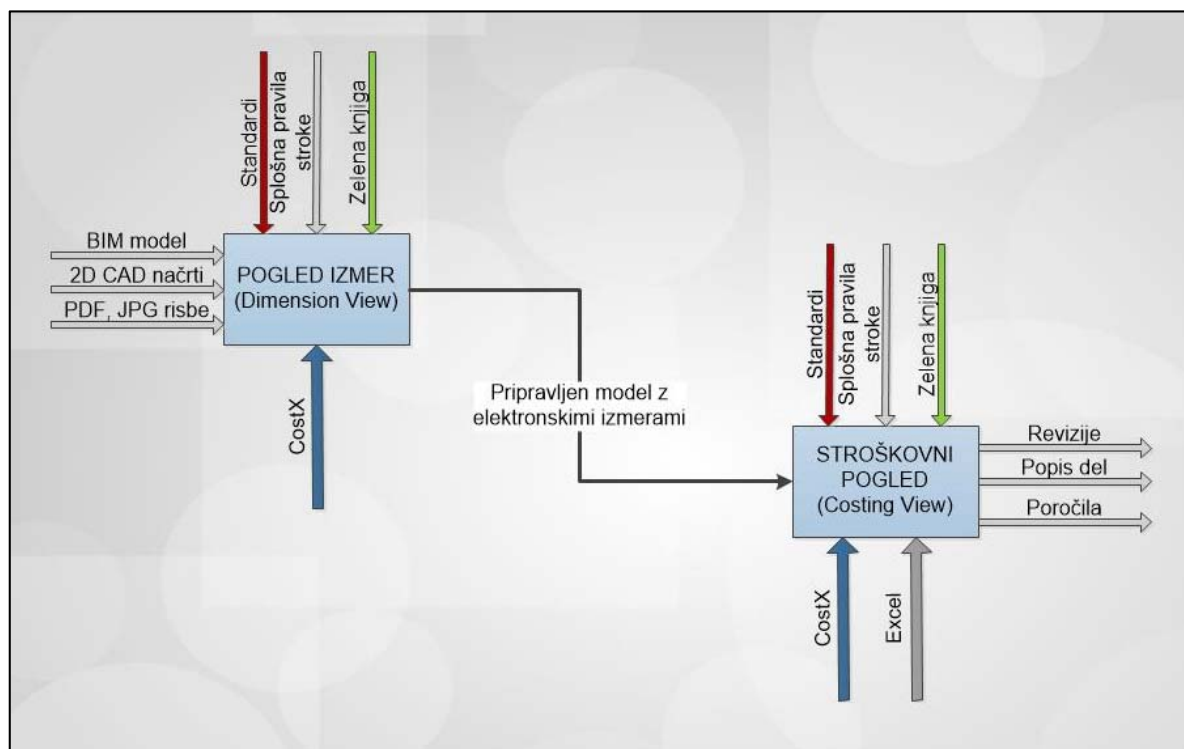
Naša naslednja naloga je bila uvoz posameznih risb in načrtov ter modelov 3D, ki smo jih potrebovali za pripravo izmer. Seznam je sledeč:

- tloris temeljev,
- tloris pritličja,
- tloris nadstropja,
- tloris ostrešja,
- celotni model BIM,
- model BIM brez opreme in
- model BIM samo z nosilno konstrukcijo (*angl. Core only*).

Za vsak uvožen načrt oziroma model je bilo treba definirati naslednje nastavitve:

- ime,
- glavne risalne enote,
- število etaž,
- horizontalno in vertikalno merilo,
- način priprave izmer (točkovni, objektni) in
- tip (načrt 2D, model 3D BIM).

Spodnji diagram prikazuje glavne procese v programu CostX. V nadaljevanju se diagram drevesno razčleni, kjer ločeno obravnavamo procese v pogledu izmer in v stroškovnem pogledu.



Slika 34: Diagram glavnih procesov v programu CostX

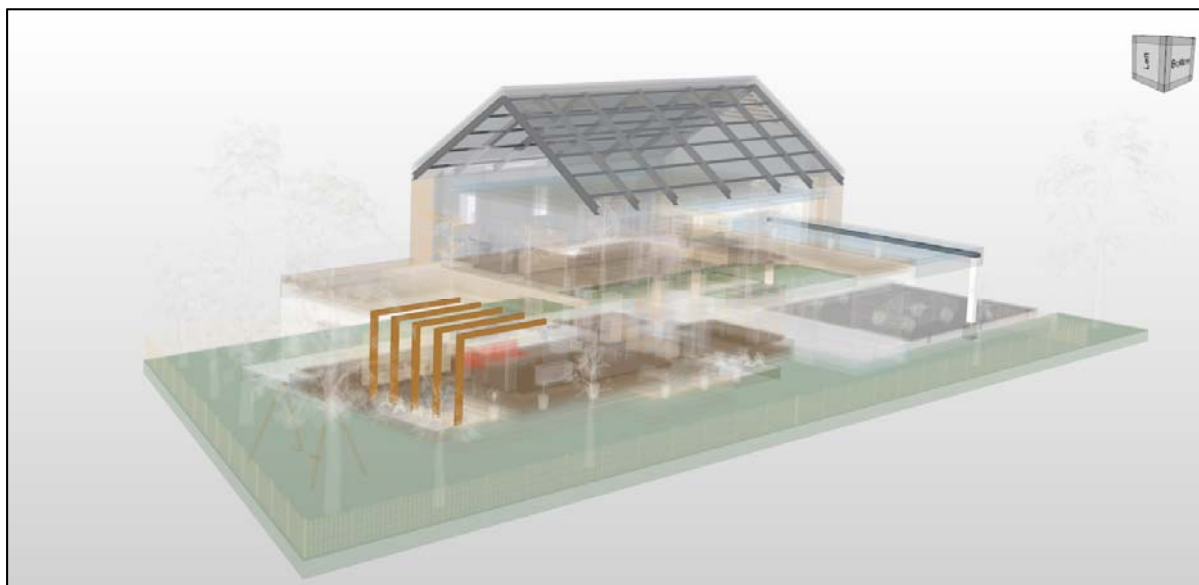
4.4.3 Pogled izmer (angl. *Dimension View*)

Kot smo že omenili, vsebuje pogled izmer seznam vseh uvoženih načrtov in modelov, shranjene poglede, zaslon za prikaz modela 3D oziroma načrta 2D ter seznam vseh skupin izmer in posameznih izmer. S tem, ko smo imeli uvožene vse naše modele in načrte, smo se lahko lotili določanja posameznih izmer. Za lažjo pripravo izmer nam program omogoča, da model prikazujemo po posameznih plasteh, ki smo si jih nastavili že v modelirnem programu. To nam lahko močno pohitri pripravo popisa, saj na ta način hitreje pridemo do iskanih elementov v modelu oziroma na načrtu. V primeru modelov BIM pa imamo na voljo tudi drevesni prikaz posameznih elementov, in glede na njihovo funkcijo v modelu.

V našem primeru smo imeli naslednjo drevesno razdelitev elementov:

- nosilci,
- stebri,
- MEP,
- vrata,
- okna,
- pohištvo, kopalniška oprema in zunanja oprema (ločeno),
- ograja,
- plošče,
- stopnice in
- zidovi.

Program CostX omogoča tudi shranjevanje posameznih nastavljenih pogledov in tiskanje le teh za potrebe priprave poročil ter pregled elektronskih izmer.



Slika 35: Drevesni pogled nosilcev in stebrov v modelu BIM

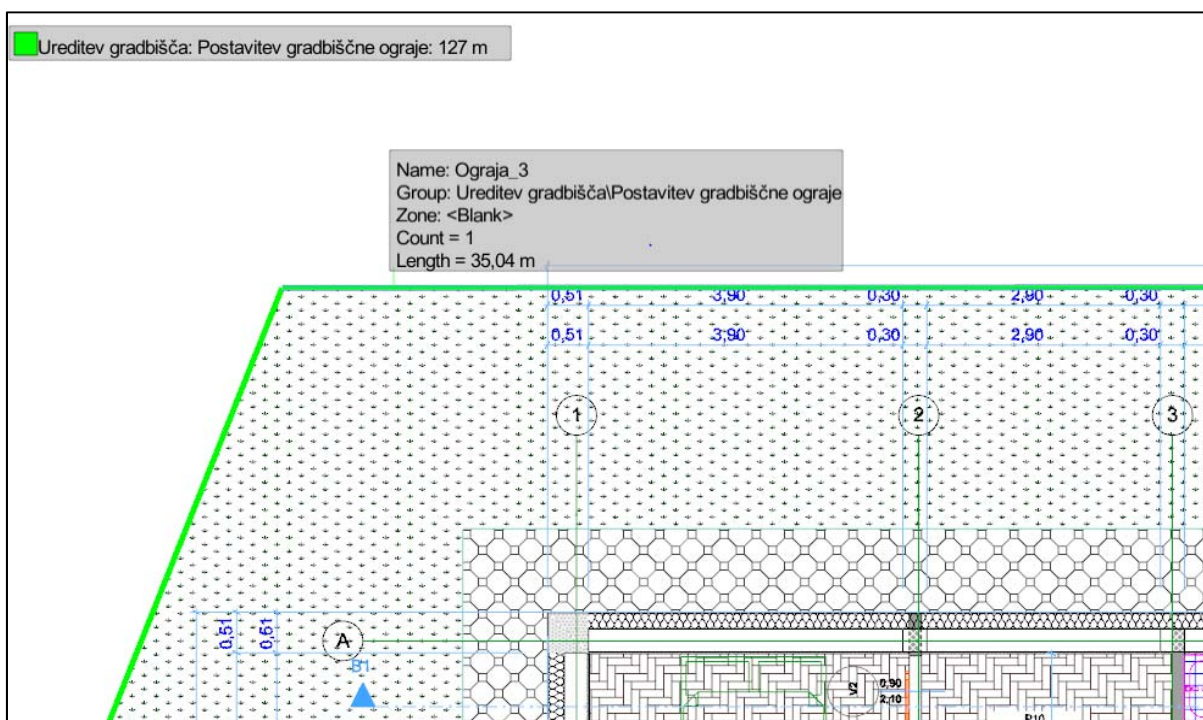
4.4.4 Prikaz priprave elektronskih izmer

Ena od glavnih funkcij programa je priprava elektronskih izmer, ki jih lahko pripravimo na podlagi risb 2D in načrtov oziroma na podlagi modela BIM. Vse izmere, ki jih pripravimo, se shranjujejo v izbrane skupine izmer, ki jih predhodno določimo glede na obravnavano postavko v popisu. Na voljo imamo tri glavne načine za pripravo posameznih elektronskih izmer:

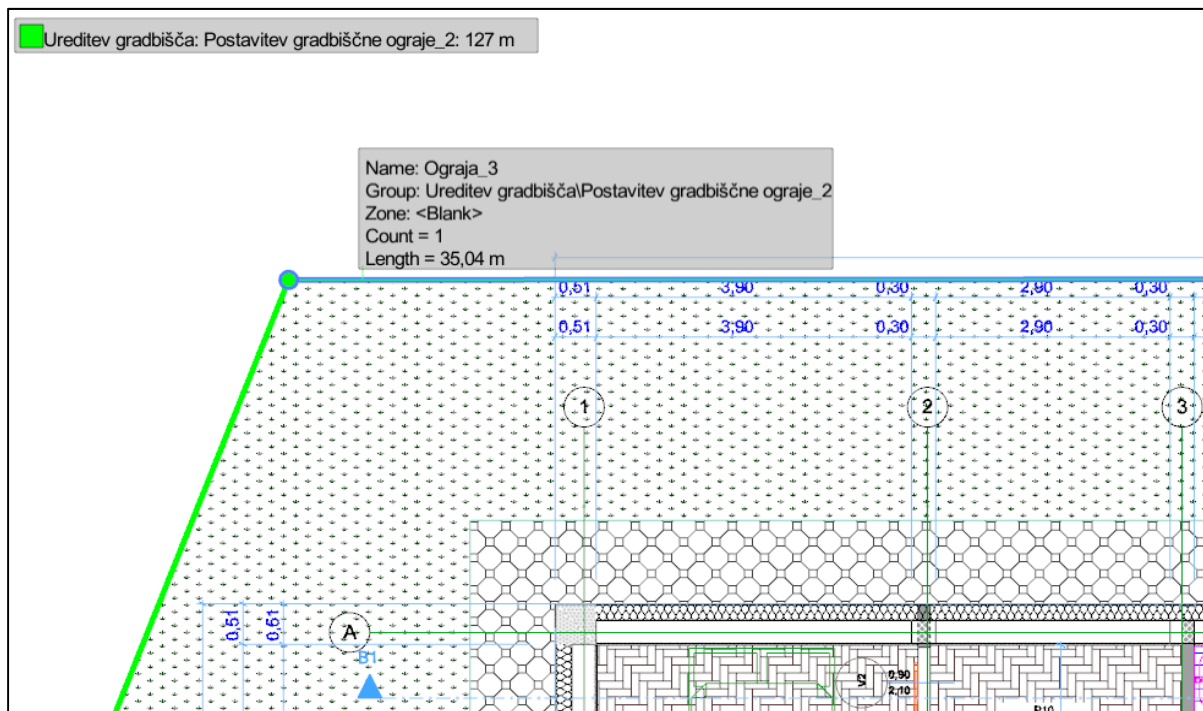
- 2D linijski način (*angl. 2D Line Mode*),
- 2D točkovni način (*angl. 2D Point Mode*) in
- 3D objektni način (*angl. 3D Object Mode*).

2D linijski način deluje po principu hitrega samodejnega zaznavanja črt iz vektorskih risb in načrtov. Pomembno pri tem načinu je zgolj to, da imamo na voljo vektorske linije, ki so sestavni del CAD oziroma PDF datotek. Povsod, kjer lahko uporabimo 2D linijski način, lahko prav tako uporabimo tudi 2D točkovni način. Problem nastane v primeru rastrskih datotek, ko 2D linijski način odpove in se lahko poslužimo zgolj 2D točkovnega načina. Do tega največkrat pride ob analiziranju različnih JPEG ali BMP datotek. 2D točkovni način tako omogoča pripravo naprednih elektronskih izmer tudi v primeru, ko imamo na voljo samo rastrske datoteke. Najbolj dovršen in hiter način priprave elektronskih izmer pa predstavlja 3D objektni način. Ta način omogoča pripravljavcu popisa to, da lahko avtomatsko določi količine posameznim 3D elementom in to zgolj s klikom nanje.

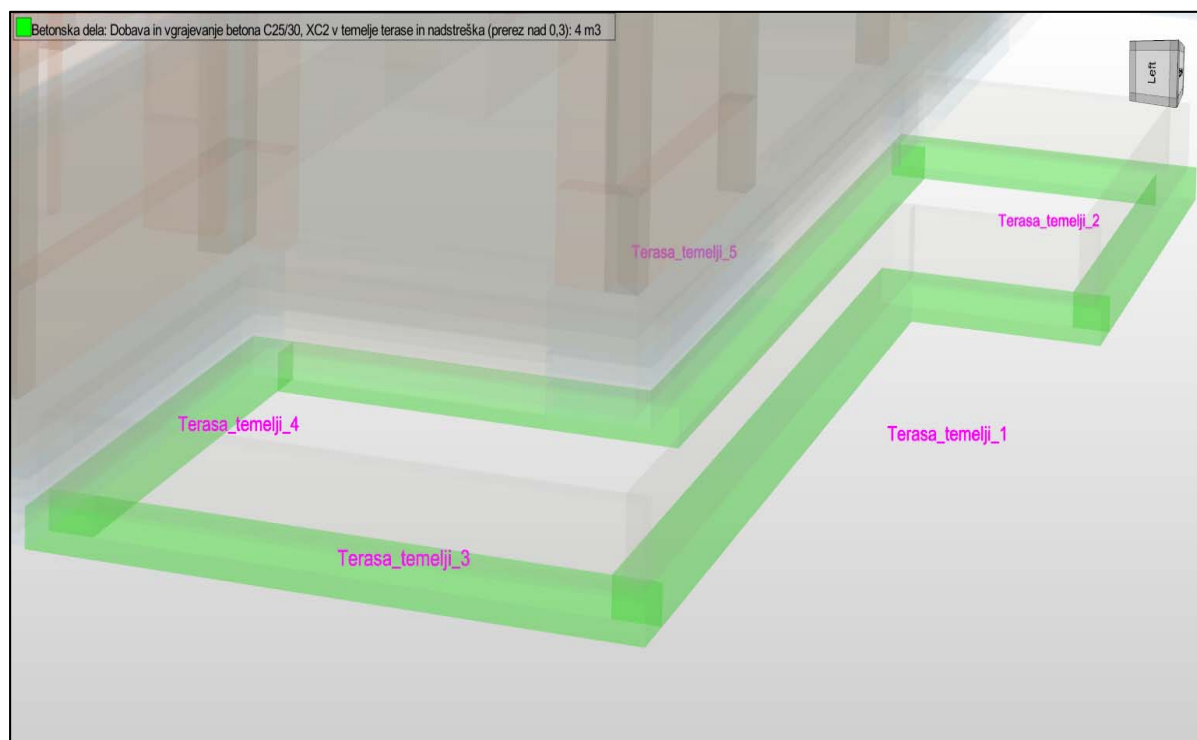
Na naslednjih treh slikah so prikazani zgoraj opisani načini, ki so na voljo v programskem okolju CostX in se jih lahko poslužujemo pri zajemu naprednih elektronskih izmer projektnih količin. Vsaka posamezna slika prikazuje svoj način, ki smo ga dejansko uporabili pri končni pripravi projektantskega popisa gradbenih del. V zgornjem levem robu slike je dodan tudi opis posamezne napredne elektronske izmere, skupaj z izračunanimi skupnimi količinami. Pri prvi in drugi sliki lahko primerjamo med seboj 2D linijski in točkovni način. Oba nas pripeljeta do istega rezultata. Razlika med njima je v tem, da je 2D linijski način tam, kjer je seveda možen občutno hitrejši od 2D točkovnega zajema projektnih količin. Obstajajo pa seveda tudi določeni primeri, kjer je bolj smiselna uporaba 2D točkovnega načina. Tretja slika pa prikazuje 3D objektni način za zajem naprednih elektronskih izmer, kjer enostavno označimo željene 3D elemente modela BIM.



Slika 36: 2D linijski način



Slika 37: 2D točkovni način



Slika 38: 3D objektni način

Skupine izmer predstavljajo najvišji nivo v pogledu izmer in so tako lahko sestavljene iz več smiselno povezanih izmer. Vsaki posamezni elektronski izmeri je treba predhodno določiti skupino izmer, ki ji bo le ta pripadala.

Vsaki novo dodani skupini izmer lahko določimo različne nastavitve. Nastavitve se delijo v dve skupini, in sicer na splošne nastavitve skupine izmer ter na BIM izmere. Tako lahko vsaki skupini izmer določimo naslednje nastavitve:

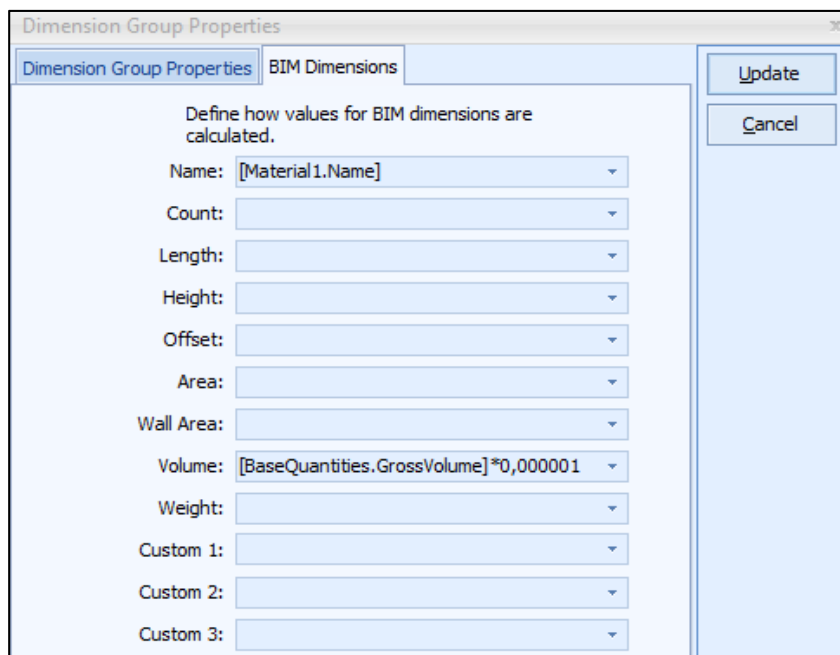
A. Splošne nastavitve skupine izmer (*angl. Dimension Group Properties*):

- ime skupine izmer,
- mapa oziroma podmapa, kateri bo pripadala skupina izmer,
- privzeti način merjenja (štetje [kos], dolžina [m], površina [m2], volumen [m3]),
- privzeti prikaz izmer (štetje [kos], dolžina [m], površina [m2], površina zidu [m2], volumen [m3], teža [kg]),
- privzeta višina [m],
- privzeti odmik [m] in
- privzete barve za prikaz pozitivnih in negativnih elektronskih izmer.

Slika 39: Splošne nastavitve skupine izmer

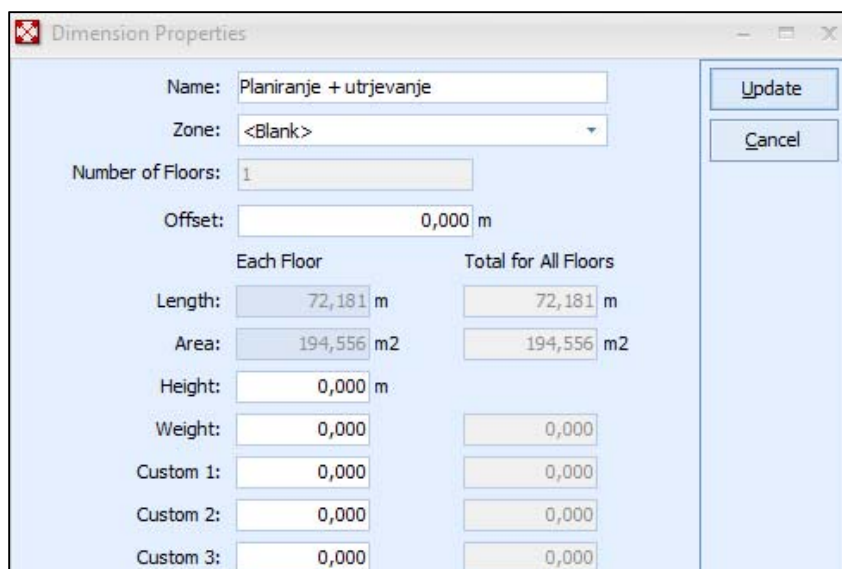
B. BIM izmere (*angl. BIM Dimensions*):

- ime izmer,
- štetje [kos],
- dolžina [m],
- višina [m],
- odmik [m],
- površina [m2],
- površina zidu [m2],
- volumen [m3] in
- teža [kg].



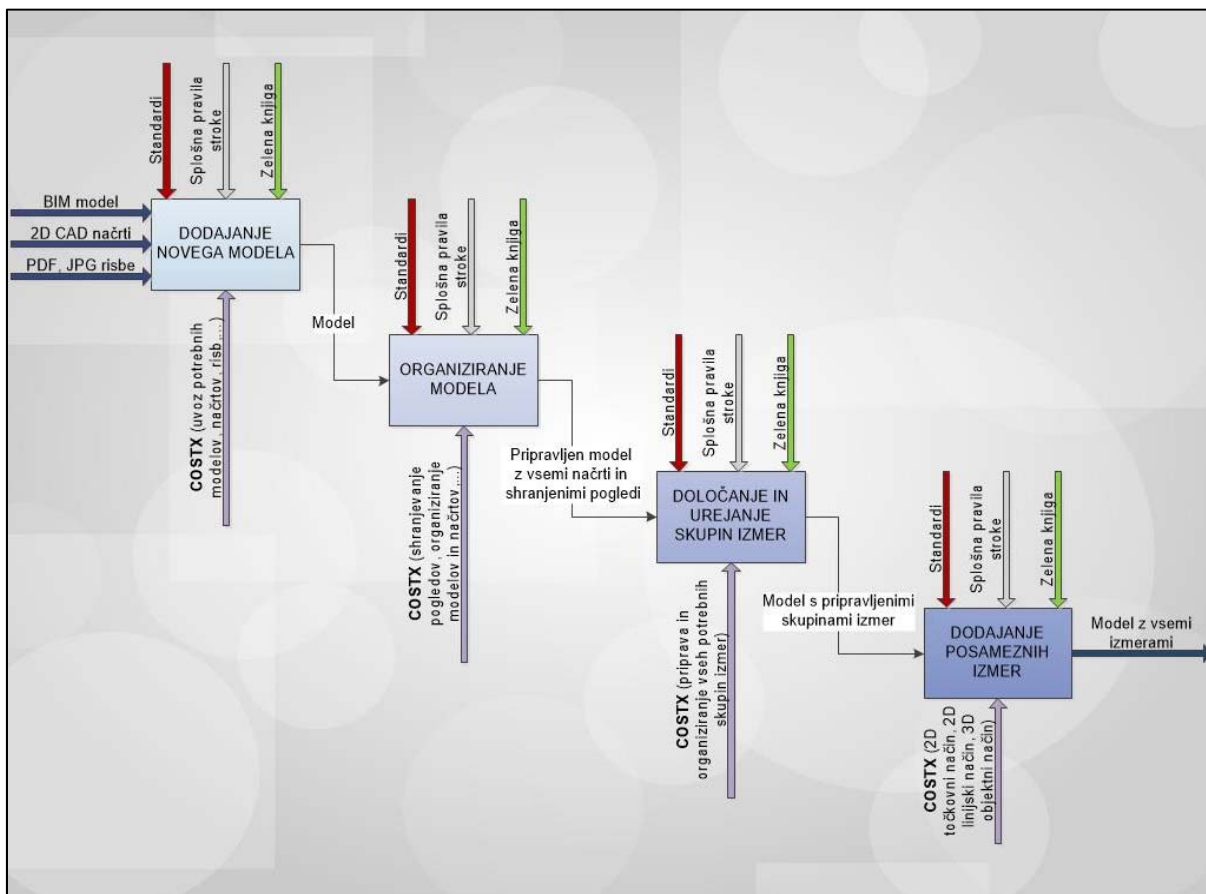
Slika 40: Nastavitev BIM izmer

V primeru BIM izmer se vsi izbrani podatki črpajo iz informacij, ki pripadajo posameznemu modelu 3D BIM. Te informacije so bile predhodno določene pri modeliranju v programu ARCHICAD in so se ohranile pri izvozu modela 3D v format IFC. Vsaki definirani skupini izmer lahko seveda določene nastavitve po potrebi kadarkoli spreminjamo in prilagajamo. Kot primer lahko recimo zaradi spremembe višine nekega zidu z enim samim klikom posodobimo vse izmere, ki pripadajo tej skupini izmer. Pod vsako skupino izmer se tako shranjujejo individualno pripravljene elektronske izmere. Prav tako kot vsako skupino izmer lahko tudi vsako elektronsko izmero kasneje prilagajamo, spreminjamo, kopiramo oziroma izbrišemo glede na potrebe projekta.



Slika 41: Nastavitve posamezne elektronske izmere

Za lažjo splošno predstavo dela v pogledu izmer smo za to področje pripravili diagram glavnih procesov, ki so prikazani na naslednji sliki.



Slika 42: Diagram glavnih procesov v pogledu izmer

Seznam vseh glavnih skupin izmer, ki smo jih pripravili in v nadaljevanju povezali s posameznimi postavkami v projektantskem popisu del, je sledeč:

- betonska dela,
- kanalizacija (pod tlakom pritličja),
- tesarska dela,
- ureditev gradbišča,
- zemeljska dela in
- zidarska dela.

Program CostX nudi še veliko drugih programskih možnosti, kot je recimo primerjalna funkcija. Ta funkcija omogoča hitro iskanje kakršnihkoli razlik oziroma odstopanj med dvema objektoma in lahko močno olajša delo pri revizijah projekta. Vse razlike so barvno označene in jih na ta način zelo hitro evidentiramo. Program pa omogoča tudi enostavno pripravo poročil in izvoz le teh v format PDF ali DWF. Na voljo je še veliko drugih naprednih funkcij, ki pa niso bile ključne v našem primeru pri pripravi projektantskega popisa gradbenih del.

4.4.5 Stroškovni pogled (*angl. Costing View*)

Stroškovni pogled vsebuje glavni pogled na aktiven delovni zvezek, okno z vsemi pripravljenimi delovnimi zvezki ter seznam vseh skupin izmer in posameznih izmer. Kot že omenjeno, predstavlja seznam vseh pripravljenih izmer nekakšen skupni vmesnik med obema pogledoma za končno pripravo projektantskih popisov del. Iz seznama vseh izmer tako črpamo vse ključne podatke, ki jih potrebujemo pri definiranju posameznih postavk. Vsi izbrani podatki se ob morebitnih kasnejših spremembah na projektu samodejno osvežujejo in posodablajo.

Pogled na aktiven delovni zvezek je podobno organiziran kot glavno okno v Excelu. Sestavljen je namreč iz stolpcev in vrstic. V programu CostX so stolpci od A do H fiksni, medtem ko so lahko vsi nadaljnji stolpci poljubno prilagojeni potrebam uporabnika. Te nadaljnje stolpce lahko tako po lastnih željah spreminjamo in prilagajamo. Spodnja slika prikazuje osnovni pogled na delovni zvezek.

	A:Code	B:Description	C:Quantity	D:Unit	E:Rate	F:Subtotal	G:Factor	H:Total
1	01.	Zakoličba obstoječih komunalnih vodov.	1,0	kpl.	100,00	100,00		100,00
2	02.	Postavitev gradbiščne ograje vključno z amortizacijo do konca gradnje. Vključeno tudi vzdrževanje ograje v času gradnje.	126,8	m	5,00	634,20		634,20
3	03.	Izdelava in montaža dvokrilnih gradbiščnih vrat širine 2x300cm.	1,0	kpl.	150,00	150,00		150,00

Slika 43: Pogled na strukturo aktivnega delovnega zvezka

Stolpci v aktivnem delovnem zvezku si sledijo v naslednjem vrstnem redu:

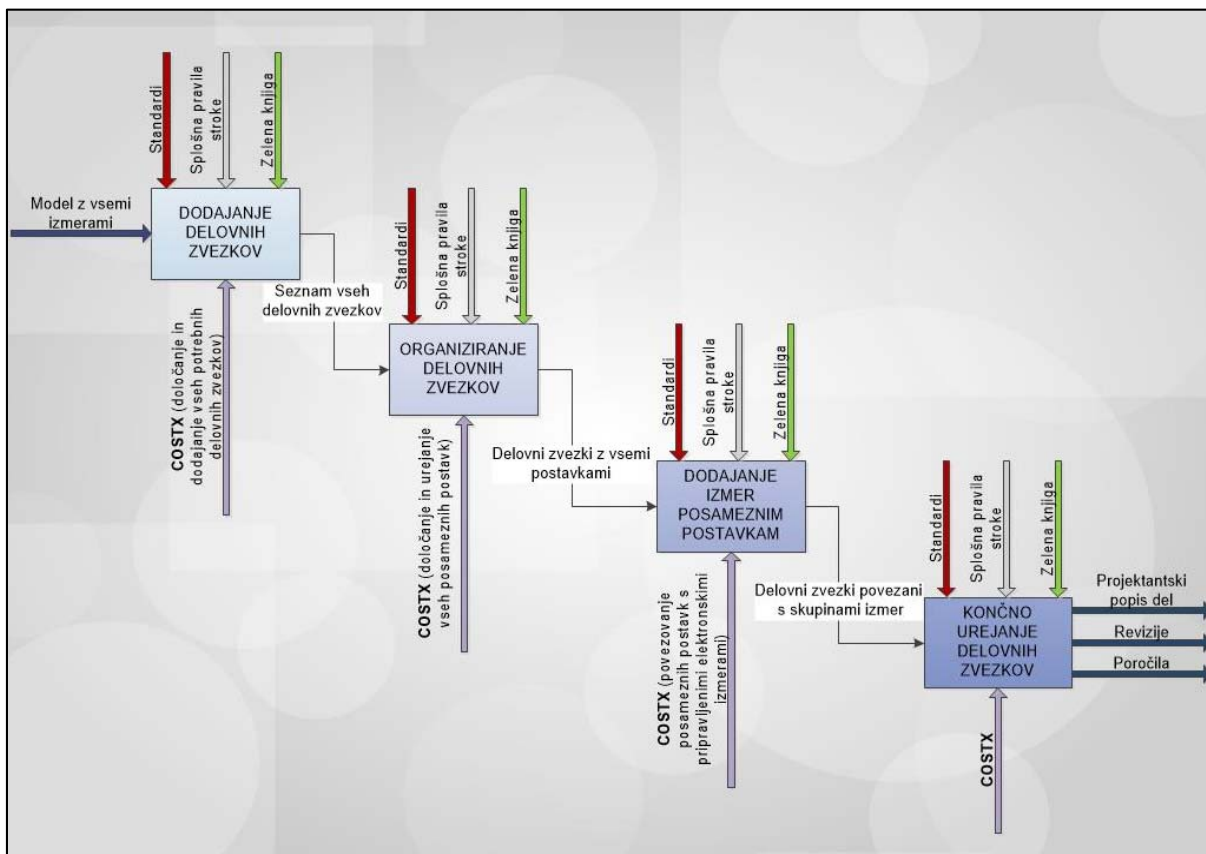
- A: številka postavke (*angl. Code*),
- B: opis postavke (*angl. Description*),
- C: količina (*angl. Quantity*),
- D: enota (*angl. Unit*),
- E: cena/enoto (*angl. Rate*),
- F: vmesna vrednost (*angl. Subtotal*),
- G: faktor (*angl. Factor*) in
- H: vrednost postavke (*angl. Total*).

Nekateri stolpci v aktivnem delovnem zvezku so hierarhični. Tako lahko z dvojnim klikom na stolpec C, E in F odpremo nov delovni zvezek, ki predstavlja nižji nivo posamezne postavke. Na ta način lahko pripravimo neko postavko, ki je sestavljena iz več različnih skupin izmer z različnimi razmerji cen na določeno enoto. Tista postavka, ki je sestavljena iz več nivojev, ima nekatere celice obarvane modro. To so ravno tiste celice, ki predstavljajo vsoto nižjih nivojev. Vsaki celici v delovnem zvezku lahko dodamo tudi poljubno opombo. Tiste celice, ki vsebujejo opombo, so označene z rdečim trikotnikom v zgornjem robu celice.

Kot smo že omenili, je glavna povezava med pogledom izmer in stroškovnim pogledom seznam vseh izmer, ki se nahaja spodaj levo pri obeh pogledih. Vse izmere, ki smo jih povezali z določenimi postavkami, se v primeru sprememb samodejno osvežujejo. Tako nam ni treba vedno znova ročno popravljati že enkrat pripravljenih postavk v projektantskem popisu del. To je tudi ena od glavnih prednosti programa CostX, ki nam na ta način močno pohitri pripravo popisa del in kasnejša prilagajanja spremembam tekom projekta.

4.4.6 Prikaz priprave projektantskega popisa gradbenih del

V tem delu bo prikazan splošen postopek priprave projektantskega popisa gradbenih del s pomočjo programa CostX. Če na kratko ponovimo, smo do tega trenutka uvozili model BIM skupaj z vsemi načrti in pripravili vse potrebne elektronske izmere, ki jih bomo v naslednjem koraku povezali s ciljnim postavkami v projektantskem popisu del. Osredotočili se bomo predvsem na način priprave samega popisa, ki nam ga program CostX omogoča. Nekaj besed bomo namenili tudi organiziranju in urejanju delovnih zvezkov ter načinu priprave končnih poročil. Za lažjo predstavbo dela v stroškovnem pogledu smo tudi za to področje pripravili diagram glavnih procesov. V diagramu so predstavljeni glavni koraki, ki so bili v našem primeru ključni za končno pripravo projektantskega popisa gradbenih del. V nadaljevanju bodo posamezni koraki tudi bolj podrobno opisani in predstavljeni.



Slika 44: Diagram glavnih procesov v stroškovnem pogledu

Kot prikazuje diagram glavnih procesov v stroškovnem pogledu, smo na začetku dela v omenjenem pogledu najprej določili vse potrebne delovne zvezke. Za vsak delovni zvezek smo določili ime zvezka, privzete cone, datum priprave, stil pisave, obravnavani projekt, objekt tega projekta in poljubne zapiske, če so bili potrebni. Seznam vseh delovnih zvezkov, ki smo jih pripravili za potrebe izdelave popisa del, je tako sledeč:

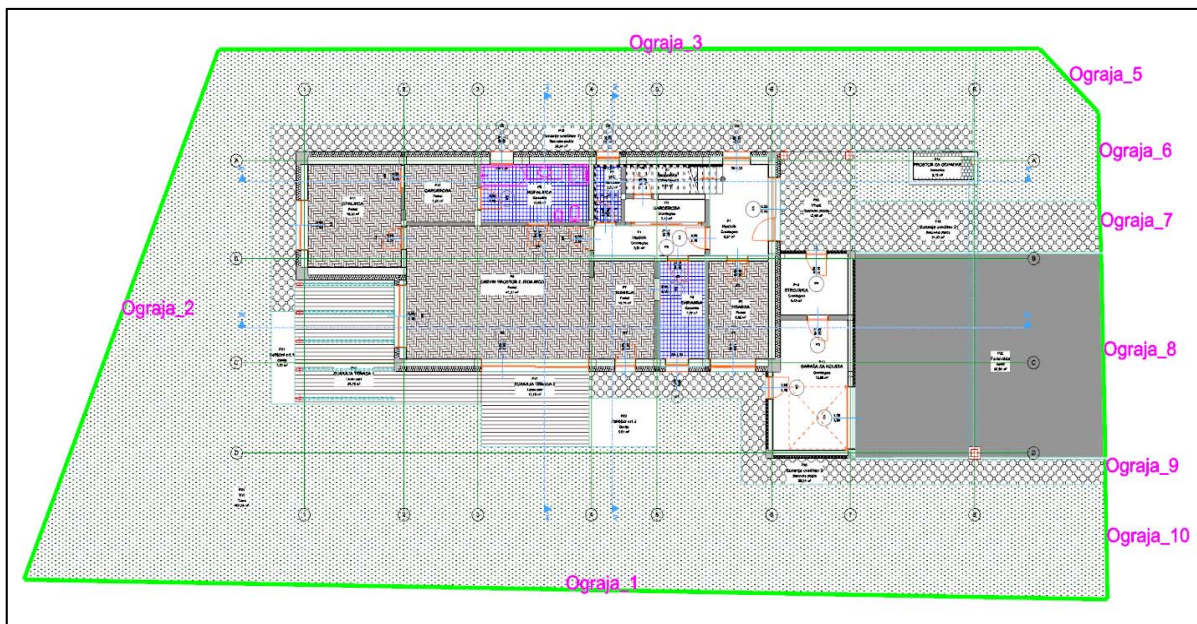
- A. ureditev gradbišča,
- B. zemeljska dela,
- C. betonska dela,
- D. tesarska dela,
- E. zidarska dela in
- F. kanalizacija.

Naša naslednja naloga je bila organiziranje vseh delovnih zvezkov, ki smo jih pripravili v prejšnjem koraku. Tako smo vse delovne zvezke opremili s potrebnimi postavkami, ki so ključni element vsakega projektantskega popisa del. Vsaka postavka je sestavljena iz številke postavke, opisa postavke, količine, enote, cene/enoto, vmesne vrednosti, faktorja in končne vrednosti postavke. Na ta način smo opremili vse postavke v posameznih delovnih zvezkih. V tem delu smo definirali tudi izgled delovnih zvezkov, stil pisave, velikost pisave in glavno postavitev teksta. Pri tem smo skušali ohraniti tradicionalni izgled projektantskih popisov del.

Na tem mestu smo imeli vse delovne zvezke definirane in opremljene s posameznimi postavkami. Sledil je tretji korak, v katerem smo vse postavke povezali s ciljnim naprednim elektronskim izmerami, ki smo jih določili že v samem pogledu izmer. Kot smo že omenili, predstavljajo skupine izmer v programu CostX glavni vezni člen med pogledom izmer in stroškovnim pogledom. Program nam omogoča zelo hitro povezovanje pripravljenih naprednih elektronskih izmer s posameznimi postavkami tako, da enostavno z enim klikom nesemo poljubno elektronsko izmero s količinami v okno neke postavke. Zaradi lažje predstave bomo v nadaljevanju prikazali nekaj različnih primerov priprave in definiranja postavk. Tako bo bolj podrobno prikazana po ena postavka iz vsakega delovnega zvezka:

- A. Ureditev gradbišča: postavitve gradbiščne ograje vključno z amortizacijo do konca gradnje. Vključeno je tudi vzdrževanje ograje v času gradnje.

Pri določitvi skupne dolžine gradbiščne ograje smo se poslužili 2D linijskega načina za zajem projektnih količin. Tako smo enostavno označili vse posamezne odseke gradbiščne ograje in program nam je avtomatsko izračunal celotno dolžino, ki smo jo nato prenesli v predhodno pripravljeno postavko v popisu del. Naslednja slika prikazuje zajem elektronskih izmer za to postavko.

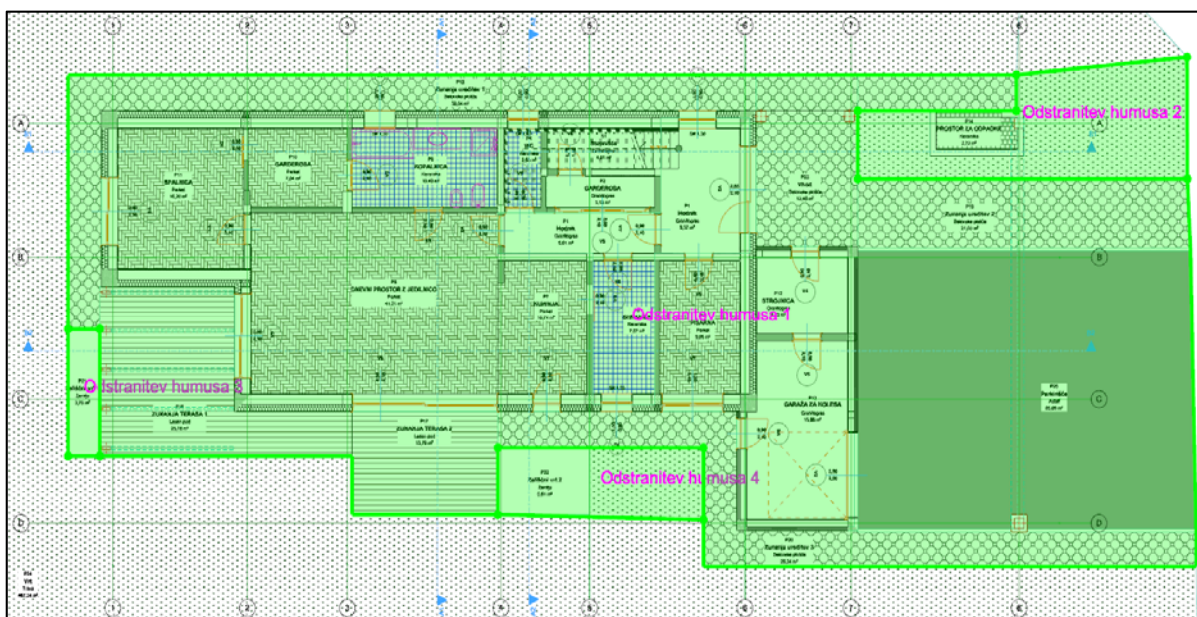


Slika 45: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz ureditve gradbišča

Preglednica 7: Prikaz obravnavane postavke iz ureditve gradbišča

Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
02.	Postavitev gradbiščne ograje, vključno z amortizacijo do konca gradnje. Vključeno je tudi vzdrževanje ograje v času gradnje.	126,8	m	5,00	634,20

B. Zemeljska dela: odstranitev humusa v debelini do 30 cm, nakladanje materiala na transportno sredstvo in odvoz na začasno deponijo gradbišča.



Slika 46: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz zemeljskih del

V primeru določitve elektronskih izmer projektnih količin za volumen odstranitve humusa smo naprej označili vsa območja, ki so bila predvidena za odstranitev. Ta območja so označena na prejšnji sliki. Vsem obravnavanim območjem smo nato definirali globino 30 cm, ki je bila predvidena za odstranitev in program nam je podal skupen volumen izkopa humusa. V primeru, da bi imeli predhodno zmodeliran izkop humusa v programu ARCHICAD, bi se lahko poslužili tudi 3D objektnega načina za zajem naprednih elektronskih izmer. Rezultat bi bil na koncu seveda identičen našemu izračunu.

Preglednica 8: Prikaz obravnavane postavke iz zemeljskih del

Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
02.	Odstranitev humusa v debelini do 30 cm, nakladanje materiala na transportno sredstvo in odvoz na začasno deponijo gradbišča.	139,2	m ³	3,00	417,69

C. Betonska dela: dobava in vgrajevanje betona C25/30, XC2 v temelje nadstreška in terase prereza 0,12–0,20 m³/m² in nad 0,30 m³/m².

Za skupino betonskih del bomo predstavili postavko, ki obravnava dobavo in vgrajevanje betona v temelje nadstreška in terase. To postavko smo razdelili na dva dela, da smo lahko ločeno obravnavali dva različna prereza temeljev. V tem delu smo lahko uporabili 3D objektni način za zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin temeljev. Tako smo za oba prereza enostavno označili posamezne 3D elemente. Program nam nato avtomatsko izračuna skupni volumen za vse izbrane 3D elemente. Naslednji dve sliki in preglednica prikazujejo pripravo obravnavane postavke iz področja betonskih del.



Slika 47: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz betonskih del 1



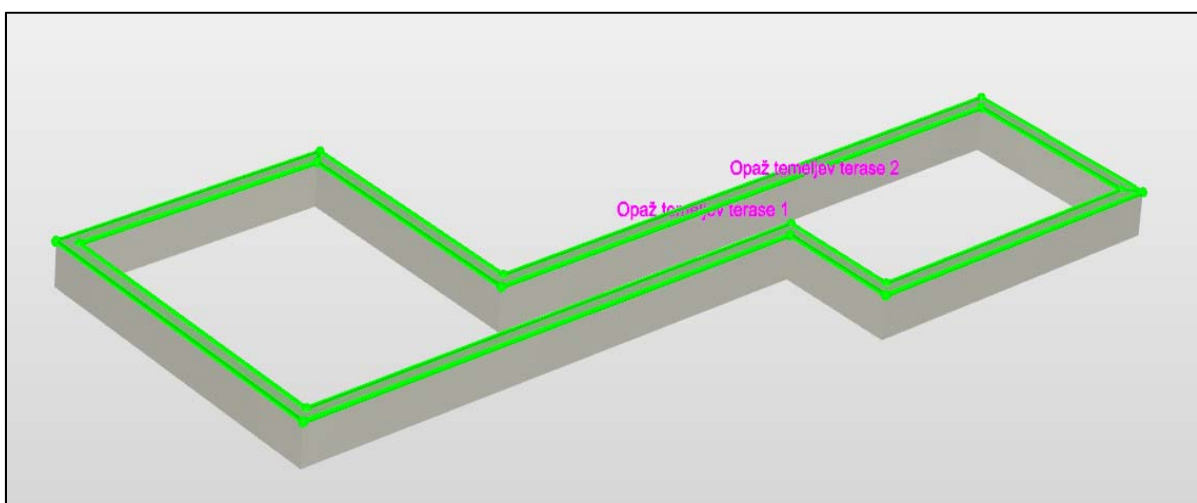
Slika 48: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz betonskih del 2

Preglednica 9: Prikaz obravnavane postavke betonskih del

Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
02.	Dobava in vgrajevanje betona C25/30, XC2 v temelje nadstreška in terase prereza:				
-	0,12–0,20 m ³ /m ²	3,3	m ³	106,00	348,74
-	nad 0,30 m ³ /m ²	3,8	m ³	94,00	354,38

D. Tesarska dela: dobava in izdelava dvostranskega opaža temeljev terase.

Elektronske izmere za izdelavo dvostranskega opaža temeljev terase so bile pripravljene na način, da smo notranjo in zunanjo robno dolžino temeljev pomnožili z višino temeljev. Ko seštejemo zunanjo in notranjo površino, dobimo skupno površino opaža za temelje terase.



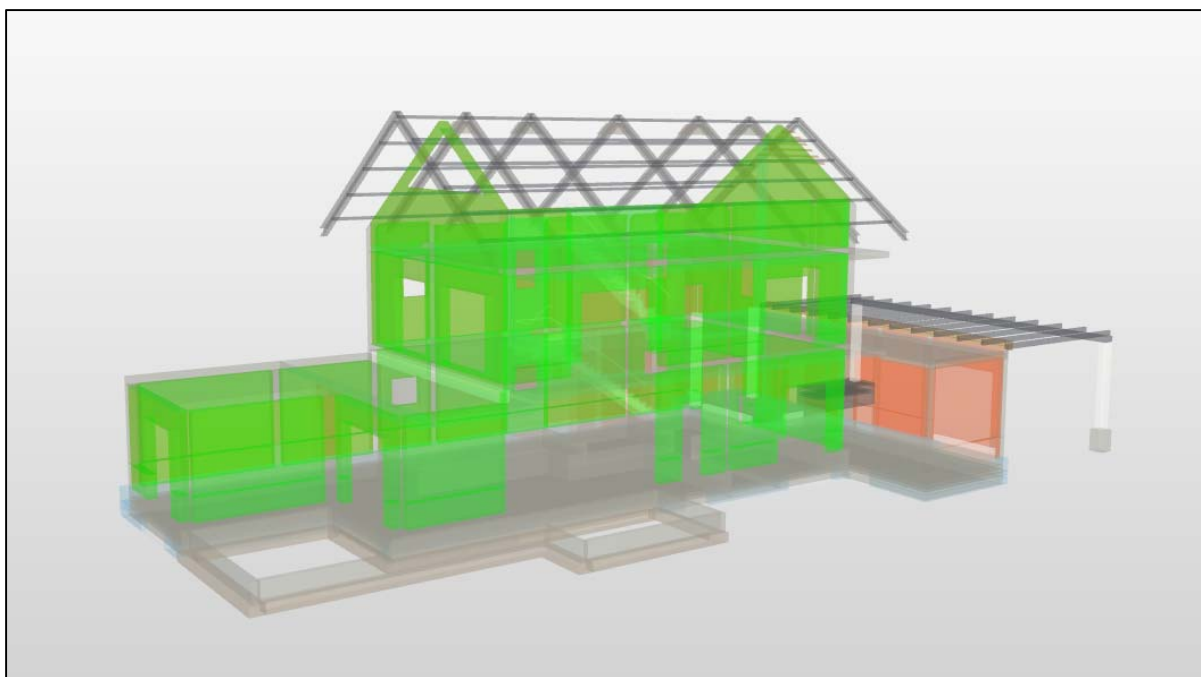
Slika 49: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz tesarskih del

Preglednica 10: Prikaz obravnavane postavke iz tesarskih del

Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
02.	Dobava in izdelava dvostranskega opaža temeljev terase.	45,7	m ²	13,00	593,97

E. Zidarska dela: dobava in zidanje zidu z modularno opeko debeline 30 cm v grobi podaljšani malti 1:3:9.

Za področje zidarskih del bomo opisali pripravo postavke, ki zajema dobavo in zidanje zidu z modularno opeko debeline 30 cm. V tem primeru smo obravnavali uvožen model 3D BIM, ki vsebuje samo nosilno konstrukcijo objekta. Nato smo v naslednjem koraku izolirali vse 3D elemente, ki predstavljajo modularno opeko v našem modelu in jih dodali k pripravljeni skupini izmer. Tudi v tem primeru smo se lahko poslužili 3D objektnega načina za zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin. Te projektne količine smo nato povezali z obravnavano postavko v projektantskem popisu gradbenih del.



Slika 50: Prikaz elektronskih izmer za obravnavano postavko iz zidarskih del

Preglednica 11: Prikaz obravnavane postavke iz zidarskih del

Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
05.	Dobava in zidanje zidu z modularno opeko debeline 30 cm v grobi podaljšani malti 1:3:9.	70,0	m ³	118,00	8.264,72

F. Kanalizacija: preizkus vodotesnosti fekalnega kanala.

Pri kanalizaciji bomo bolj podrobno opisali pripravo naprednih elektronskih izmer za postavko, ki zajema preizkus vodotesnosti fekalnega kanala. Pri tej postavki je bil uporabljen 2D linijski način zajema projektnih količin: označili smo celotni fekalni kanal in dobili skupno dolžino fekalnega kanala. V spodnji preglednici je prikazana celotna oblika omenjene postavke.

Preglednica 12: Prikaz obravnavane postavke iz kanalizacije

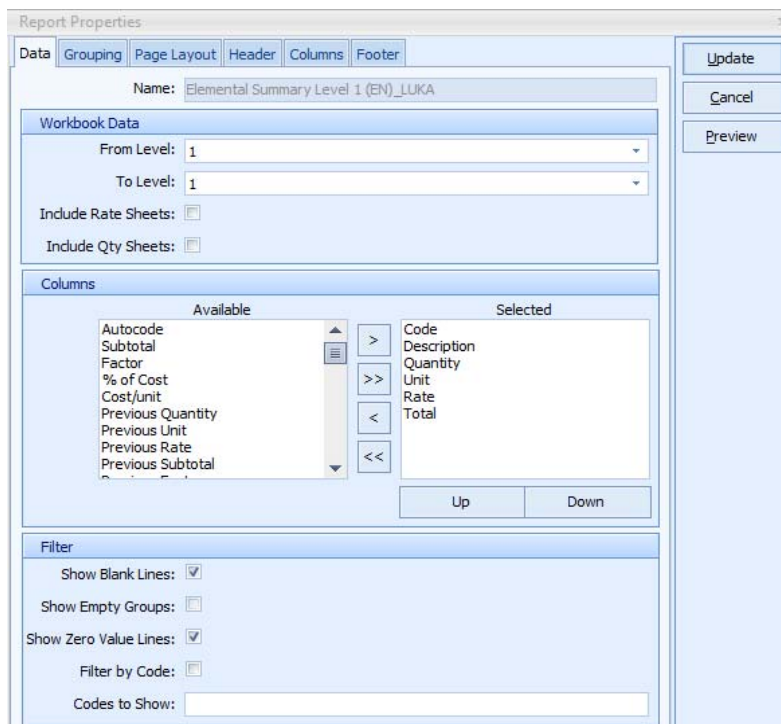
Št. post.	Opis	Količina	EM	Cena/EM	Vrednost (€)
11.	Preizkus vodotesnosti fekalnega kanala.	55,5	m	3,00	166,62

4.4.7 Prikaz postopka priprave poročil

Z določitvijo vseh posameznih postavk, ki nastopajo v našem projektantskem popisu gradbenih del, smo se na koncu lotili še priprave poročil. Končna poročila so del tega magistrskega dela in so prikazana med prilogami. V tem poglavju bo opisan postopek priprave poročil, ki smo ga uporabili za izvoz pripravljenega projektantskega popisa gradbenih del iz programskega orodja CostX v format PDF. Ker smo imeli na voljo študentsko različico omenjenega programa, smo bili namreč omejeni s formati, ki so nam na voljo za izvoz. Polna verzija programa omogoča tudi izvoz poročil v program Excel. Program CostX nam omogoča naslednje tri možnosti splošne priprave poročil:

- priprava trenutno odprtega poročila (*angl. Print Current Sheet to Report*),
- priprava poročil iz več različnih delovnih zvezkov (*angl. Print Multiple Workbooks*) in
- priprava poročila iz izbranega delovnega zvezka (*angl. Print Workbook to Report*).

Za pripravo poročil smo izbrali drugo možnost, in sicer pripravo poročil iz več različnih delovnih zvezkov. S klikom na to izbiro se nam odpre novo okno, kjer se nahaja že cela paleta pripravljenih poročil. Program nam omogoča urejanje že nastavljenih poročil, kopiranje le teh in pripravo povsem novo definiranih poročil. V našem primeru smo preuredili nastavitve nekemu že pripravljenemu poročilu. Tako smo v poročilu spremenili glavne izbrane podatke, ki bodo prikazani, določili smo splošne dimenzije lista, glave in noge. Poročilu smo spremenili tudi naslov in v nogo dodali avtorja poročila, datum izdelave in stran priloge. Zaradi študentske verzije uporabljenega programskega orodja so ostale določene nastavitve nespremenjene. Med poročili smo ločeno pripravili tudi splošno poročilo za prikaz skupne rekapitulacije gradbenih del, kjer so prikazana vsa glavna področja projektantskega popisa gradbenih del, skupaj s cenami za posamezno področje. Naslednja slika prikazuje programsko okno, kjer lahko urejamo nastavitve poročil.



Slika 51: Prikaz okna za urejanje in pripravo poročil

4.4.8 Ugotovljene prednosti in pomanjkljivosti naprednih elektronskih izmer v primerjavi s klasičnim načinom priprave izmer

Med izdelavo magistrskega dela smo prišli do marsikaterih pozitivnih ugotovitev pri uporabi programskih orodij za zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin v primerjavi s klasičnim načinom priprave izmer. Glavne prednosti pri uporabi sodobnega načina zajema izmer so predvsem v hitrosti priprave projektantskih popisov del in stalna ažuriranost količin ob morebitnih spremembah na projektu. Velika prednost programskega orodja CostX je tudi izjemno dovršen in uporabniku prijazen uporabniški vmesnik. Za program je namreč pripravljenih veliko različnih navodil za uporabo, skupaj z video prikazi posameznih funkcij, kar nam močno olajša delo in pohitri začetno privajanje na novo programsko okolje.

Če primerjamo sodobni način zajema projektnih količin iz BIM, CAD, PDF ali fotografij s klasičnim načinom, je prva razlika v času, ki je potreben za pripravo posameznih izmer pri prvem ali drugem načinu. Zajem naprednih elektronskih izmer projektnih količin je namreč precej hitrejši postopek za pripravo projektantskih popisov del v primerjavi s klasičnim ročnim načinom priprave izmer. Velika prednost sodobnega načina je predvsem v tem, da imajo vsi elementi vse potrebne informacije, ki jih potrebuje projektant popisovalec in da lahko te elemente enostavno označujemo in dodajamo k postavkam v projektantski popis del. Tako imamo vse izmere povezane s posameznimi postavkami in se tudi v primeru kakršnihkoli sprememb na modelu BIM samodejno osvežujejo. Na ta način nam ni treba vedno znova popravljati projektantskega popisa del, kot je treba pri klasičnem načinu zajema izmer.

Zelo uporabna funkcija programskih orodij za zajem naprednih elektronskih izmer je ta, da nam programski vmesnik omogoča realističen prikaz obravnavanega modela in pripravo različnih vizualizacij obravnavanega modela BIM. Na ta način si lahko projektant popisovalec lažje predstavlja arhitekturo objekta in posledično hitreje pride do iskanih projektnih količin. Ena od pomembnih ugotovitev je tudi ta, da obstaja manjša verjetnost za napake preko sodobnega načina zajema naprednih elektronskih izmer. Programi za pripravo projektantskih popisov del nam namreč omogočajo označitev vseh elementov, ki smo jih že vključili v popis del in tako lažje odkrijemo tiste elemente, ki jih je še treba vključiti v popis. Pri ročnem načinu priprave izmer tako obstaja večja verjetnost, da pri pripravi popisov del spustimo kakšen element obravnavanega objekta, ki je lahko tudi ključen pri določitvi končnih količin.

Napredna programska oprema omogoča tudi samodejno odkrivanje napak v modelu in iskanje mest, kjer pride do trka dveh ali več elementov v modelu BIM (križanja). Na ta način lahko še pred samim začetkom projekta rešimo napake in evidentiramo točne lokacije prebojev. Posledično bodo manjši tudi nepredvideni stroški, ki bi se v primeru neodkritih napak definitivno pojavili med samo izvedbo projekta.

Z uporabo sodobnega načina zajema elektronskih izmer v primerjavi s klasičnim načinom lahko dobimo bolj realno oceno projektnih količin in posledično stroškov. Poleg tega je ta ocena stroškov definirana že v zgodnjih fazah projekta. To nam posledično omogoča boljšo optimizacijo količin in analizo stroškov. Ves dobljeni čas se tako lahko porabi za iskanje najbolj optimalnih in ugodnih variantnih rešitev, ki se nanašajo na gradbeni projekt. V tem primeru se bo po vsej verjetnosti tudi zmanjšalo razhajanje med projektantsko ceno in ponudbeno ceno, ki jo pripravi izvajalec del. Vse zgoraj napisane prednosti v primeru sodobnega zajema elektronskih izmer posledično vplivajo na izboljšanje sistema priprave projektantskih popisov del, zmanjšanje stroškov gradnje in vzdrževanja objekta, na zmanjšanje nepredvidenih napak ter predvsem na večje zadovoljstvo naročnikov in investorjev.

Ena od ugotovljenih pomanjkljivosti v primeru naprednih elektronskih izmer se skriva v odčitavanju količin iz določenih modelov 3D, kot so na primer stopnice, ki smo jih predhodno zmodelirali v programu ARCHICAD. Model stopnic, ki ga uvozimo v program CostX preko formata IFC, namreč ne vsebuje nobene informacije o kakršnihkoli projektnih količinah. Problem se skriva v tem, da trenutno še vedno niso vsi elementi vključeni v IFC shemi in tako pri izvozu teh elementov v format IFC dobimo zgolj model 3D brez pripetih informacij. Tako je treba projektne količine določiti ročno s pomočjo točkovnega oziroma linijskega načina, kar je v tem primeru lahko zelo zamudno. Druga ugotovljena pomanjkljivost pa je ta, da na tem področju še vedno ni neke enotne standardizacije, ki bi lahko velikokrat močno olajšala in skrajšala delo projektantom popisovalcem.

4.4.9 Primerjava dobljenih rezultatov iz programov CostX in ARCHICAD

V tem poglavju bomo primerjali še rezultate, ki smo jih dobili iz programov ARCHICAD in CostX. Za lažjo predstavbo rezultatov je bila pripravljena preglednica, ki vključuje glavne dobljene rezultate in programske možnosti enega in drugega programskega orodja. Oba programa imata namreč na voljo veliko različnih programskih funkcij pri zajemu projektnih količin, vendar ne omogočata oba istih rešitev, ki so potrebne pri pripravi popisov del. Če damo prednost pripravi naprednih elektronskih izmer, je program CostX bistveno boljši od programa ARCHICAD.

Program ARCHICAD je v prvi vrsti arhitekturni program in v osnovi ni namenjen pripravi projektantskih popisov del. Ravno nasprotno je program CostX v osnovi namenjen pripravi naprednih elektronskih izmer in ima zato v sam program vgrajenih bistveno več zelo uporabnih funkcij, ki nam lahko močno olajšajo in pohitrijo pripravo projektantskih popisov del. Program ARCHICAD je zelo priročen, ko želimo dobiti neko hitro oceno količin po posameznih materialih. Tako si lahko na enostaven način pripravimo različne izvlečke, ki so stalno ažurirani v primeru sprememb pri projektiranju. Ko pa želimo povezati količine s posameznimi definiranimi postavkami, pa potrebujemo funkcije, ki jih omogoča program CostX.

Preglednica 13: Primerjava med programoma ARCHICAD in CostX

KRITERIJI ZA PRIMERJAVO	ARCHICAD 20	CostX 6.0
vizualizacija modela	+	+
uporaba predlog	+	+
priprava poročil in izvlečkov	+	+
popis količin	+	+
avtomatsko posodabljanje količin	+	+
drevesni prikaz elementov	-	+
priprava elektronskih izmer	-	+
priprava skupin izmer	-	+
priprava revizij	-	+
stroškovna analiza	-	+
avtomatsko preverjanje križanj	-	-
primerjava modelov	-	+
definiranje posameznih postavk	-	+
povezovanje količin s postavkami	-	+
priprava projektantskega popisa del	-	+
programsko vgrajene preglednice	-	+
direktna povezava s programom Excel	-	+
preverjanje modela BIM	+	+

5 ZAKLJUČEK

V magistrskem delu smo obravnavali napredne elektronske izmere projektnih količin iz BIM, CAD in PDF, in sicer smo predvsem na podlagi modela 3D BIM in risb 2D CAD pripravili projektantski popis gradbenih del. Poudarek je bil predvsem na naprednih elektronskih izmerah, na različnih načinih zajema ter na prednostih in slabostih naprednih elektronskih izmer v primerjavi s klasičnim načinom priprave izmer.

Skozi magistrsko delo smo želeli prikazati velik potencial, ki ga prinaša ta sodobni način priprave elektronskih izmer in zakaj je to izvrstna priložnost za projektante popisovalce. Velik potencial tega sodobnega načina priprave izmer se kaže predvsem v večji hitrosti in kakovosti priprave le teh ter posledično v optimiziranju in zmanjšanju nepredvidenih stroškov gradbenega projekta.

V prvem koraku smo raziskali že pripravljene standarde na področju BIM in pregledali že obstoječe programske rešitve na trgu, ki omogočajo zajem naprednih elektronskih izmer. Tako smo na kratko analizirali in primerjali programska orodja Exactal CostX, Solibri Model Checker, Autodesk Navisworks, Causeway BIMMeasure, PriMus – IFC in Vico Takeoff Manager. Za nadaljnje delo smo se na podlagi dobrih programskih možnosti in funkcionalnosti odločili za program Exactal CostX.

Za pripravo modela 3D BIM smo uporabili programsko orodje Graphisoft ARCHICAD. V omenjenem programu smo tako zmodelirali našo obravnavano enodružinsko stanovanjsko hišo, na podlagi katere smo kasneje pripravili projektantski popis gradbenih del. S programskim orodjem Graphisoft ARCHICAD smo pripravili tudi načrte zunanje ureditve, arhitekture in različne izvlečke, vključno s popisom materiala. Zaradi boljše predstave obravnavane enodružinske stanovanjske hiše in njene umestitve v prostor smo pripravili tudi vizualizacije s pomočjo programa Artlantis Studio.

Pripravljen model 3D BIM smo nato preko formata IFC uvozili v program Exactal CostX, kjer smo pripravili projektantski popis gradbenih del. V omenjenem programu smo tako za posamezne postavke, ki nastopajo v samem popisu del, definirali različne napredne elektronske izmere projektnih količin, ki smo jih s temi postavkami tudi kasneje povezali. Pripravljen projektantski popis gradbenih del smo nato izvozili v format PDF in ga vključili med priloge.

Na koncu smo predstavili še ugotovljene prednosti in priložnosti, ki jih prinašajo napredne elektronske izmere na področja priprave projektantskih popisov del in primerjali dobljene rezultate s tistimi, ki smo jih dobili v programskem orodju Graphisoft ARCHICAD.

VIRI

- [1] Žemva, Š. 2010. Gradbene kalkulacije z osnovami operativnega planiranja in obračunom gradnje objektov. Druga dopolnjena izdaja. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Center za poslovno usposabljanje: str. 16–17 in 321–324.
- [2] Alder, M. A. 2006. Comparing time and accuracy of building information modeling to on – screen takeoff for a quantity takeoff of a conceptual estimate, Brigham Young University: 8 str.
<http://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1508&context=etd>
(Pridobljeno 26. 1. 2017.)
- [3] Towey, D. 2012. Construction Quantity Surveying. A Practical Guide for the Contractor's QS, Wiley-Blackwell: str. 28–33.
- [4] Jungsik, C., Inhan, K., Jiyong, L. 2016. Development of schematic estimation system through linking QTO with cost DB. Living Systems and Micro-Utopias: Towards Continuous Designing, Proceedings of the 21st International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2016: str. 507–515.
http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2016_507.pdf (Pridobljeno. 4. 3. 2017.)
- [5] Information Delivery Manual (IDM) for Quantity Takeoff for Cost Estimating as part of the Concept Design BIM 2010. Version: 1.0. 2009: str. 3–7.
http://www.blis-project.org/IAI-MVD/IDM/BSA-002/PM_BSA-002.pdf (Pridobljeno 4. 3. 2017.)
- [6] Lineal d.o.o.. 2014. Informacijsko modeliranje objektov.
<http://www.lineal.si/sl/bim> (Pridobljeno 30. 11. 2016.)
- [7] BIM Execution Planning. 2011. Cost Estimation (Quantity Take – off).
http://bim.psu.edu/Uses/Cost_Estimation.aspx (Pridobljeno 1. 12. 2016.)
- [8] Jungsik, C., Hansaem, K., Inhan, K. 2015. Open BIM – based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage. Journal of Computational Design and Engineering 2: 19 str.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2288430014000037> (Pridobljeno 26. 1. 2017.)
- [9] BIM@SG. 2016. BIM for Quantity Surveying.
<http://bimsg.org/resources/other-software-resources/bim-for-qs/> (Pridobljeno 26. 1. 2017.)

[10] GRAPHISOFT. 2016. OPEN BIM.

http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/ (Pridobljeno 13. 12. 2016.)

[11] buildingSMART (International home of openBIM). 2016. Open Standards – the basics.

<http://buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/>

(Pridobljeno 13. 12. 2016.)

[12] Exactal Technologies Pty Ltd. 2009 – 2015. Advanced Manual, Industry Foundation Classes: str. 9–11 in 22–30.

<http://techweb.exactal.com/documentation/index.php> (Pridobljeno 22. 1. 2017.)

[13] IFC Model View definition Diagram: MVD Overview. 2009. Concept Design to Quantity Takeoff/Cost Estimating – Generic Concepts Model

https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=34061 (Pridobljeno 15. 5. 2017.)

[14] Pravilnik o projektni dokumentaciji. Uradni list RS št. 55/08: 2. člen.

[15] 5D BIM: Creating Cost Certainty & Better Buildings. 2013.

<http://www.hkis.org.hk/hkis/general/events/bim2013/bim-2013dm.pdf>

(Pridobljeno 22. 1. 2017.)

[16] Wu, S., Wood, G., Ginige, K., Wee, Jong, S. 2014. A technical review of BIM based cost estimating in UK quantity surveying practice, standards and tools. Journal of Information Technology in Construction (ITCon): str. 534–538 in 543–545.

http://www.itcon.org/data/works/att/2014_31.content.00246.pdf (Pridobljeno 4. 1. 2017.)

[17] Exactal. 2017. COMPANY. PRODUCTS.

<https://www.exactal.com/en/company/about-us/> (Pridobljeno 7. 1. 2017.)

[18] Exactal Technologies Pty Ltd. 2011–2016. Digital drawing file optimization: 4,5 in 6 str.

www.exactal.com/en (Pridobljeno 8. 9. 2016.)

[19] SOLIBRI INC. 2017. Solibri Model Checker.

<https://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/> (Pridobljeno 8. 1. 2017.)

[20] Autodesk Inc. 2016. NAVISWORKS.

<http://www.autodesk.com/products/navisworks/features/all> (Pridobljeno 9. 1. 2017.)

[21] CAUSEWAY. 2016. BIMMeasure.

<http://www.causeway.com/BIM-Manager/BIM-Measure> (Pridobljeno 11. 1. 2017.)

[22] ACCA SOFTWARE. 2017. PriMus – IFC.

<http://www.accasoftware.com/en/bim-quantity-takeoff/> (Pridobljeno 12. 1. 2017.)

[23] VICO SOFTWARE. 2016. Vico Takeoff Manager.

<http://www.vicosoftware.com/products/vico-office-quantity-takeoff-manager>

(Pridobljeno 14. 1. 2017.)

[24] Zakon o graditvi objektov (ZGO-1). Uradni list RS št. 110/2002: 9. člen.

[25] PILON AEC. 2013.

<https://www.pilon.si/> (Pridobljeno 29. 1. 2017.)

[26] Exactal Technologies Pty Ltd. 2009 – 2015. Introductory Manual, Introduction to CostX: 5 str. <http://techweb.exactal.com/documentation/index.php> (Pridobljeno 22. 1. 2017.)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: SITUACIJE ZUNANJE UREDITVE

- Ureditvena situacija
- Gradbena situacija
- Situacija komunalnih vodov

PRILOGA B: NAČRTI ARHITEKTURE

- Tloris pritličja
- Tloris nadstropja

PRILOGA C: PREREZA

PRILOGA D: CONE

- Tloris pritličja
- Tloris nadstropja

PRILOGA E: POPIS MATERIALA

PRILOGA F: PROJEKTANTSKI POPIS GRADBENIH DEL

- Rekapitulacija
- I. Ureditev gradbišča
- II. Zemeljska dela
- III. Betonska dela
- IV. Tesarska dela
- V. Zidarska dela
- VI. Kanalizacija