



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH

razvojno-raziskovalnega projekta operativno spremljanje gradnje z BIM
pristopom

(Dogovor o sodelovanju št. 02/2017-NŠ-DDP)



Maribor, oktober 2017



Univerza v Mariboru

Fakulteta za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija
www.fgpa.um.si

Datum: 20.10.2017
Kraj: Maribor
Dokument: Dogovor o sodelovanju št. 02/2017-NŠ-DDP

Naročnik:

ENERGO-MAKS d.o.o.

direktorica dr. Ksenija GOLOB, univ.dipl.gosp.inž.

Zgornja Pristava 26

3210 Slovenske Konjice

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH

razvojno-raziskovalnega projekta operativno spremljanje gradnje z BIM pristopom

Avtorji poročila:



doc.dr. Nataša Šuman



asist. Zoran Pučko

dekan Fakultete za gradbeništvo,
prometno inženirstvo in arhitekturo:







KAZALO VSEBINE

1. UVOD.....	3
2. OPIS OBJEKTA	6
3. POSTOPEK IZDELAVE 4D IN 5D INFORMACIJSKEGA MODELA GRADBENEGA OBJEKTA S PROGRAMSKO OPREMO VICO OFFICE R6.5 ZA STAVBO VRTEC PEKRE.....	15
3.1 Izračunavanje stroškov izvedbe gradbenih in obrtniških del	21
3.2 Terminsko planiranje izvedbe gradbenih in obrtniških del	24
4. POSTOPEK SPREMLJANJA GRADNJE STAVBE VRTCA PEKRE S PROGRAMSKO OPREMO VICO OFFICE R6.5	46
5. ZAKLJUČEK.....	54

1. UVOD

Predmet dogovora »Dogovor o sodelovanju št. 02/2016-NŠ-DDP« je sodelovanje dogovornih strank na razvojno-raziskovalnem projektu operativno spremljanje gradnje z BIM pristopom v smislu spoznavanja in uporabe novih metod na področju modeliranja objektov z BIM (Building Information Modelling) pristopom za potrebe operativnega spremljanje gradnje objektov. Preučevan objekt je bila stavba Vrtca Studenci Maribor enote Pekre (v nadaljevanju vrtec Pekre).

Na osnovi dogovora je bilo delo na razvojno-raziskovalnem projektu opredeljeno z naslednjimi aktivnostmi:

- proučevanje vhodnih podatkov o gradbenem objektu, v sodelovanju FGPA in ENERGO-MAKS d.o.o.,
- izdelava 3D BIM modela objekta, ki ga je izdelala FGPA kot izvajalka,
- obdelava podatkov in izdelava 4D in 5D BIM modelov objekta, ki jih je izdelala FGPA kot izvajalka,
- spremljanje gradnje objekta z BIM pristopom,
- predstavitev rezultatov razvojno-raziskovalnega projekta, ki jih je izvedla FGPA kot izvajalka.

Izvajalka Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru (v nadaljevanju FGPA) je v sodelovanju s predstavnico naročnika ENERGO-MAKS d.o.o. preučila vhodne podatke o gradbenem objektu. V sklopu izvedbe prve aktivnosti so bili s strani projektanta in naročnika obravnavanega objekta pridobljeni vhodni podatki in del projektne dokumentacije:

- vodilna mapa PGD – vrtec Pekre; vrsta projektne dokumentacije: PGD – načrt arhitekture; projektant: Projekta inženiring Ptuj d.o.o.; el. datoteka, številka projekta: 120-44-58-10, marec 2011; vodilna mapa s tehničnim poročilom: poglavja 1.1., 1.2, 1.3, 1.4.,
- projektantski popis gradbenih, obrtniških in inštalacijskih del ter zunanje ureditve in opreme – vrtec Pekre; el. datoteka; izdelovalec: Projekta inženiring PTUJ,
- del ponudbenega predračuna izvajalca MarkoMark Nival, graditeljstvo, d.o.o.,
- risbe arhitekture – vrtec Pekre; vrsta projektne dokumentacije: PGD – načrt arhitekture; projektant: Projekta inženiring Ptuj d.o.o.; el. datoteke, številka projekta: 120-44-58-10, risbe načrtov arhitekture:
 - Tloris pritličja M 1:100,
 - Tloris 1. nadstropja M 1:100

- Prerez B-B, D-D M 1:100
 - Fasada S in J M 1:100
 - Fasada V in Z M 1:100
 - severna fasada (3D pogled),
 - južna fasada (3D pogled),
 - vzhodna fasada (3D pogled) in
 - zahodna fasada (3D pogled),
- 3D model arhitekturne zasnove: digitalna datoteka objekta izdelana z računalniško opremo Graphisoft ArchiCAD, v okviru diplomskega dela z naslovom »BIM kot orodje za trajnostno gradbeništvo in energetska prenova«, Diplomaska naloga št.: 131/B-GR, UL FGG, kandidatke Jerneje Završki,
 - terminski plan gradnje, izdelovalec MarkoMark Nival, graditeljstvo, d.o.o. in
 - za potrebe spremljanja gradnje je bilo, s strani naročnika Mestne občine Maribor, pridobljeno soglasje z dne 21. 12. 2016 za postavitve kamere LTL Acorn 6310, z namenom intervalnega zajemanja fotografij. Fotodokumentacija je bila sproti pridobljena s strani FGPA.

Na podlagi izdelanega 3D modela gradbenega objekta vrtca Pekre, ki je bil izdelan s programsko opremo Graphisoft ArchiCAD, je izvajalka FGPA izdelala 4D in 5D BIM model. Pri tem je uporabila programsko opremo Vico Office R6.5, zgoraj navedeno dokumentacijo ter dodatno tudi:

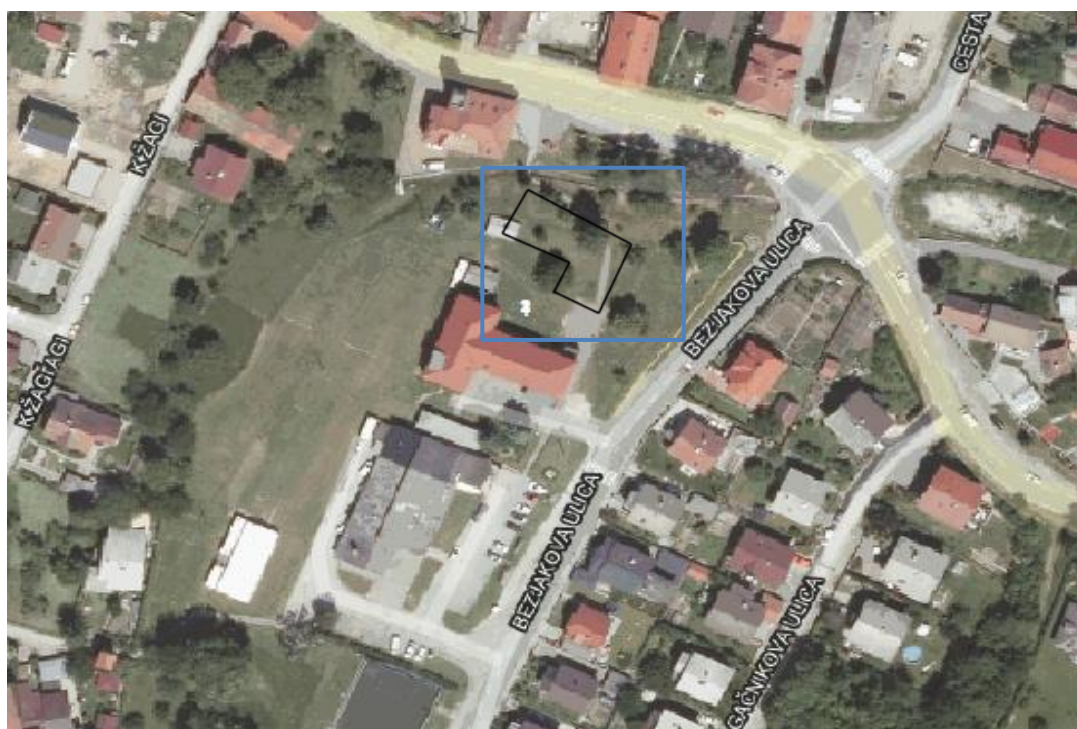
- GNG Gradbene norme GIPOSS, četrta izdaja, Ljubljana, 1984,
- Normative za betonska in armiranobetonska dela, 2005, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana,
- Normative za zidarska dela, 2005, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana,
- Normative za tesarska dela, 2005, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana,
- Normative za zemeljska in kanalizacijska dela, 2006, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana,
- Normative za zunanje prevoze in notranje prenose, 2005, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana,
- Indekse za obračun razlike v ceni gradbenih storitev, Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala, Ljubljana, marec 2017 in
- Normative in cenike pridobljeni s strani posameznih proizvajalcev gradbenih materialov.

Rezultati razvojno-raziskovalnega projekta so bili podani s predstavitvijo dne 08. 06. 2017 ob 11:00 uri v prostorih FGPA. Prikazani so bili izdelani 4D in 5D BIM modeli vrtca Pekre, kot prikaz planiranega

stanja gradbenega projekta. Podan je bil tudi opis postopka spremljanja gradnje s programsko opremo Vico Office R6.5, kot način spremljanja izvedbe gradbenega projekta z BIM pristopom.

2. OPIS OBJEKTA

Stavba vrtca Pekre je locirana v KS Pekre Mestne občine Maribor, na parcelnih številkah *20/, 25/4, 21/5, 24/2, 24/1, 25/5, 25/3, k.o. Pekre, neposredno ob obstoječi stavbi v Bezjakovi ulici 4. Stavba vrtca je zasnovana na način, da zagotavlja delovanje treh oz. po potrebi tudi štirih oddelkov Vrtca Studenci Maribor. V pritličju je predviden en oddelek za otroke prvega starostnega obdobja, kjer je tudi prostor za dodatne dejavnosti, ki se po potrebi lahko spremeni v dodatno, četrto igralnico. V nadstropju sta dva oddelka drugega starostnega obdobja.



Slika 2.1: Vizualni prikaz umestitve stavbe vrtca Pekre. (vir: zemljevid.najdi.si).

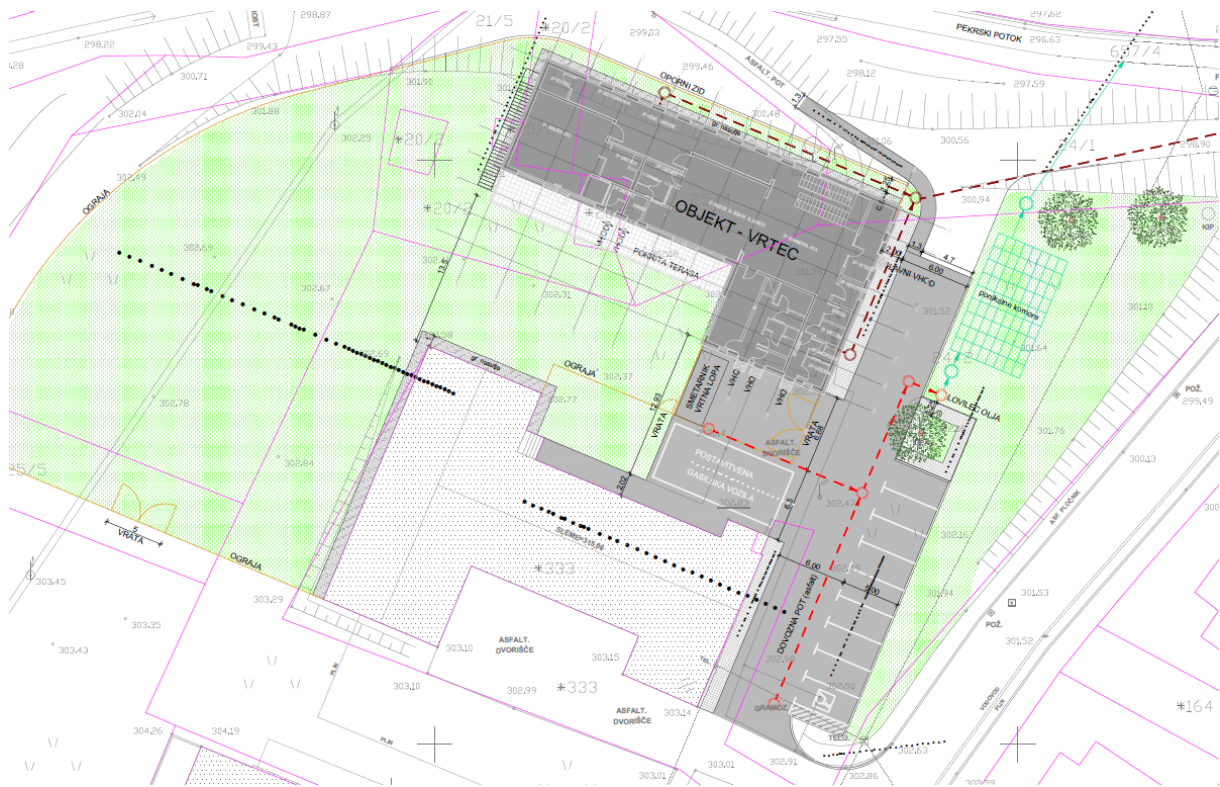
Dovozi in dostopi ter zunanja ureditev

Dovoz oziroma dostop do stavbe je predviden iz lokalne ceste iz Bezjakove ulice. Za potrebe parkiranja bodo izvedena parkirišča na vzhodni strani ob objektu in po načrtovanem številu zadostujejo kriterijem pravilnika za gradnjo vrtcev (2PM na oddelek vrtca). Glavna dostopa, servisni za namen dostave do kuhinje in do servisnih prostorov ter glavni, osebni vhod, bosta iz vzhodne strani z dostopom iz lokalne ceste. Dodatni izhodi so predvideni na dvoriščni strani za izstope na teraso.

Zunanje povozne površine na dovozu in parkirišču bodo obdelane s finalno obdelavo z asfaltom in z betonskimi robniki. Na vzhodni strani bo vzdolž objekta tlakovana 2 m široka pohodna površina,

namenjena pešcem. Terasa na dvoriščni strani bodo finalno tlakovane z betonskimi ali umetnimi masami. Ostale površine so predvidene kot zelene površine z urejeno trato ter zasaditvijo z drevesi ter grmovnicami.

Slika 2.2 prikazuje situacijo zazidave stavbe vrta Pekre.



Slika 2.2: Prikaz situacija planirane izvedbe stavbe¹.

Arhitektura, konstrukcijska zasnova, streha in fasada

Objekt je zasnovan v »L« obliki dim. 11,00 m x 17,00 m + 21,60 m x 9,80 m. Višina objekta je 9,46 m na višjem delu in 9,16 m na nižjem delu objekta. Etažnost objekta je P+1.

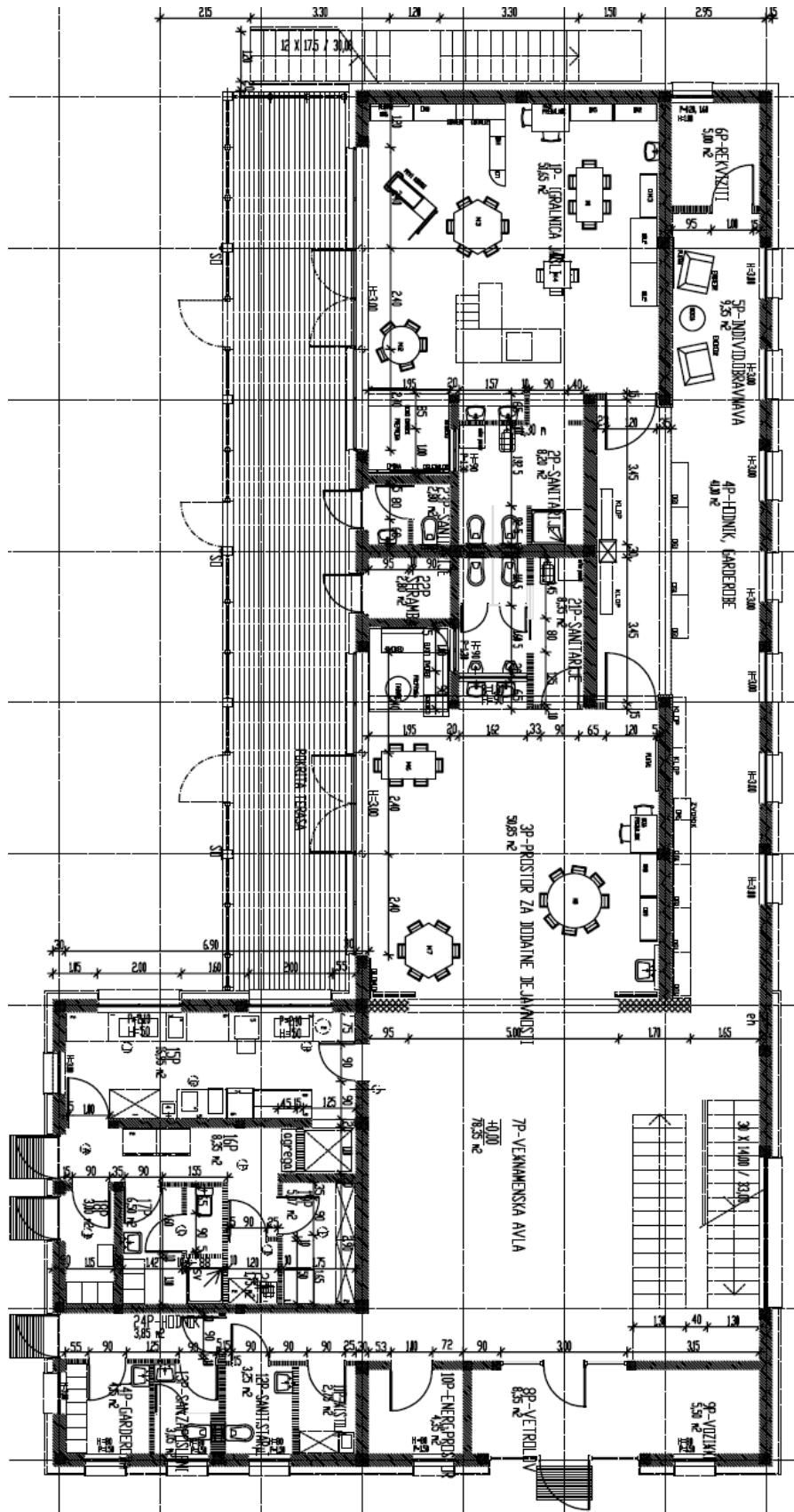
¹ risbe arhitekture – vrtec Pekre (el. datoteka); vrsta projektne dokumentacije: PGD – načrt arhitekture; projektant: Projekta inženiring Ptuj d.o.o.; številka projekta: 120-44-58-10, marec 2011, Situacija M 1:250

Prostornine in površine so:

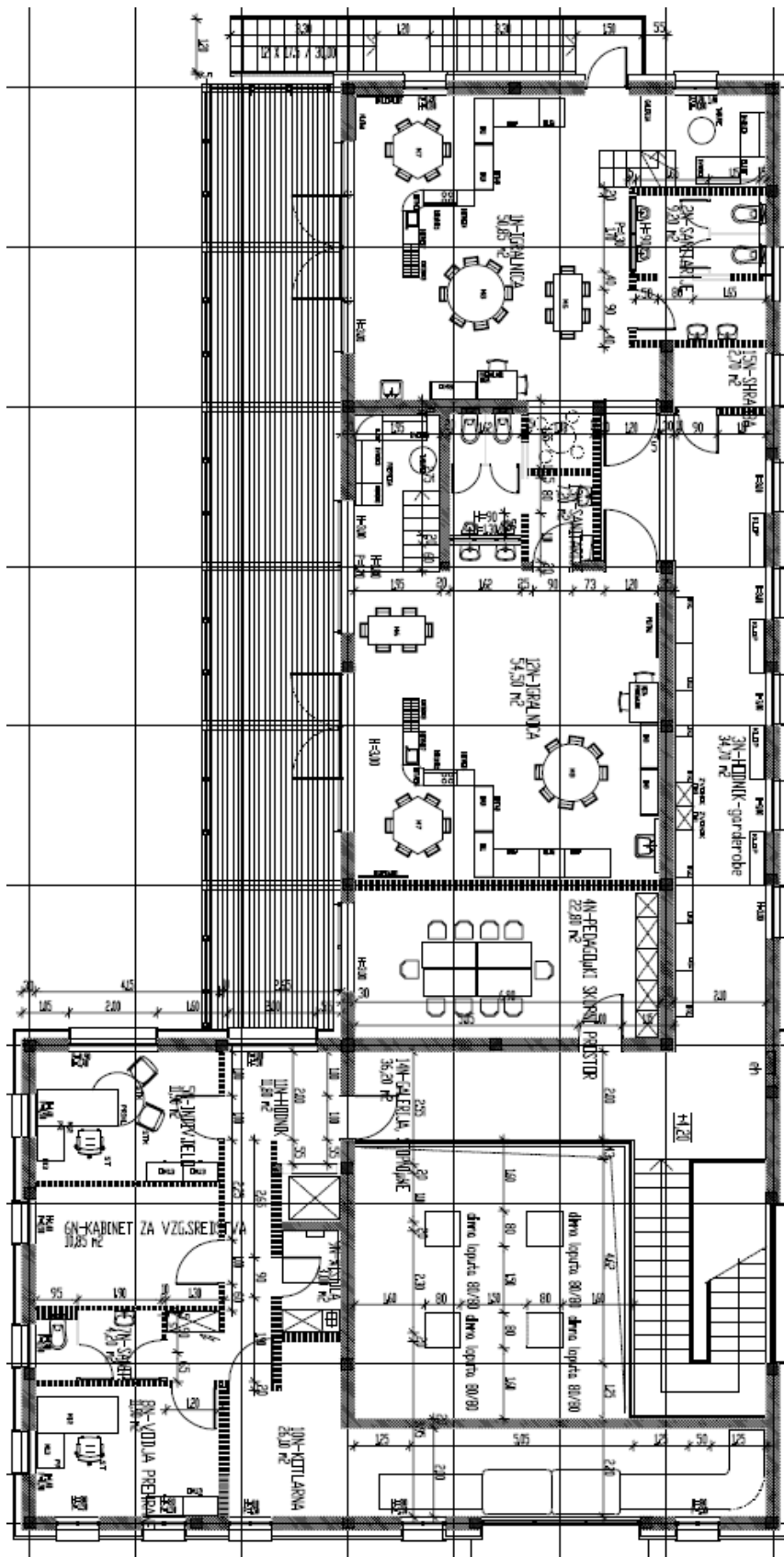
- bruto tlorisna površina:	797,40 m ²
- neto tlorisna površina:	635,95 m ²
- bruto prostornina:	3.713,00m ³
- neto prostornina:	2.035,05m ³

Arhitekturna zasnova vrtca Pekre je podana z načrti: tloris pritličja (glej sliko 2.3), tloris 1. nadstropja (glej sliko 2.4), prerez B-B (glej sliko 2.5) in prerez D-D (glej sliko 2.6)².

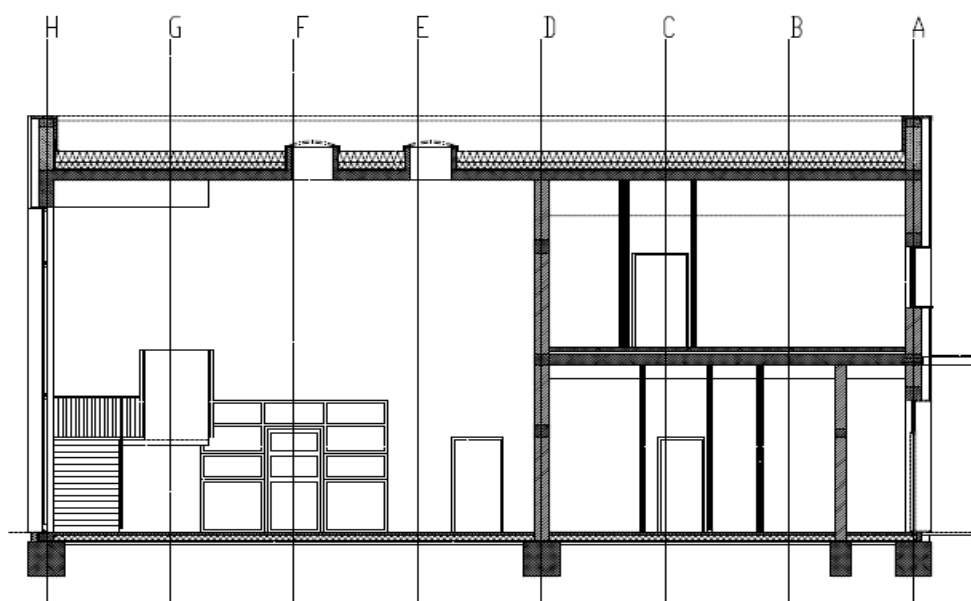
² risbe arhitekture – vrtec Pekre (el. datoteke); vrsta projektne dokumentacije: PGD – načrt arhitekture: projektant: Projekta inženiring Ptuj d.o.o.; el. datoteke, številka projekta: 120-44-58-10, risbe načrtov arhitekture (vse M 1:100): tloris pritličja; tloris 1. nadstropja; prerez A-A, C-C; prerez B-B, D-D; fasade



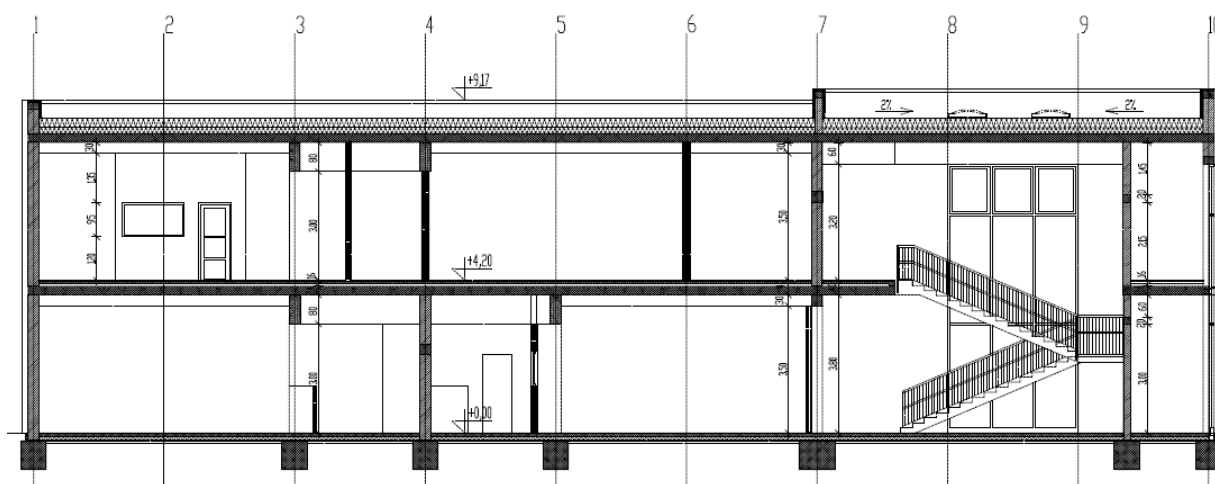
Slika 2.3: Tloris pritličja vrta Pekre.



Slika 2.4: Tloris 1. nadstropja vrtca Pekre.



Slika 2.5: Prerez B-B vrtca Pekre.



Slika 2.6: Prerez D-D vrtca Pekre.

V pritličju objekta so predvideni naslednji prostori: vetrolov, avla, igralnica za otroke 1. starostnega obdobja, prostor za dodatne dejavnosti (ki se po potrebi lahko uporabi za otroke 1. starostnega obdobja) dva sanitarna sklopa, energetski prostor, prostor za čistila, sanitarije in garderoba za zaposlene, sanitarije za invalide in starše, kuhinja z vsemi spremljajočimi prostori in dvigalom za dostavo hrane, vezni hodnik z garderobami in prostorom za individualno obravnavo ter prostor za rekvizite. Pred igralnicami so predvidene terase, ki so zasenčene in ograjene. Iz teras je dostop v zunanje sanitarije in shrambo za rekvizite.

V 1. nadstropju sta dve igralnici s sanitarijami, prostor za rekvizite, hodnik z garderobo, pedagoški skupni prostor, prostor za individualno delo, vodjo prehrane, kabinet za vzgojna sredstva, sanitarije in garderoba za zaposlene, prostor za čistila ter kotlarna, iz katere je dostop na streho.

Objekt je klasične opečne izvedbe, med etažami se izvede armirano-betonska plošča.

KONSTRUKCIJA:

Predvidena je izvedba temeljev, pod katerimi se izvede komprimirano nasutje, hidroizolacija, 10 cm toplotne izolacije, armirani estrih in zaključni tlak (parket, keramične ploščice). Pritlične stene bodo zidane iz opečnega zidaka debeline 30cm. Notranji nosilni zidovi so opečne izvedbe (deb. 20 cm), ostale predelne stene pa so predvidene kot suho-montažna izvedba. Na določenih mestih se izvedejo armirano-betonske vertikalne vezi. Nad pritličjem in 1. nadstropjem se izvede armirano-betonska plošča.

STREHA:

Streha na objektu bo v blagem naklonu. Na strehi nad avlo bo locirana hladilna naprava, ki bo ograjena z žično ograjo. V tem delu se izvede "obrnjena streha" z betonskimi tlakovci. Za kritino je predvidena hidroizolacija iz paropropustne, vodonepropustne PVC folije, zvarjene na plast filca. Nad streho je po obodu izvedena atika. Predvideno je odvodnjavanje po sistemu Pluvia.

FASADA:

Fasada na objektu je kombinirane izvedbe. Med osmi »1« in »7« in osjo »C« in »H« je predvidena toplotnoizolativna kontaktna fasada DEMIT debeline 16 cm. Med osjo »7« in »10« in osjo »A« in »H« je predvidena fasada obložena s fasadnimi ploščami. Na vzhodni strani objekta se predvidijo enoramne požarne kovinske stopnice.

STAVBNO POHIŠTVO:

Vsa okna so lesena s termopan plinsko zasteklitvijo. Barva okvirjev oken bo po smernicah RAL. Stekla oken v prostorih, kjer se zadržujejo otroci, bodo iz varnostnega lepljenega stekla do višine srednje prečke. Vhodna vrata v objekt bodo iz Alu zasteklitve s termopan plinsko zapolnitvijo, notranja vrata pa bodo lesena (krilo in podboj), delno zastekljena z varnostnim steklom.

NOTRANJE OBDELAVE:

Tlaki v igralnicah bodo parket s talnim gretjem; v tehničnih prostorih, kuhinji in sanitarijami so predvideni tlaki v epoksi malti, na hodnikih in v pisarnah pa tla iz kavčuka – guma z izvedbo barvnih vzorcev pred igralnicami.

Notranje stenske površine bodo brušene, kitane in obarvane. V kuhinji se položi keramika do stropa, v sanitarnih prostorih pa do višine spuščene stropa.

OGREVANJE, VODOVOD, KANALIZACIJA:

Kot vir ogrevanja bo služila toplotna črpalka zrak – voda in plinski kondenzacijski kotel. Zunanja enota toplotne črpalke se namesti na strehi. Na podlagi izračunov v projektu PZI in cene energentov, se bo določila bivalentna točka ogrevanja. Pri bivalentni točki ogrevanja se bo za ogrevanje objekta vključil plinski kotel, ki je predviden kot dopolnilni ogrevalni vir pri nizkih zunanjih temperaturah. Plinski kotel bo vgrajen v prostoru kotlarne v nadstropju objekta. Objekt se v celoti ogreva s talnim gretjem. Sanitarna voda se bo ogrevala s toplotno črpalko in plinskim kondenzacijskim kotlom.

V stavbi novega vrtca so predvidene naslednje cevne instalacije za potrebe vodovoda in odvajanja odpadnih vod (kanalizacija):

- Instalacija hladne in tople sanitarne vode s cirkulacijo in priključkom na ulični vod javnega vodovoda. Zunanji razvod je speljan v terenu. Horizontalni razvod se vodi v tlaku.
- Vertikalna in horizontalna odtočna kanalizacija: za odvod odpadnih tehnoloških in fekalnih odpadnih vod se izvede celotna vertikalna in horizontalna hišna kanalizacija s priključkom na zunanji kanalizacijski jašek. Vsa kanalizacija je predvidena iz PVC odtočnih cevi.

ELEKTRIČNE INŠTALACIJE:

V stavbi novega vrtca so predvidene naslednje cevne instalacije za potrebe vodovoda in odvajanja odpadnih vod (kanalizacija):

- Instalacija hladne in tople sanitarne vode s cirkulacijo in priključkom na ulični vod javnega vodovoda. Zunanji razvod je speljan v terenu. Horizontalni razvod se vodi v tlaku.
- Vertikalna in horizontalna odtočna kanalizacija: za odvod odpadnih tehnoloških in fekalnih odpadnih vod se izvede celotna vertikalna in horizontalna hišna kanalizacija s priključkom na zunanji kanalizacijski jašek. Vsa kanalizacija je predvidena iz PVC odtočnih cevi.

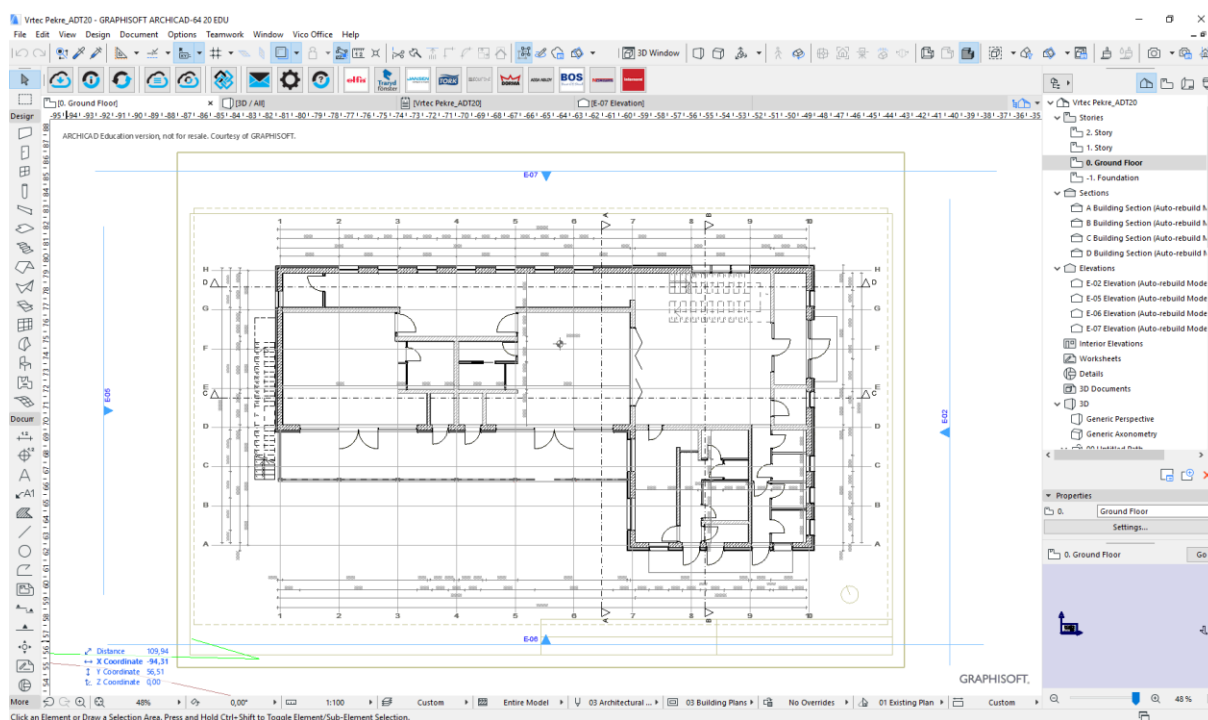
Na fasadi objekta je obstoječa TK priključna omara za dovod javnega telefonskega omrežja. Predvideni sta dve direktni telefonski liniji. Na fasadi objekta se nahaja tudi KTV priključna omara, iz katere se napaja razdelilna omarica KTV omrežja. V objektu sta predvidena še požarnojavljalni nadzor z napravami za zgodnje odkrivanje požara ter napravo za detekcijo plina.

OPREMA:

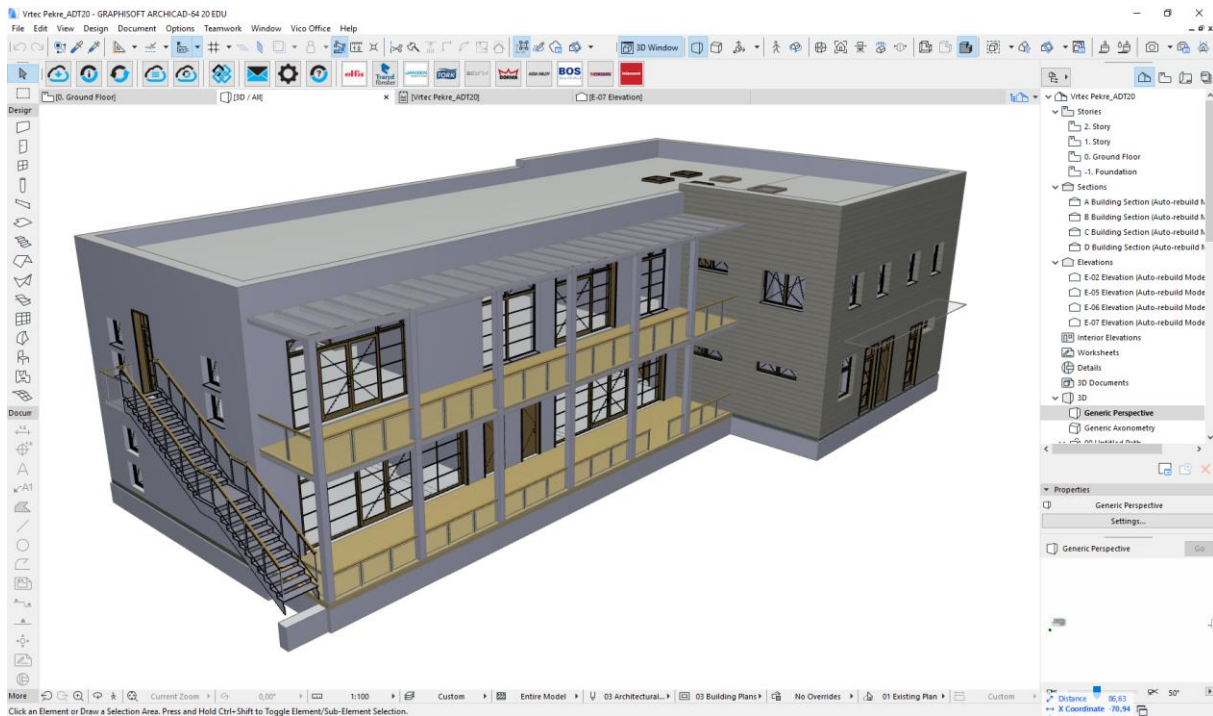
Predviden je nakup opreme za nemoteno delovanja vrtca in kuhinje. V veliki meri je predvidena tipska oprema.

3. POSTOPEK IZDELAVE 4D IN 5D INFORMACIJSKEGA MODELA GRADBENEGA OBJEKTA S PROGRAMSKO OPREMO VICO OFFICE R6.5 ZA STAVBO VRTEC PEKRE

3D model arhitekturne zasnove stavbe vrta Pekre, ki je bil izdelan s programsko opremo – modelirnikom Graphisoft ArchiCAD, v okviru diplomskega dela Jerneje Završki (glej stran 4), kar prikazujeta sliki 3.1 in 3.2.

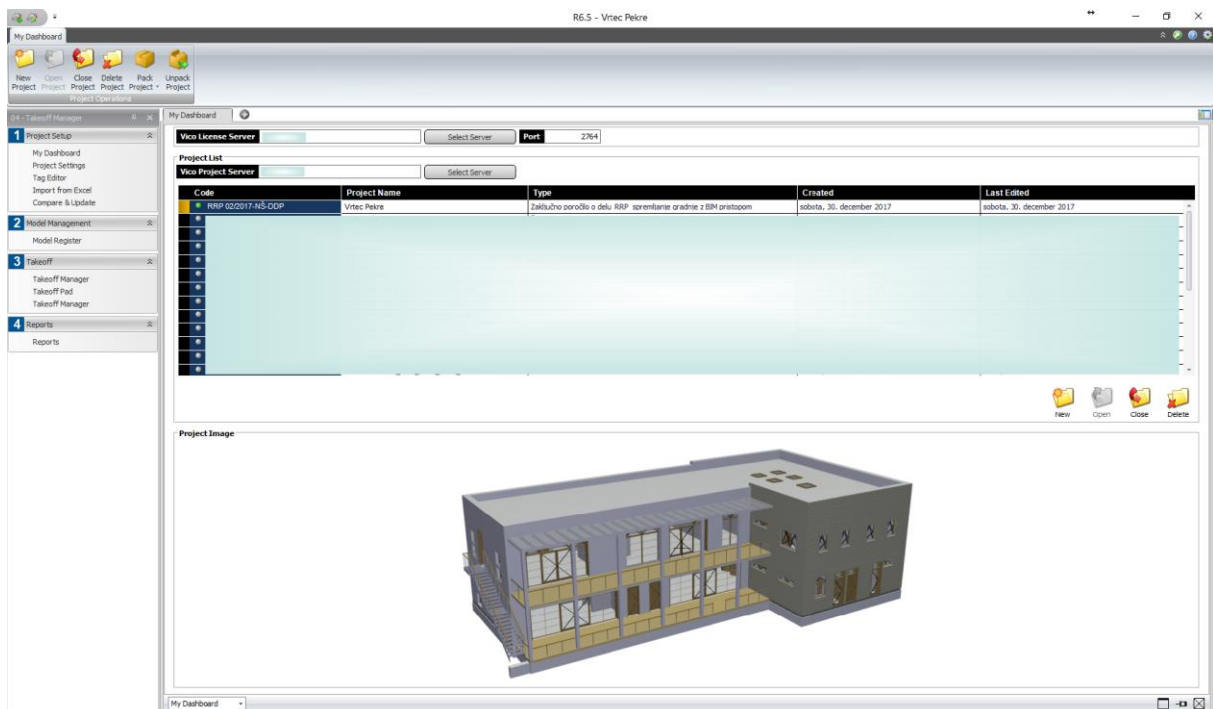


Slika 3.1: Torisna projekcija 3D modela stavbe vrta Pekre.



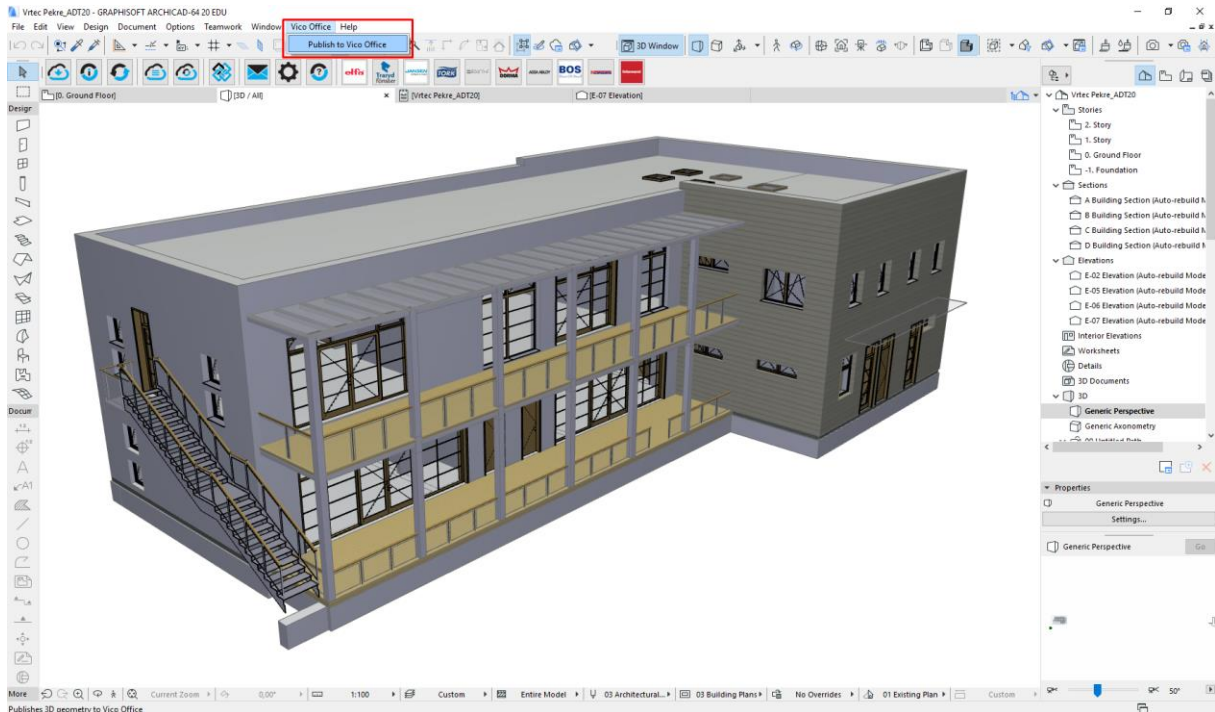
Slika 3.2: 3D model stavbe vrteca Pekre.

V programski opremi Vico Office R6.5 smo v osnovnem pogovornem oknu za projekte, imenovanem *Dashboard*, definirali nov projekt Vrtec Pekre s kodo RRP 02/2017-NŠ-DDP, kot je prikazano na sliki 3.3.



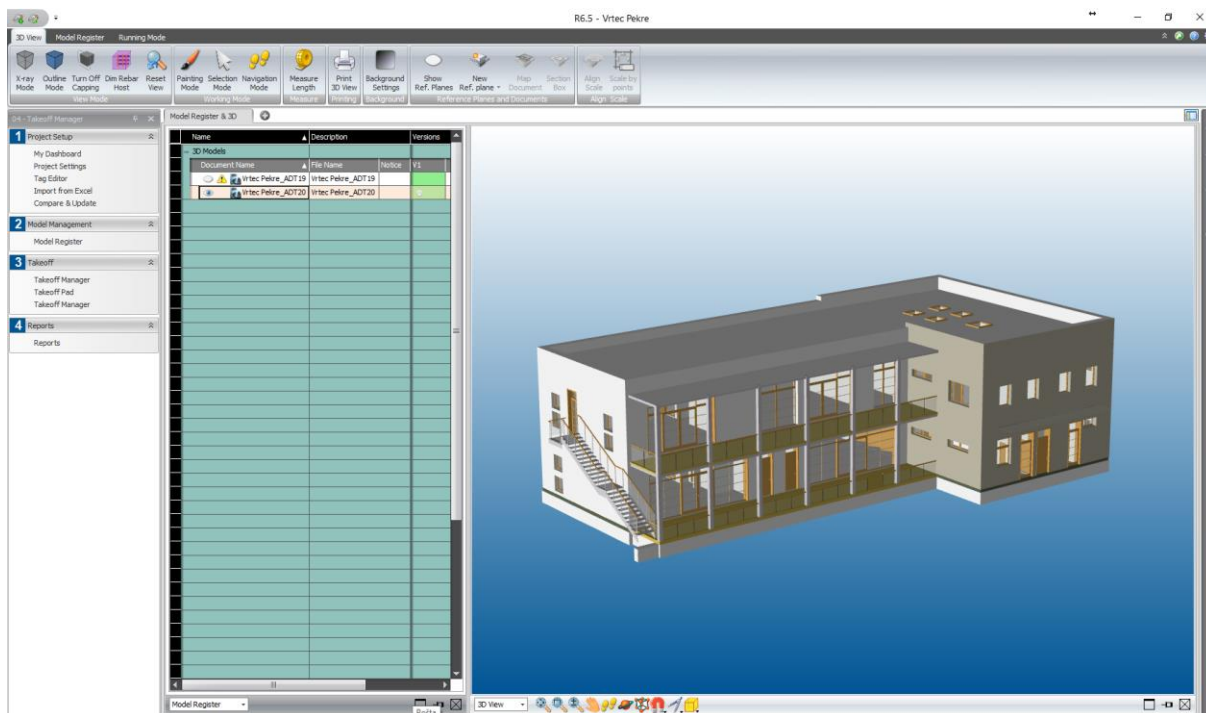
Slika 3.3: Definiranje projekta v programski opremi Vico Office R6.5.

V modelirniku ArchiCAD smo preko menija *Vico Office*, ki se pri inštalaciji programske opreme Vico Office R6.5 doda v samem modelirniku, izvozili 3D model v Vico Office R6.5 preko opcije *Publish to Vico Office*, kot prikazuje slika 3.4.



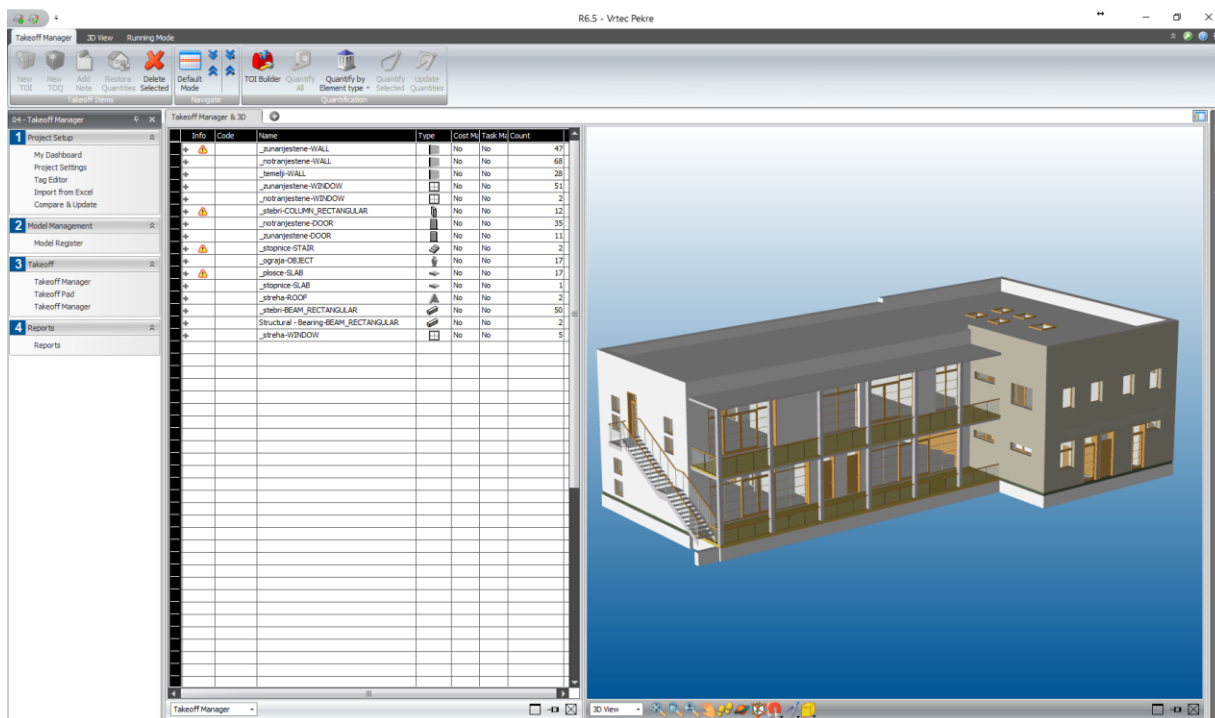
Slika 3.4: Izvoz 3D modela v Vico Office R6.5 preko opcije *Publish to Vico Office*.

Po aktivaciji se sproži proces pretvorbe elementov modela, kot so bili ustvarjeni v modelirniku, potem pa se v desnem okencu prikaže tudi uvožen 3D model v programski opremi Vico Office R6.5 (glej sliko 3.5).



Slika 3.5: Prikaz aktiviranega modela gradbenega objekta Vrtec Pekre.

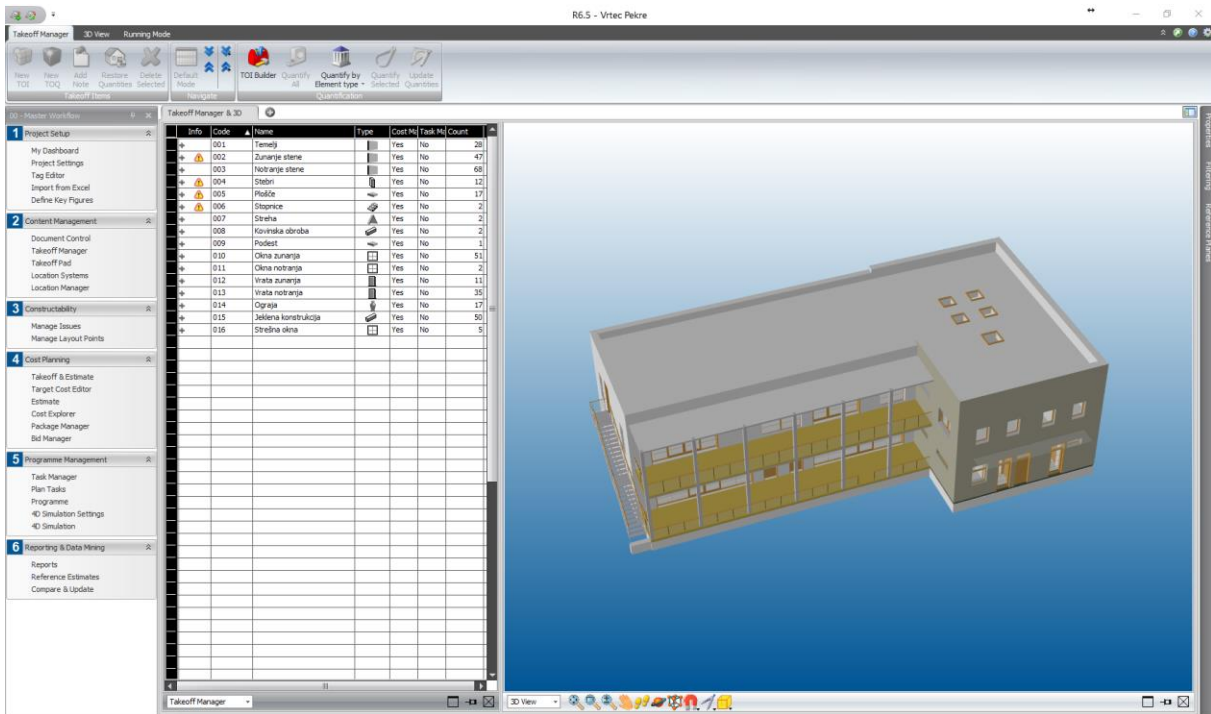
Osnovni 3D model, ki smo ga aktivirali, je sestavljen iz posameznih konstrukcijskih elementov, kot je bil ustvarjen v modelirniku in smo jih delno preimenovali: temelji, zunanje stene-WALL, notranje stene-WALL, zunanje stene-WINDOW, notranje stene-WINDOW, zunanje stene-DOOR, notranje stene-DOOR, plošče, ograja, stopnice-STAIR, stopnice-SLAB, streha-ROOF, streha-WINDOW, stebri-COLUMN, stebri-BEAM, Structural-Beaming-BEAM. Pregled elementov je možen v modulu *Takeoff Manager* (glej sliko 3.6).



Slika 3.6: Pregled definiranih konstrukcijskih elementov v osnovnem 3D modelu.

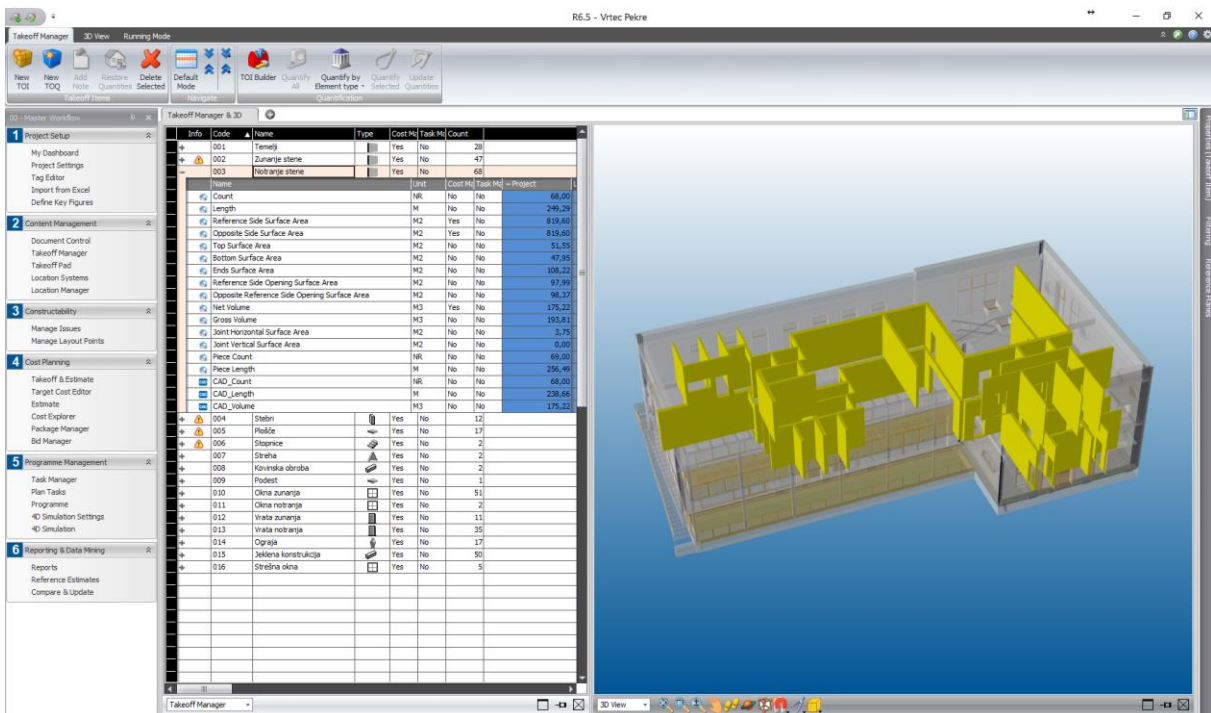
Posamezne konstrukcijske elemente je možno združevati v zaključene celote, predvsem zaradi tehnologije izvedbe in poznejše realnejše obravnave 3D modela. Smiselno je te sklope konstrukcijskih elementov v 3D modelu tudi preimenovali (*Description*) in jim dodeliti ustrezne oznake (*Code*).

Po preureditvi osnovnega 3D modela v sklope konstrukcijskih elementov 3D modela in finalnega poimenovanja, dobimo pogled, kot je prikazan na sliki 3.7.



Slika 3.7: Preureditev osnovnega 3D modela v sklope konstrukcijskih elementov.

Za vsak izbran sklop konstrukcijskih elementov so na razpolago informacije o geometrijskih karakteristikah, ki se generirajo avtomatsko (glej sliko 3.8).



Slika 3.8: Geometrijske karakteristike sklopa konstrukcijskih elementov Notranje stene.

3.1 Izračunavanje stroškov izvedbe gradbenih in obrtniških del

Za vsak izbrani sklop konstrukcijskih elementov lahko v nadaljevanju natančno določimo oz. kalkuliramo stroške izvedbe (kar je primerno predvsem za izvajalce) v modulu *Cost Planner/Estimate*, ob upoštevanju tehnologije izvedbe ter potroškov dela in materiala. Za določanje potroškov se koristijo ustrezni gradbeni normativi (za potrebe projekta smo uporabili GNG Gradbene norme GIPOSS, četrta izdaja, Ljubljana, 1984 ter Normative za gradbena dela (5 knjig), ki jih je izdala Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana ter normative nekaterih proizvajalcev gradbenega materiala npr. WIENERBERGER). Za izračunavanje stroškov dela in materiala smo v projektu povzeli vrednosti povprečnih cen gradbenih materialov, povprečnih bruto plač delavcev in povprečnih prodajnih cen prevoza in strojev (uporabili smo cenike podane v Indeksih za obračun razlike v ceni gradbenih storitev, Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala, Ljubljana, marec 2017 ter cene gradbenih materialov pridobljene na trgu). Posredni stroški gradnje vrtca Pekre so bili delno zajeti v urnih postavkah delavcev.

Na sliki 3.9 podajamo prikaz izračunanih stroškov, razdeljeno na posamezne sklope konstrukcijskih elementov in skupno vrednost izvedbe gradbenih in obrtniških del, ki znaša 718.722,27 EUR.

Code	Description	Source Q.	Consump.	Consump.	Waste	Qty	UCM	Unit Cost	Base Cost	CostPar.	%Parent	Work Pac.
RRP 022017-NS-DOP	Vrtce Pekre	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	718.722,37	718.722,37	N/A	N/A	
A.J.	GRADBENA DELA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	288.797,73	288.797,73	288.797,73	40,22 %	
A.I.	Zemljena dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	34.968,23	34.968,23	34.968,23	12,07 %	
A.II.	Betonska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	85.318,90	85.318,90	85.318,90	19,09 %	
A.III.	Železokrivka dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	38.910,28	38.910,28	38.910,28	13,43 %	
A.IV.	Opazarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	38.876,81	38.876,81	38.876,81	12,28 %	
A.V.	Zidarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	116.365,72	116.365,72	116.365,72	40,15 %	
A.VI.	Delovni in fasadni	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	8.356,00	8.356,00	8.356,00	2,88 %	
B./	OBRTNIŠKA DELA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	428.974,63	428.974,63	428.974,63	59,68 %	
I.	Krovsko - kleparska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	58.856,09	58.856,09	58.856,09	13,72 %	
II.	Konstruktivna fasada GEMT	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	38.188,37	38.188,37	38.188,37	9,13 %	
III.	Ključavnišarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	68.472,27	68.472,27	68.472,27	16,96 %	
IV.	Nizarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	93.747,00	93.747,00	93.747,00	21,83 %	
DK.	Podi in tla	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	40.674,25	40.674,25	40.674,25	9,48 %	
V.	Mavčolar tonska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	23.023,00	23.023,00	23.023,00	5,37 %	
VI.	Montažni stropevi	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	19.425,50	19.425,50	19.425,50	4,53 %	
VII.	Keramizirana dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	17.805,00	17.805,00	17.805,00	4,15 %	
VIII.	Siloplekarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	21.263,15	21.263,15	21.263,15	4,96 %	
X.	Senčila	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	27.930,00	27.930,00	27.930,00	6,91 %	
XI.	Odlovljenjske střehe	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	6.310,00	6.310,00	6.310,00	1,47 %	
XII.	Gotilsko čiščenje	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	2,10 %	
XIII.	Stropniči vpenjalnik	1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	3.300,00	3.300,00	3.300,00	0,77 %	

Slika 3.9: Prikaz stroškov izvedbe za posamezni sklop konstrukcijskih elementov in skupna vrednost.

Postopek izračuna stroškov na enoto mere pri posameznih sklopih konstrukcijskih elementov objekta/modela, bomo podrobneje prikazali za **zidanje notranjih sten debeline 20 cm** t.j. za konstrukcijski element Notranje stene z enoto mere m^3 .

Opis tehnologije izvedbe Notranje stene: notranje stene so opečne izvedbe debeline 20 cm in se izvedejo z opečnimi izolacijskim modularnim blokom Porotherm S P+E (slika 3.10).

Porotherm 20 S P+E



Mere v cm D x Š x V	Debelina zidu v cm	Masa kg/kos	Trdnost (N/mm ²)	Kosov/ m ² zidu	Kosov/ m ³ zidu	Poraba malte (l/m ²)	λ (W/mK)
37,5/20/23,8	20	11,8	10,0	10,7	54	23,0	0,33

Slika 3.10: Karakteristike opečnega izolacijskega modularnega bloka Porotherm 20 S P+E

Na notranjih stenah se izvede klasični omet (groba podaljšana malta 1:2:6 in fina apnena malta 1:3). Porotherm S P+E opeka se zida s pomočjo malte za zidanje marke M5 ali M10. Malto nanašamo na horizontalno vrsto po celotni širini zidanega elementa. Debelina malte je med 8-15 mm. Ob zidanju maltni žep zapolnjujemo z malto. Zidanje izvajamo z običajno zidarsko vezavo z minimalnim preklopom opek 30%. Porotherm S P+E opeka se polaga ena zraven druge in se spaja po sistemu pero in utor. Med zidanjem je potrebno nadzorovati horizontalno ravnino površine z libelo in gumijastim kladivom. Pozimi se ne sme zidati, kadar so temperature nižje od +5°C.

Pri izvedbi Notranje stene upoštevamo normative za gradbena dela in sicer:

- Zidanje: normativi Wienerberger za proizvod opeka Porotherm S³
- Izdelava malte: upoštevana je cena malte, kot je podana v glasilu GZS tj. Indeksi za obračun razlike v ceni gradbenih storitev in je zato nismo posebej računali.
- Notranji prenos: Normativi za zunanje prevoze in notranje prenose, 2005, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana⁴

³ Wienerbergerjeva mapa za projektante. Dostopno na: < <http://www.wienerberger.si/katalogi> > [25.08.2017].

⁴ Normativi za zunanje prevoze in notranje prenose, Obrtna zbornica Slovenije, Sekcija gradbincev, Ljubljana, 2005

V tabeli 3.1 podrobneje prikazujemo normative podjetja Wienerberger.

Tabela 3.1: Prikaz in podatki za opeko Porotherm 20 S P+E⁵

ZIDANJE PREDELNEGA ZIDU – KLASIČNI FORMAT

OPIS POSTAVKE	enota mere	MATERIAL		KV ur	PKV ur	DELO Skupaj ur
		zidak kom	malta l			
Zidanje pregradnega zidu debeline 20 cm s POROTHERM 20 S P+E	m ²	10,7	23	0,50	0,14	0,64
Zidanje pregradnega zidu debeline 11,5 cm s POROTHERM 11,5 S P+E	m ²	8	6	0,40	0,20	0,60
Zidanje pregradnega zidu debeline 10 cm s POROTHERM 10 S P+E	m ²	8	5,5	0,40	0,20	0,60
Zidanje pregradnega zidu debeline 8 cm s POROTHERM 8 S P+E	m ²	8	4,5	0,40	0,20	0,60

Preračun za zidanje Notranje stene z enoto mere m³:

MATERIAL		DELO	
Porotherm 20 S P+E [kos]	Malta [m ³]	KV [ure]	PK [ure]
54	0,11	2,25	0,95

Spodaj podrobneje predstavljamo prikaz Normativov za zunanje prevoze in notranje prenose opečnih izdelkov.

7940 PRENOSI

- a) 794008 Prenos opečnih izdelkov**
- 79400801 ročni prenos
 - 7940080101 vodoravno
 - 794008010120 na razdalji H = 20 m
- b) 794008 Prenos opečnih izdelkov**
- 79400861 z manjšim žerjavom
 - 7940086103 kombinirano vodoravno – navpično
 - 794008610326 na razdalji H+V=20+10 m
- c) 794004 Prenos mokrih mešanic**
- 79400431 z dvigalom (škripec)
 - 7940043110205 na razdalji V= 5 m

⁵ Wienerbergerjeva mapa za projektante. Dostopno na: < <http://www.wienerberger.si/katalogi> > [25.08.2017].

Za Notranje stene je za postavko Zidanje s Porotherm 20 S P+E na sliki 3.11 prikazana struktura cene v modulu *Cost Planner/Estimate*.

Code	Description	Source Q.	Consump.	Consump.	Waste	Qty	UOM	Unit Cost	Base Cost	CostPar	%Parent	Work Pac.
A.JL	Betonska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	55.378,90	55.378,90	55.378,90 / -	79,09 %	
A.III.	Zidarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	kg	38.976,29	38.976,29	38.976,29 / -	73,43 %	
A.V.	Ozidarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m2	38.976,61	38.976,61	38.976,61 / -	72,38 %	
A.V. 1-11.	Zidarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	116.365,72	116.365,72	116.365,72 / -	40,15 %	
A.V. 1-11.	ZIDANJE	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	70.637,40	70.637,40	70.637,40 / -	60,70 %	
130201	Nosilnih in nenosilnih zidov	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	70.637,40	70.637,40	70.637,40 / -	100,00 %	
13020101	V oplojnih zidovih	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	70.637,40	70.637,40	70.637,40 / -	100,00 %	
1302010106	Z modularnimi bloki v cementni malti	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m3	70.637,40	70.637,40	70.637,40 / -	100,00 %	
130201010601	Porotherm 20 S P+E - zid 20cm	175,22	1,000	1,000	1,000	175,22	m3	134,68	23.586,91	23.586,91 / -	33,41 %	
DE 08	KV zidar	175,22	2,250	0,444	1,000	394,26	hr	15,00	5.913,83	33,79 / m3	25,06 %	
DE 09	PK zidar	175,22	0,550	0,033	1,000	166,46	hr	12,00	1.997,56	11,40 / m3	8,46 %	
MA 0281	groba podaljšana malta 1:2:6	175,22	0,110	9,991	1,000	19,27	m3	112,00	2.158,77	12,32 / m3	9,15 %	
MA 0284	Porotherm 20 - 37,5/20/23,8	175,22	54,000	0,019	1,000	9.462,13	kos	1,17	11.070,69	63,18 / m3	46,91 %	
TR 14	NK delavec za molere mešanice	175,22	0,456	2,193	1,000	79,90	hr	12,00	958,83	5,47 / m3	4,06 %	
TR 25	NK delavec za opozne elemente	175,22	0,713	1,403	1,000	124,24	hr	12,00	1.499,22	8,58 / m3	6,35 %	
130201010603	Porotherm 20 S P+E - zid 30cm	390,65	1,000	1,000	1,000	390,65	m3	134,56	47.038,50	47.038,50 / -	66,59 %	
A.V. 12-14.	Vgradnja oken	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	koa	6.956,00	6.956,00	6.956,00 / -	5,98 %	
A.V. 15.	Zunanja vrata	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	koa	4.232,18	4.232,18	4.232,18 / -	3,64 %	
A.V. 17-18.	Notranja vrata	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	koa	4.194,19	4.194,19	4.194,19 / -	3,67 %	
A.V. 8.	OMETAVANJE	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00		30.385,95	30.385,95	30.385,95 / -	26,11 %	
A.VI.	Delovni in fasadni odli	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	8.356,00	8.356,00	8.356,00 / -	2,89 %	
B.J	OBRTNIŠKA DELA	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	-	428.974,63	428.974,63	428.974,63 / -	59,68 %	
L	Krovsko - kloparska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	kpl	88.856,09	88.856,09	88.856,09 / -	13,72 %	
II.	Konkretne fasadne ZEMET	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	m2	28.156,27	28.156,27	28.156,27 / -	9,37 %	
III.	Ključavnišarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	koa	68.472,27	68.472,27	68.472,27 / -	15,98 %	
IV.	Mazarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	93.747,00	93.747,00	93.747,00 / -	21,85 %	
IX.	Podi in tla	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	40.674,25	40.674,25	40.674,25 / -	9,49 %	
V.	Navčnikar tonska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	23.023,00	23.023,00	23.023,00 / -	5,37 %	
VI.	Montazni stropani	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	18.435,90	18.435,90	18.435,90 / -	4,33 %	
VII.	Keramizarska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	17.805,00	17.805,00	17.805,00 / -	4,15 %	
VIII.	Štukerska dela	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	21.263,15	21.263,15	21.263,15 / -	4,96 %	
X.	Sanjska	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	27.930,00	27.930,00	27.930,00 / -	6,51 %	
XI.	Odvodnjavanje strelne	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	6.310,00	6.310,00	6.310,00 / -	1,47 %	
XII.	Geotekno divalno	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	9.000,00	9.000,00	9.000,00 / -	2,10 %	
XIII.	Stropni vzpenjalni	1,00	1,000	1,000	1,000	1,00	lpl	3.300,00	3.300,00	3.300,00 / -	0,77 %	

Slika 3.11: Izpis v modulu *Cost Planner/Estimate*, ki prikazuje strukturo cene za postavko Zidanje s Porotherm 20 S P+E za Notranje stene.

3.2 Terminsko planiranje izvedbe gradbenih in obrtniških del

V nadaljevanju definiramo posamezne aktivnosti za potrebe terminskega planiranja v modulu *Task Manager*. Aktivnosti lahko definiramo kot sklope konstrukcijskih elementov ali kot tehnološke procese za njihovo izvedbo. Ker je bila na osnovi pridobljenega gradiva (projektantski popis del, projektantski predračun in terminski plan) struktura zapisa podana vnaprej, smo za potrebe poznejše ustrezne primerjave stroškov in časa, to vnaprej določeno strukturo ohranili v vseh modulih v programski opreme *Vico Office*. Tako smo za aktivnosti podali tehnološke procese za potrebe izvedbe gradbenih in obrtniških del. V sklopu gradbenih del je tako določenih šest aktivnosti in v sklopu obrtniških del trinajst aktivnosti, kot to prikazuje slika 3.12.

Za terminsko planiranje znotraj programske opreme *Vico Office R6.5* uporabimo LBMS (Location-based management system) oz. tehniko LBS (Location-based scheduling), velikokrat enostavneje poimenovano »Flow line« tehnika terminskega planiranja. Najpogosteje se v gradbeni praksi sicer

uporablja tehnika terminskega planiranja CPM (Critical Path Method), ki jo imenujemo metoda kritične poti. Z uporabo npr. programske opreme Microsoft Project in CPM tehnike terminskega planiranja namreč za vsako aktivnost vnaprej izračunamo trajanje in nato s povezovanjem aktivnosti konstruiramo mrežni diagram, na osnovi katerega nato določimo kritične in nekritične aktivnosti, kritično pot ter pri nekritičnih aktivnostih še časovno rezervo. Vendar ima CPM tehnika v primerjavi z LBS tehniko določene pomanjkljivosti. Z LBS tehniko namreč planiramo zvezni potek dela (npr. delo posamezne delovne skupine) za katero lahko ugotovljamo produktivnost in njihovo lokacijo, kar s CPM tehniko ni možno. Tako je pri LBS tehniki izračun trajanja aktivnosti zasnovan na osnovi napredovanja dela (Work-flow) in ne vnaprej izračunanega trajanja, kot je to značilno pri CPM tehniki. V poročilu podajamo samo splošni teoretični opis osnov posamezne tehnike terminskega planiranja, kar služi zgolj za lažje razumevanje terminskega planiranja v okviru razvojno raziskovalnega projekta za operativno spremljanje gradnje z BIM pristopom. Tako celostne primerjave obeh tehnik s prikazom prednosti in pomanjkljivosti posamezne tehnike ne podajamo natančneje.

Code	Name	Work	Duration
0001	Vrtec Pekre	409,04	
0002	GRADBENA DELA	284,07	
0003	Zemeljska dela	16,00	
0004	Betonska dela	19,87	
0005	Železokrivska dela	43,81	
0006	Opažarska dela	60,66	
0007	Zidarska dela	96,73	
0008	Delovni in fasadni zidi	47,60	
0009	OBRTNEŠKA DELA	325,01	
0010	Krovsko - kleparska dela	12,76	
0011	Kontaktna fasada DEMET	339,13	
0012	Ključarska dela	71,25	
0013	Mizarska dela	39,00	
0014	Pod in tla	14,00	
0015	Manjšokarbonska dela	21,00	
0016	Montažni strojari	25,00	
0017	Keramizirana dela	45,00	
0018	Silopleksirana dela	47,00	
0019	Senčila	11,00	
0020	Odvodnjevanje strehe	7,00	
0021	Gostinsko drgnilo	30,00	
0022	Stožični voperjalnik	15,00	

Slika 3.12: Določitev aktivnosti za celotni model stavbe vrta Pekre.

Prvi terminski plan, ki ga je pripravil izvajalec GOI del MarkoMark Nival, graditeljstvo, d.o.o., je bil izdelan ob začetku gradnje, to je v decembru 2016 (glej sliko 3.14). Terminski plan je bil izdelan v programski opremi Microsoft Project.

Slika 3.14: Datum nastanka prvega terminskega plana za izvedbo del gradnje vrtca Pekre.

Ta že izdelan terminski plan nam je služil kot vodilo pri izračunu trajanja posameznih aktivnosti in celotnega projekta ter za okvirni prikaz zaporedja izvedbe aktivnosti. Vendar pa plan nima določenih aktivnih povezav med aktivnostmi in tudi trajanje ter datum izvedbe aktivnosti so bili podani izkustveno. Tekom izvedbe projekta je bil terminski plan le enkrat ažuriran in sicer proti koncu gradnje stavbe oz. natančneje dne 23. 06. 2017 (glej sliko 3.15).

Slika 3.15: Datum dopolnitve terminskega plana za izvedbo del gradnje vrtca Pekre.

Zaradi potrebe neposredne časovne primerjave med planirano in realizirano izvedbo vrtca Pekre, smo tako delno uporabili vnaprej izdelan terminski plan, ki ga je pripravil izvajalec MarkoMark Nival, graditeljstvo, d.o.o., lastno izdelan 4D model objekta znotraj programske opreme Vico Office in pridobljeno fotodokumentacijo na osnovi intervalnega zajemanja fotografij s kamero LTL Acorn 6310, ki smo jo postavili na objektu Gasilski dom Pekre v neposredni bližini gradbišča, kot kaže slika 3.16.



Slika 3.16: Postavitev kamere na objektu Gasilski dom Pekre.

Za potrebe izdelave 4D modela v programski opremi Vico Office R6.5 smo najprej v modulu *Programme Management* dopolnili podatke o potrebnih resursih za izvedbo posamezne aktivnosti, ki

je bila generirana na osnovi zbirne preglednice, ko smo resurse definirali v modulu *Cost Planner/Estimate*. Pri tem je možnih več različnih načinov dopolnjevanja.

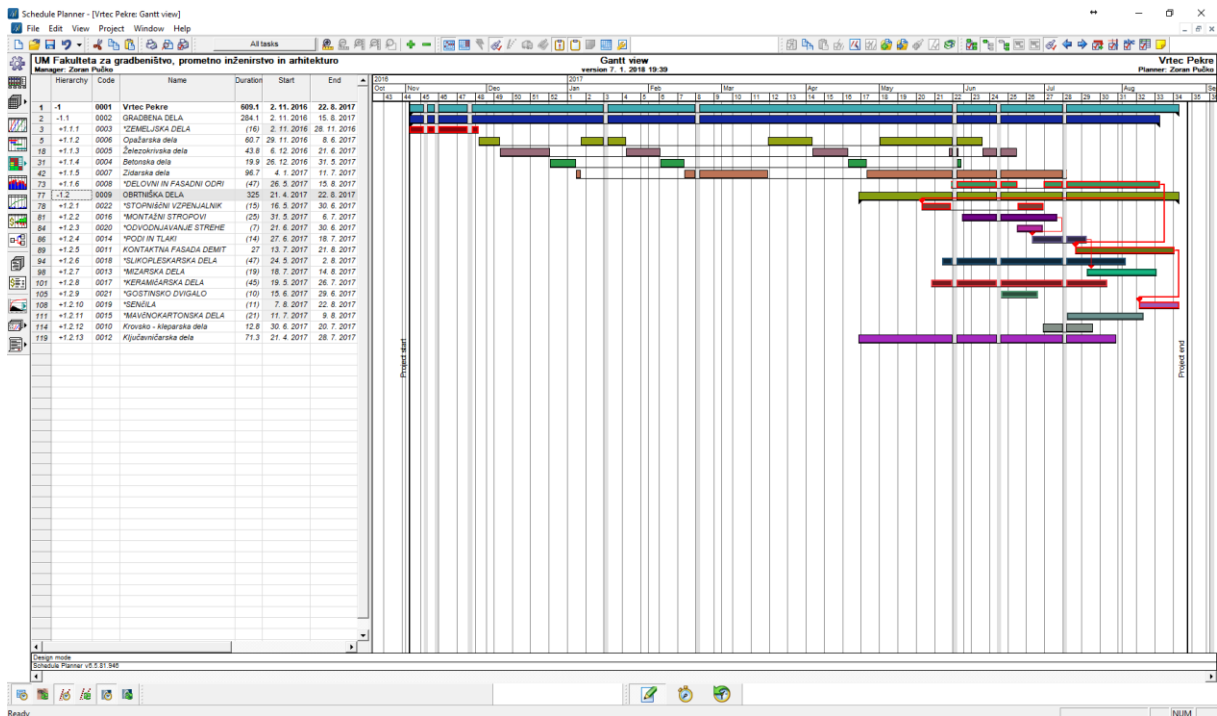
V modulu *Programme Management* lahko aktiviramo programsko opremo Schedule Planner, ki je del programske opreme Vico Office R6.5 in se prvenstveno uporablja za terminsko planiranje (glej sliko 3.17). S tem je zagotovljena dinamična interaktivnost med 3D modelom gradbenega objekta in terminskim planiranjem za obravnavan objekt. Lahko pa se programska oprema Schedule Planner uporablja tudi kot samostojna programska oprema za terminsko planiranje npr. za gradbene projekte, kadar ne obstaja 3D model gradbenega objekta. Prav tako programska oprema Schedule Planner nudi možnost izvoza/uvoza podatkov v/iz MS Excel formatu tj. *.xls in v formatu MS Project tj. *.msp in s tem je omogočeno prenašanje podatkov med navedenimi programi. Vsekakor pa je smiselna uporaba programske opreme Schedule Planner z namenom nadgradnje 3D modela gradbenega objekta v 4D informacijski model gradbenega objekta.



Slika 3.17: Image programske oprema Schedule Planner za terminsko planiranje.

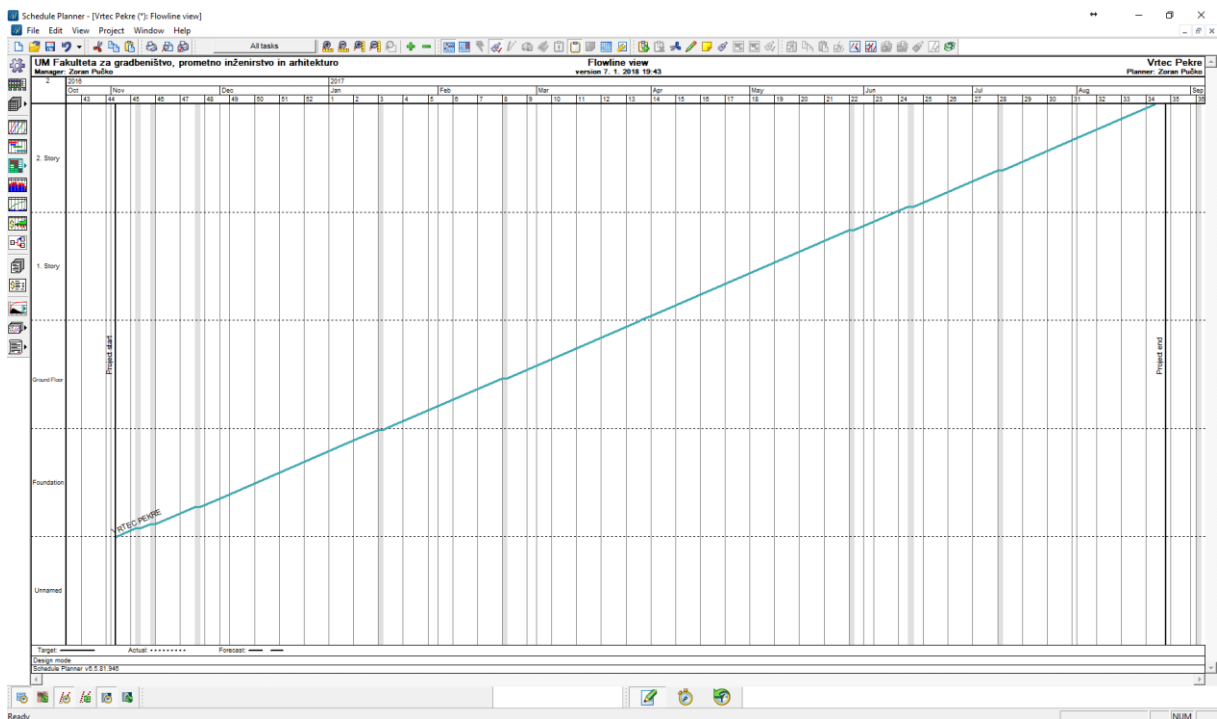
V nadaljevanju bodo prikazani le nekateri najpomembnejši rezultati terminskega planiranja s programsko opremo Vico Office oz. programsko opremo Schedule Planner, ki ponazarjajo obstoječe stanje gradnje stavbe vrtca Pekre.

Izdelan terminski plan s programsko opremo Schedule Planner v obliki gantograma prikazuje slika 3.18.

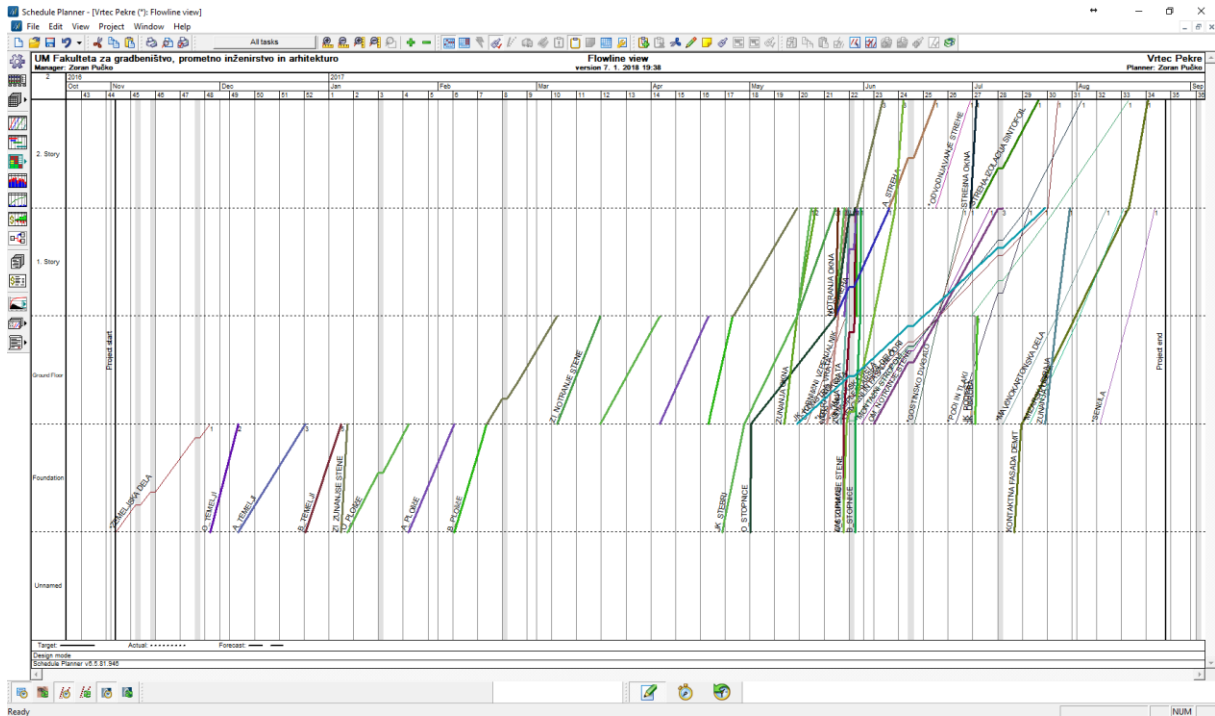


Slika 3.18: Terminski plan v obliki gantograma za gradnjo stavbe vrta Pekre.

Izdelan terminski plan s programsko opremo Schedule Planner v obliki linijskega diagrama za celotno stavbo prikazuje slika 3.19, za posamezne aktivnosti pa slika 3.20.



Slika 3.19: Terminski plan v obliki linijskega diagrama za celotno stavbo vrta Pekre.



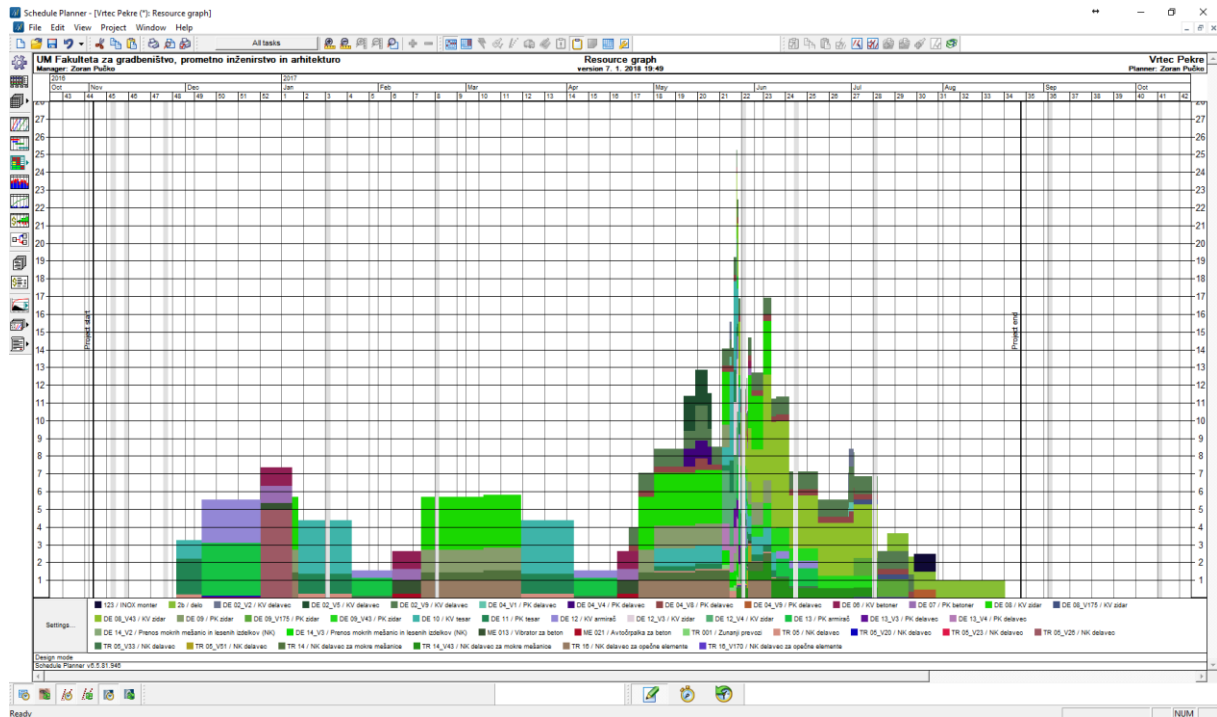
Slika 3.20: Terminski plan v obliki linijskega diagrama za posamezne aktivnosti stavbe vrta Pekre.

Seznam količin (*Bill of quantities*), ki prikazuje aktivnosti s pripadajočimi geometrijskimi količinami, izračunanimi stroški na enoto, stroški za celoto ter porabljenimi urami dela, je prikazan na sliki 3.21.

Hierarchy	Approx. Code	Name	Quantity	Unit	Cost (€)	Social cost	Consol. Hours	Resources
-1	0001	VRTEC PEKRE			412 896		0	
-1.1	0002	GRADBENA DELA			248 499		0	
1.1.1	0003	ZIDARSKA DELA			0		0	
1.1.2	0008	DELOVNI IN FASADNI ODRI			0		0	
-1.1.3	0007	ZIDARSKA DELA			116 366		0	
-1.1.3.1	0034	ZUNANJA VRATA	11	KOS	384,74	4 232	0 5 918 65	KV zidar: 3, PK delavec: 1, Prenos moirih mehanic in lesenih izdelkov (NK): 1, Zunanji prevozi: 0 1
1.1.1	DE 12	KV zidar	38,17	HR	15	573	0 1 38	
1.1.1	DE 13	PK delavec	13,2	HR	12	158	0 1 13	
1.1.1	DE 14	Prenos moirih mehanic in lesenih izdelkov (NK)	12,43	HR	12	149	0 1 12	
1.1.1	MA 003	Cementna malta 1:2	0,33	M3	90	30	0 0 0	
1.1.1	MA 012	Navadni žičniki	1,21	KG	2,40	3	0 0 0	
1.1.1	MA 234	Dvignje vrata	11	KOS	300	3 300	0 0 0	
1.1.1	TR 001	Zunanji prevozi	1,3	HR	15	19	0 1 1	
-1.1.3.1	0035	NOTRANJA VRATA	35	KOS	118,69	4 154	0 4 853 170	KV zidar: 3, PK delavec: 1,5, Prenos moirih mehanic in lesenih izdelkov (NK): 0,8, Zunanji prevozi: 0 2
-1.1.3.1	130001	Notranje vrata - Velikosti od 2-4 m2	35	KOS	118,69	4 154	0 4 853 170	
1.1.1	DE 12	KV zidar	91,84	HR	15	1 378	0 1 92	
1.1.1	DE 13	PK delavec	45,92	HR	12	551	0 1 46	
1.1.1	DE 14	Prenos moirih mehanic in lesenih izdelkov (NK)	25,2	HR	12	302	0 1 25	
1.1.1	MA 003	Cementna malta 1:2	0,7	M3	90	63	0 0 0	
1.1.1	MA 012	Navadni žičniki	2,8	KG	2,40	7	0 0 0	
1.1.1	MA 233	Enojne vrata	35	KOS	50	1 750	0 0 0	
1.1.1	TR 001	Zunanji prevozi	6,9	HR	15	103	0 1 7	
-1.1.3.1	0032	ZIDANJE			70 637		0	
-1.1.3.1	0048	ZI NOTRANJE STENE			134 68	23 599	0 4 389 766	
-1.1.3.1	130201	Notranje stene - Porotherm 20 S P+E - zid 20cm	175,22	M3	134,68	23 599	0 4 389 766	PK zidar: 1,3, KV zidar: 3, NK delavec za mokre mehanice: 0,6, NK delavec za oporne elemente: 1
1.1.1	DE 09	KV zidar	394,28	HR	15	5 914	0 1 394	
1.1.1	DE 09	PK zidar	186,48	HR	12	1 968	0 1 168	
1.1.1	MA 028	grobe podšlana malta 1:2:6	19,27	M3	112	2 159	0 0 0	
1.1.1	MA 028	Porotherm 20 - 37,5/20/23,8	9462,13	KOS	1,17	11 071	0 0 0	
1.1.1	TR 14	NK delavec za mokre mehanice	79,9	HR	12	959	0 1 80	
1.1.1	TR 16	NK delavec za oporne elemente	124,84	HR	12	1 499	0 1 125	
-1.1.3.1	0049	ZI ZUNANJE STENE			350 05	47 038	0 4 274 1496	PK zidar: 1,3, KV zidar: 3, NK delavec za mokre mehanice: 0,5, NK delavec za oporne elemente: 1
-1.1.3.1	130209	Zunanje stene - Porotherm 30 S P+E - zid 30cm	350,05	M3	134,36	47 038	0 4 274 1496	
1.1.1	DE 08	KV zidar	707,6	HR	15	11 014	0 1 708	
1.1.1	DE 09	PK zidar	332,54	HR	12	3 991	0 1 333	
1.1.1	MA 028	grobe podšlana malta 1:2:6	63,01	M3	112	7 057	0 0 0	
1.1.1	MA 028	Porotherm 30 - 25/30/23,8	18552,44	KOS	1,06	19 666	0 0 0	
1.1.1	TR 14	NK delavec za mokre mehanice	126,37	HR	12	1 516	0 1 126	
1.1.1	TR 16	NK delavec za oporne elemente	249,58	HR	12	2 995	0 1 250	
-1.1.3.1	0033	VGRABLJAKI OKNA			6 956		0	
-1.1.3.1	0050	NOTRANJA OKNA			112 224	0 3 6		
-1.1.3.1	3 8361	Notranj okna - 2,40x1,40	2	KOS	112	224	0 3 6	
1.1.1	DE 02	KV delavec	4	HR	15	60	0 1 4	
1.1.1	DE 04	PK delavec	2	HR	12	24	0 1 2	

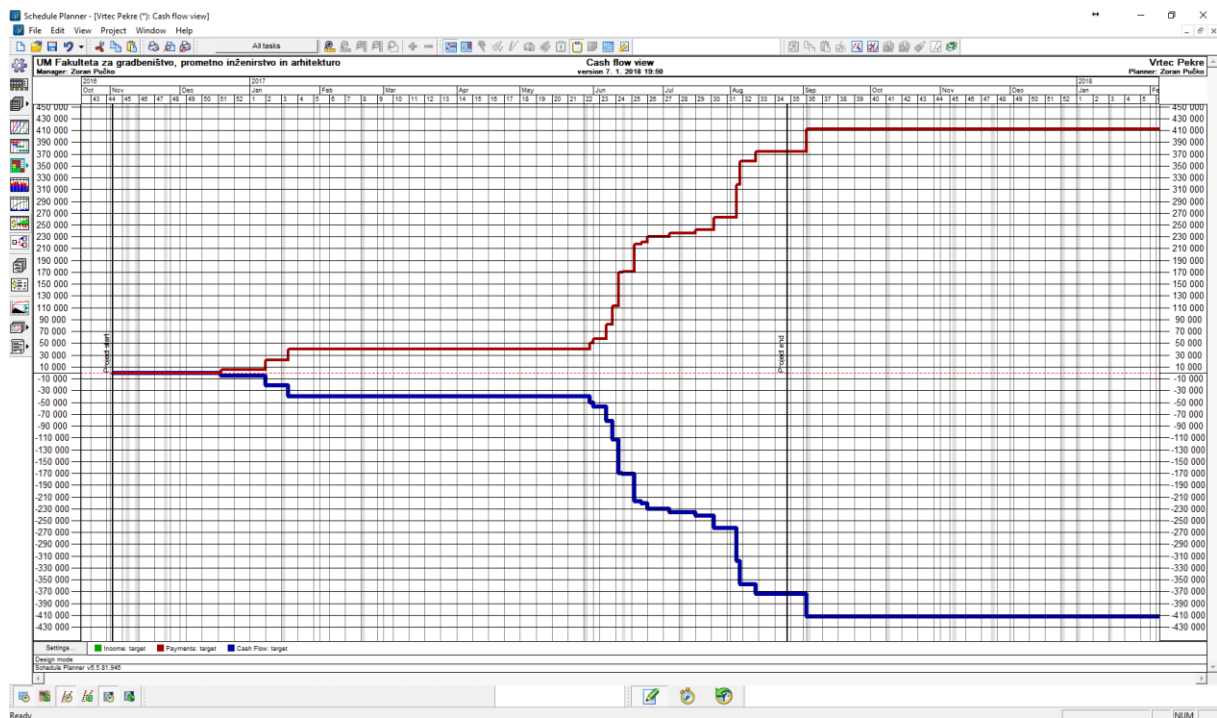
Slika 3.21: Seznam količin za gradnjo stavbe vrta Pekre.

Kumulativna potreba po posameznih delavcih v časovnih obdobjih je prikazana na sliki 3.22.



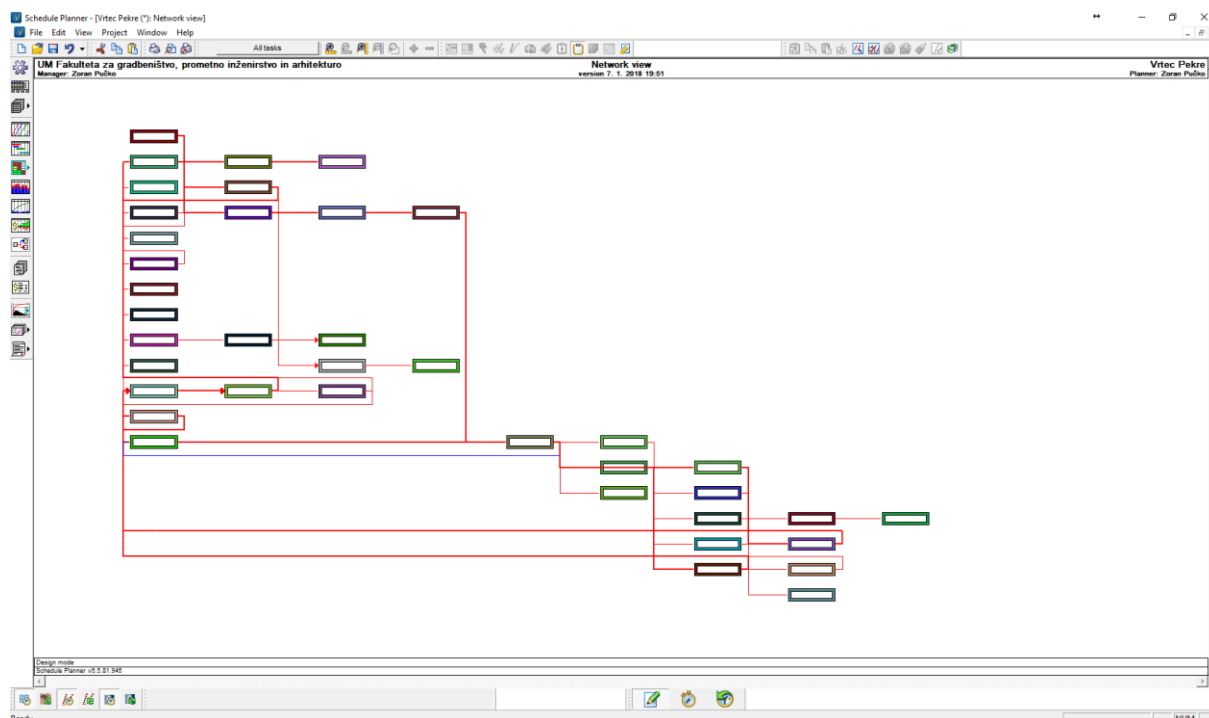
Slika 3.22: Kumulativna potreba po posameznih delavcih v časovnih obdobjih za gradnjo stavbe vrtca Pekre.

Prikaz denarnega toka (*cash flow*) nam prikazuje slika 3.23.



Slika 3.23: Denarni tok (*Cash flow*) za gradnjo stavbe vrtca Pekre.

Osnovni strukturalni mrežni diagram je prikazan na sliki 3.24.

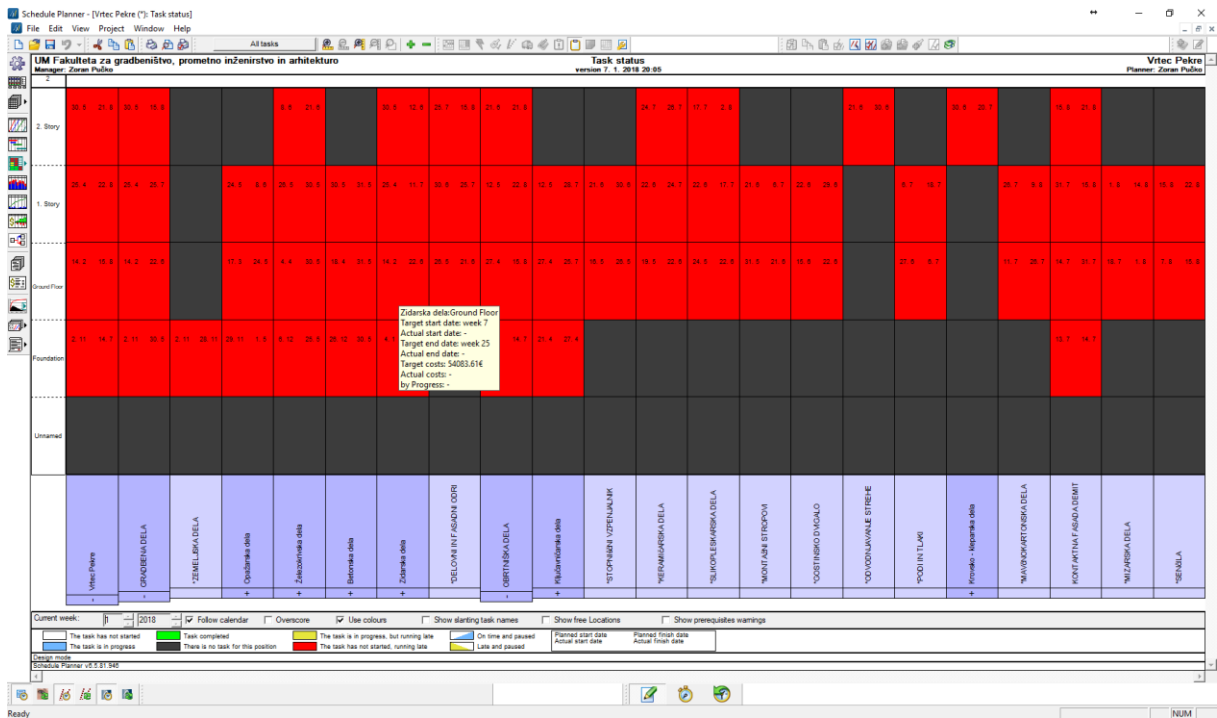


Slika 3.24: Strukturalni mrežni diagram za gradnjo stavbe vrteca Pekre.

Vse do sedaj prikazano predstavlja planirano varianto terminskega planiranja tj. terminsko planiranje v fazi neposredne priprave na gradnjo. Terminski plani pa so brezpredmetni, če jih ne uporabljamo v fazi izvedbe t.j. če planirani terminski plan ne spremljamo in ga aktualiziramo na osnovi spremljanja procesa gradnje gradbenega objekta.

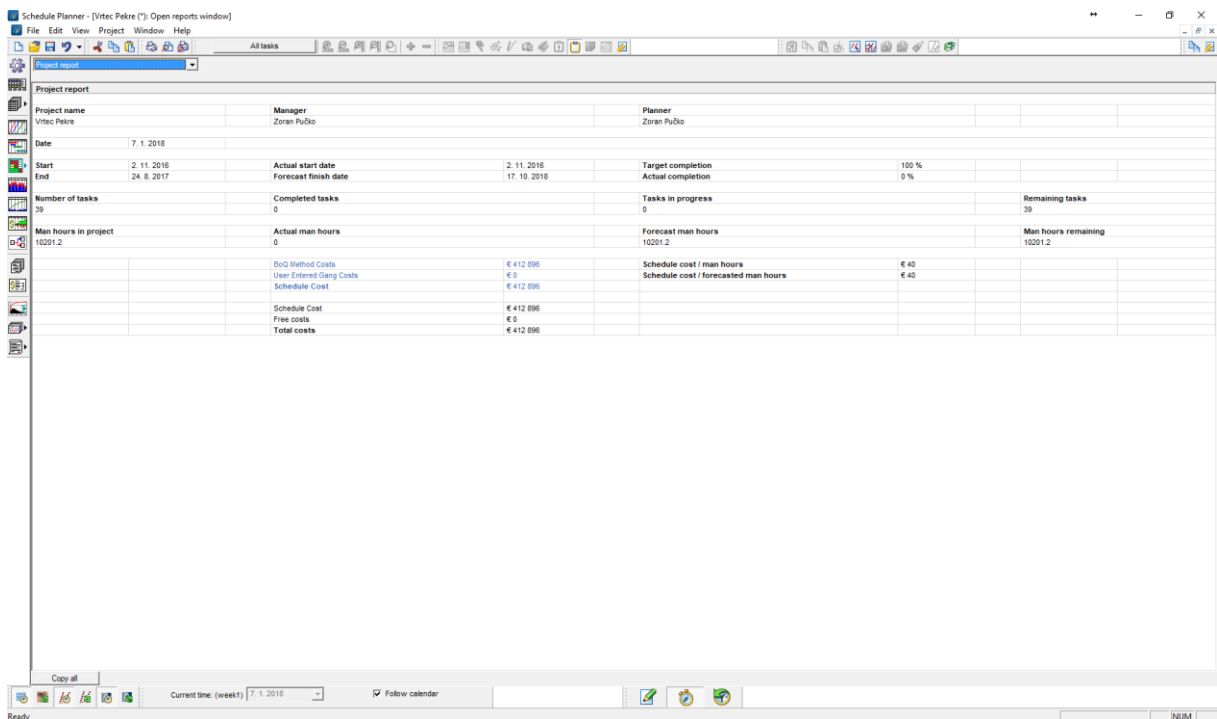
Programska oprema Schedule Planner pa nam omogoča vrsto dodatnih možnosti obravnave celotnega gradbenega projekta, to je procesa gradnje objekta, z vidika sprotne kontroliranja izvedbe in tudi priprave podrobnejših planov. V nadaljevanju so naštetje in prikazane le nekatere najpomembnejše možnosti.

Za potrebe spremljanja izvedbe celotnega procesa gradnje objekta je z matričnim pregledom podana nazorna možnost spremljanja izvedbe posameznih aktivnosti, kot je to prikazano na sliki 3.25.



Slika 3.25: Matrični način prikaza spremljanja izvedbe gradbenega projekta.

Pregled stanja projekta na izbrani datum opazovanja je možno podati na način, kot to prikazujemo na sliki 3.26.



Slika 3.26: Pregled stanja projekta.

V programskem orodju je možno izpisati tudi različna poročila o stanju projekta npr. poročilo odgovorne osebe za izvedbo posameznih aktivnosti in angažiranih delavcev za izvedbo, kot prikazuje slika 3.27; ali poročilo o količinah in stroških projekta, kot to prikazuje slika 3.28.

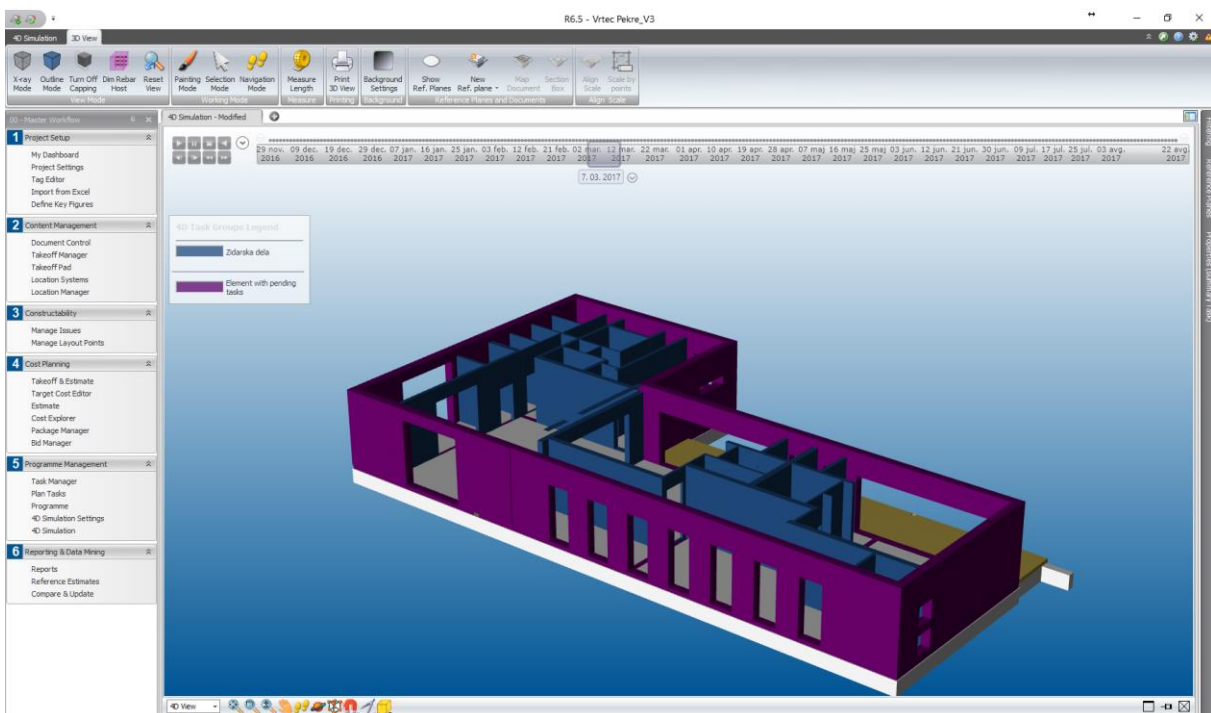
Slika 3.27: Poročilo o izvedbi posameznih aktivnosti in angažiranih delavcev za izvedbo.

Slika 3.28: Poročilo o količinah in stroških izvedbe projekta.

Med ostalimi možnostmi programske opreme Schedule Planner pa velja omeniti še:

- možnost vodenja evidence o nabavi materialov,
- možnost vodenja evidence o plačanih računih oz. situacij tj. prihodki na projektu in
- možnost izvedbe simulacij povečanja oz. zmanjšanja potrebnih delavcev za pospešitev oz. upočasnitev izvedbe posameznih aktivnosti.

Nadalje, pa lahko podatke, ki smo jih pridobili iz terminskega plana z uporabo programske opreme Schedule Planner, v programski opremi Vico Office R6.5, kjer se podatki o trajanju aktivnosti avtomatsko sinhronizirajo, dopolnimo z 3D modelom gradbenega objekta in izvedemo simulacijo gradnje v modulu *Programme Management* in izbiro opcije *4D Simulation*, kar skupaj predstavlja 4D informacijski model gradbenega objekta. Na sliki 3.29 je prikazan izsek iz simulacije modela izdelane v opciji *4D Simulation* za izvedbo konstrukcijskega elementa Notranje stene z zidanjem zidov s Porotherm 20 S P+E v pritličju. Za primerjavo pa na sliki 3.30 podajamo še fotografija iz gradbišča, ko se je obravnavan objekt izvajal.

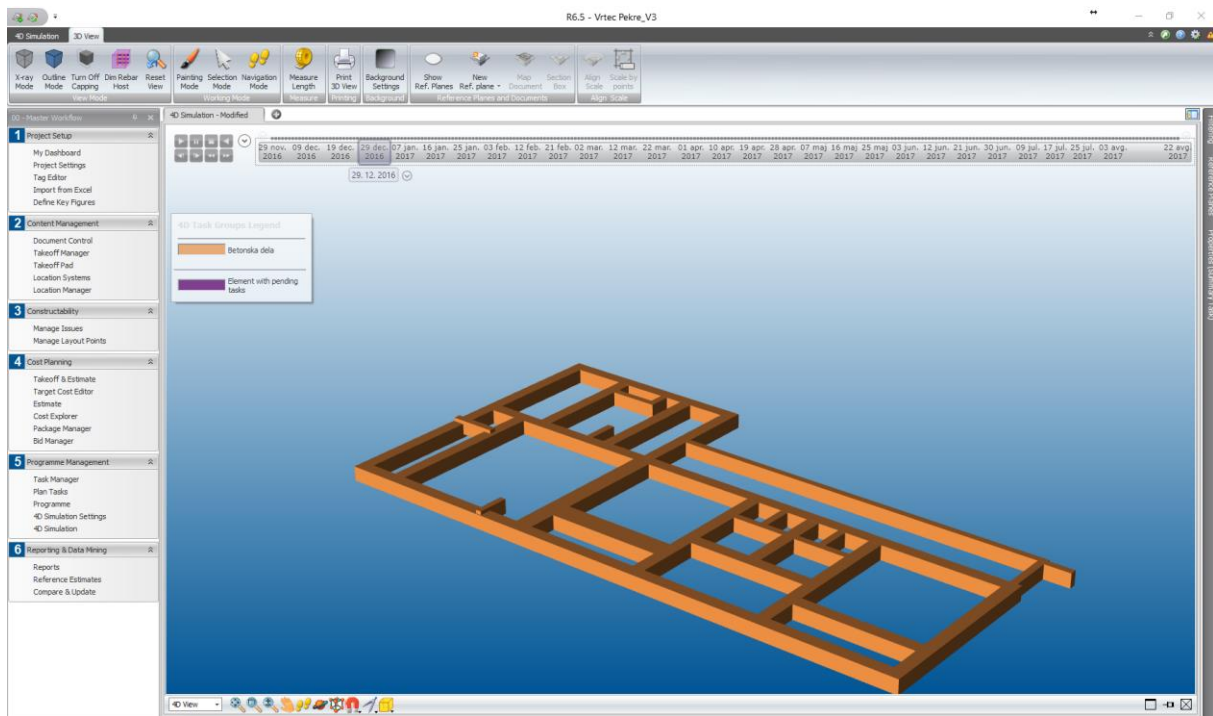


Slika 3.29: Simulacija gradnje oz. 4D informacijski model elementa Notranje stene v pritličju stavbe vrtca Pekre.

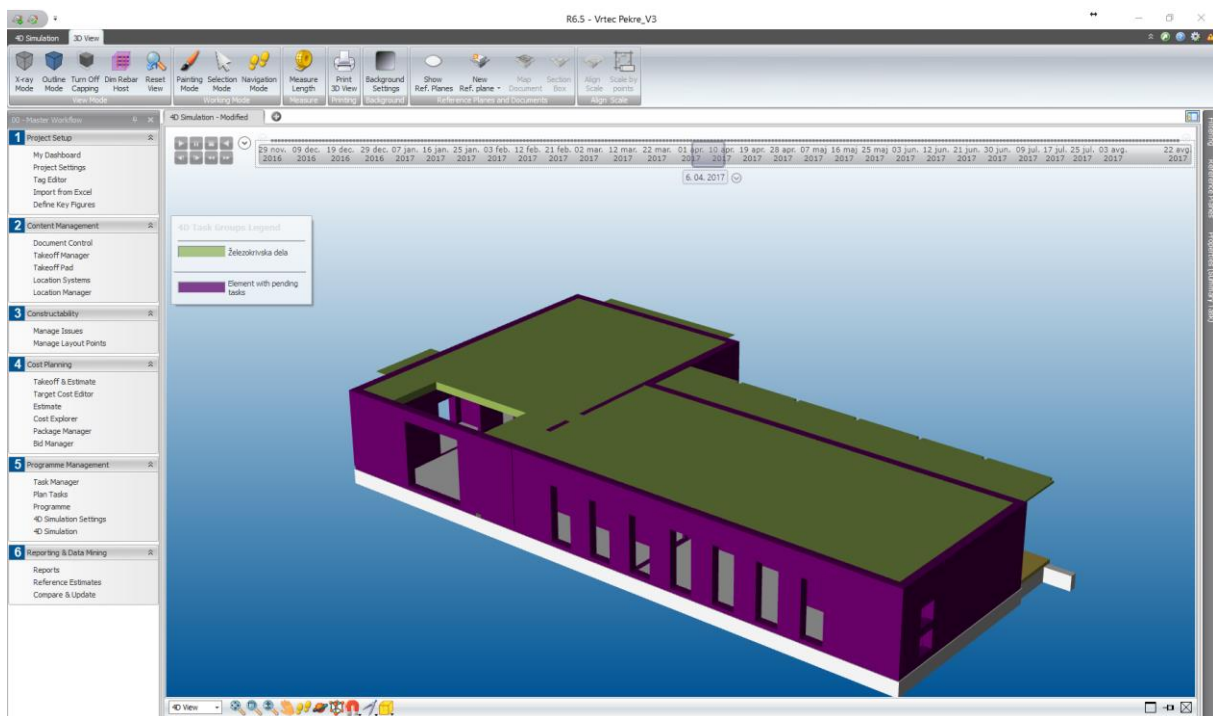


Slika 3.30: Fotografija iz gradbišča za izvedbo elementa Notranje stene v pritličju stavbe vrtca Pekre.

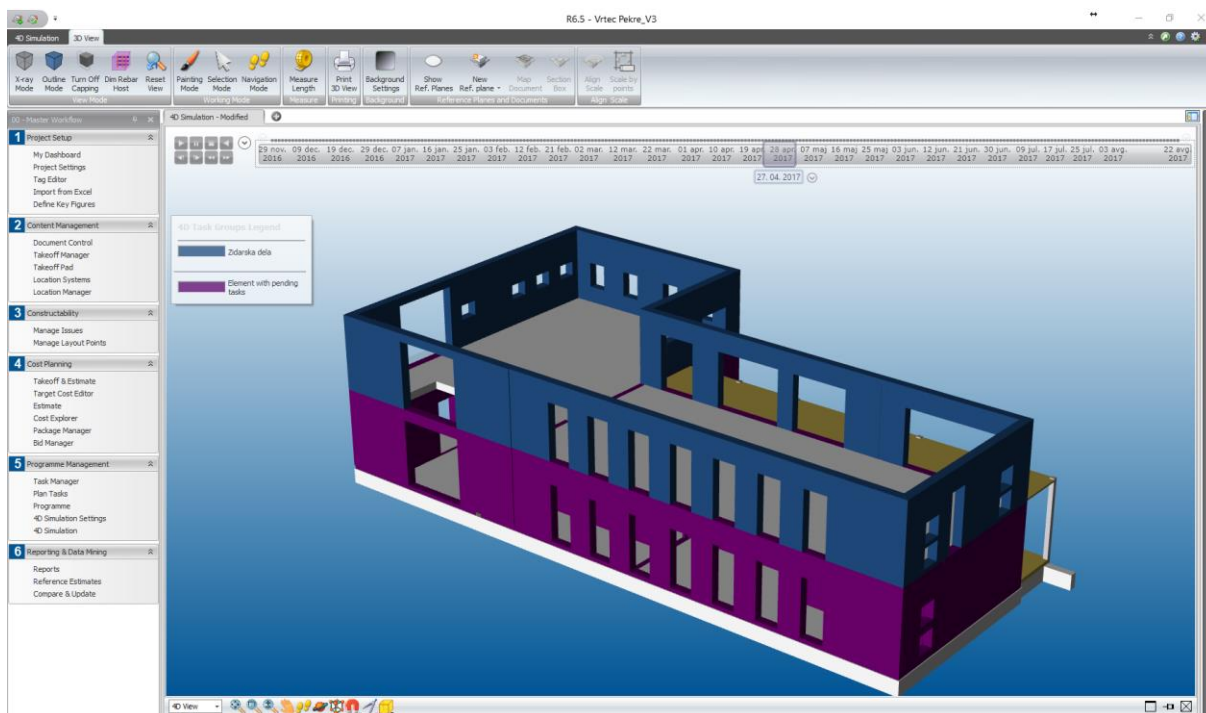
V nadaljevanju je prikazanih nekaj slik (slike 3.31, 3.32, 3.33, 3.34 in 3.35) iz animacije prikaza gradnje objekta tj. 4D informacijskega modela stavbe vrtca Pekre.



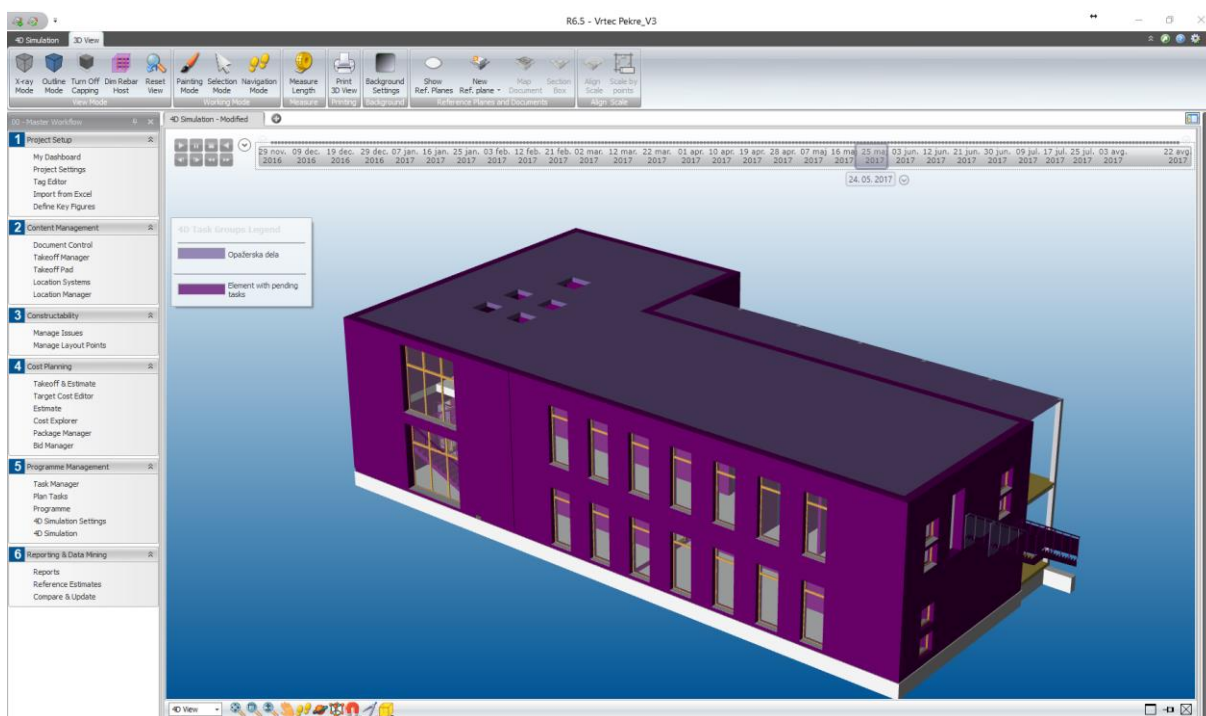
Slika 3.31: Simulacija betoniranja temeljev.



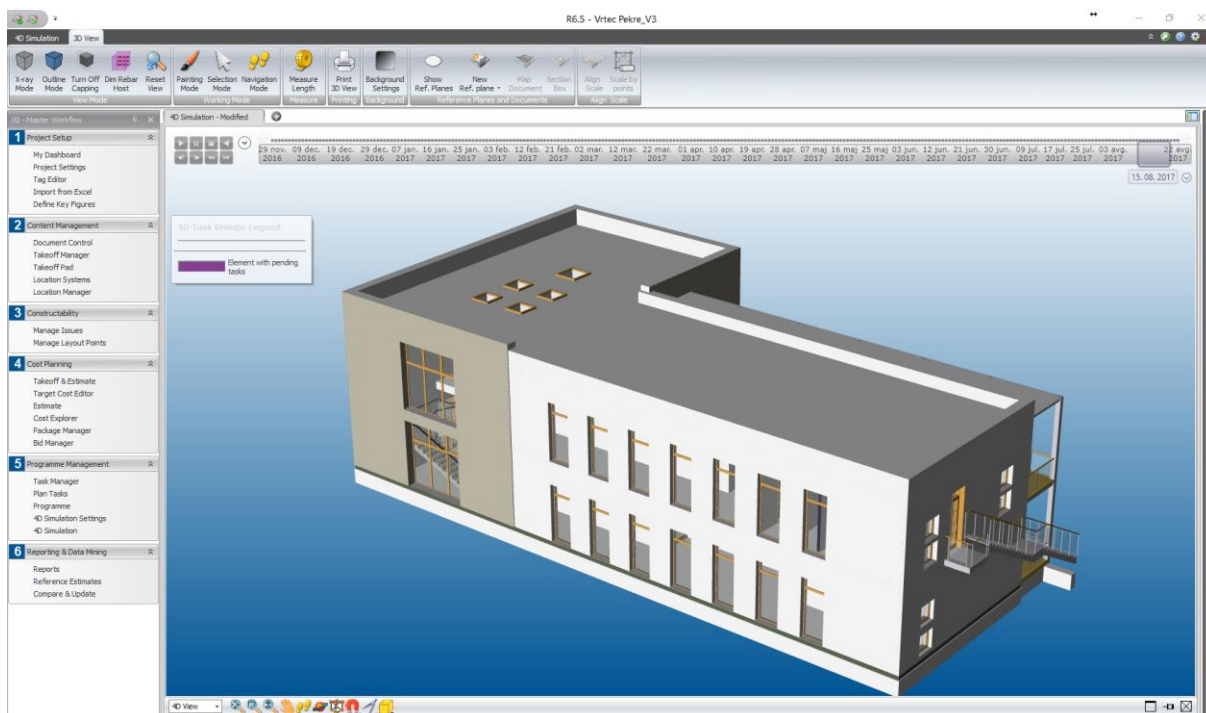
Slika 3.32: Simulacija polaganja armature za ploščo nad pritličjem.



Slika 3.33: Simulacija zidanja zunanjih zidov v prvem nadstropju.

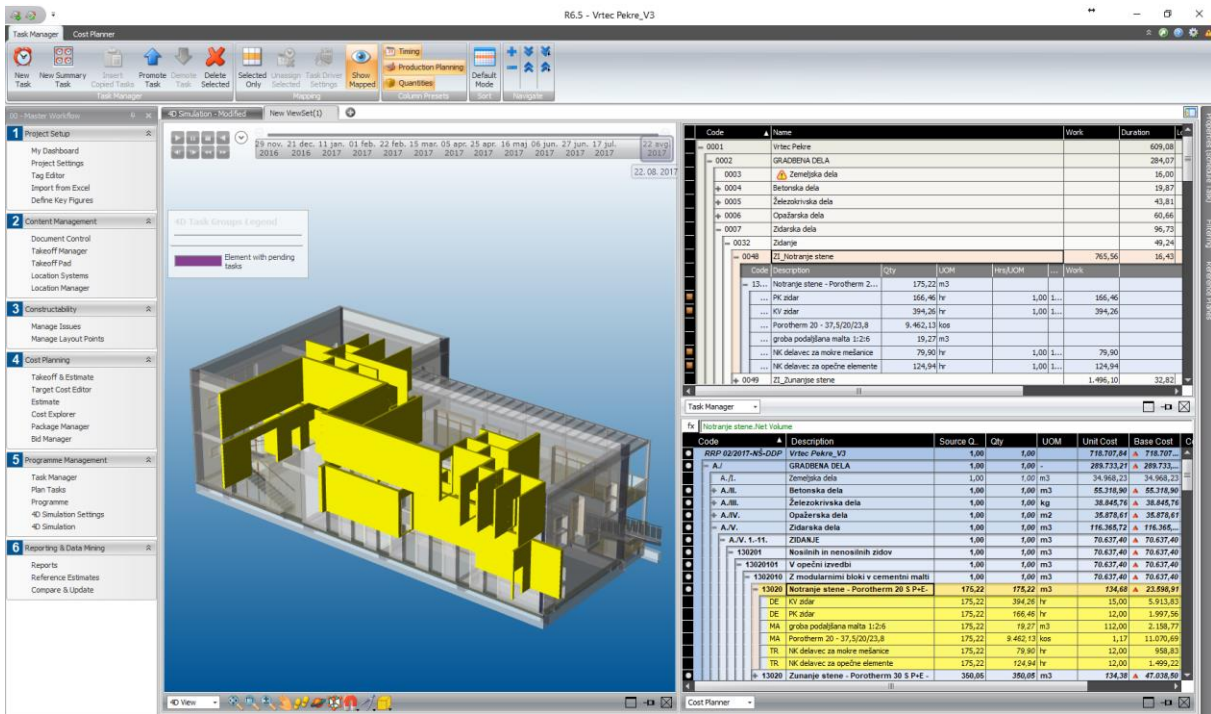


Slika 3.34: Simulacija opaževanja plošče ravne strehe.



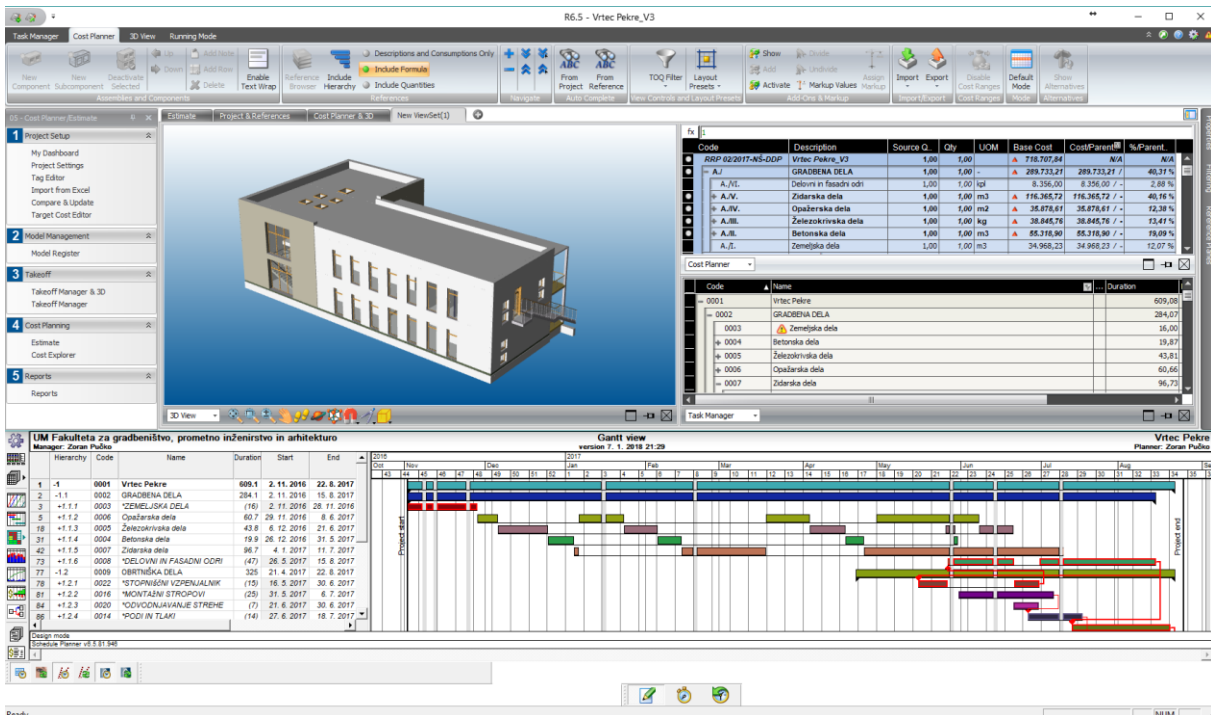
Slika 3.35: Simulacija izvedbe toplotnoizolativne kontaktne DEMIT fasade.

V animaciji 4D modela lahko za vsak sklop konstrukcijskih elementov objekta/modela določimo specifično barvo za bolj nazoren prikaz. Prav tako lahko prikažemo več podrobnih informacij za vsak sklop konstrukcijskih elementov objekta/modela s pomočjo več-okenskega pregleda. Tako lahko npr. ob oknu 3D modela odpremo še okno s prikazom aktivnosti ter njihovega trajanja (*Task Manager*), kar predstavlja 4D model gradbenega objekta (4D BIM) in okno s prikazom stroškov oz. pogodbenih cen za izvedbo aktivnosti (*Cost Planner*) kar predstavlja 5D model gradbenega objekta (5D BIM). Na sliki 3.36 je podan več-okenski prikaz modela za konstrukcijski element Notranje stene.



Slika 3.36: Več-okenski prikaz modela za konstrukcijski element Notranje stene.

Če dodamo k tem več-okenskim pregledom še terminski plan v obliki gantograma, dobimo popolni pregled nad informacijami (trajanje aktivnosti, datum začetka oz. dokončanja aktivnosti, stroških aktivnosti) pomembnimi predvsem za naročnika oz. nadzornika. Navedeno nam prikazuje slika 3.37.



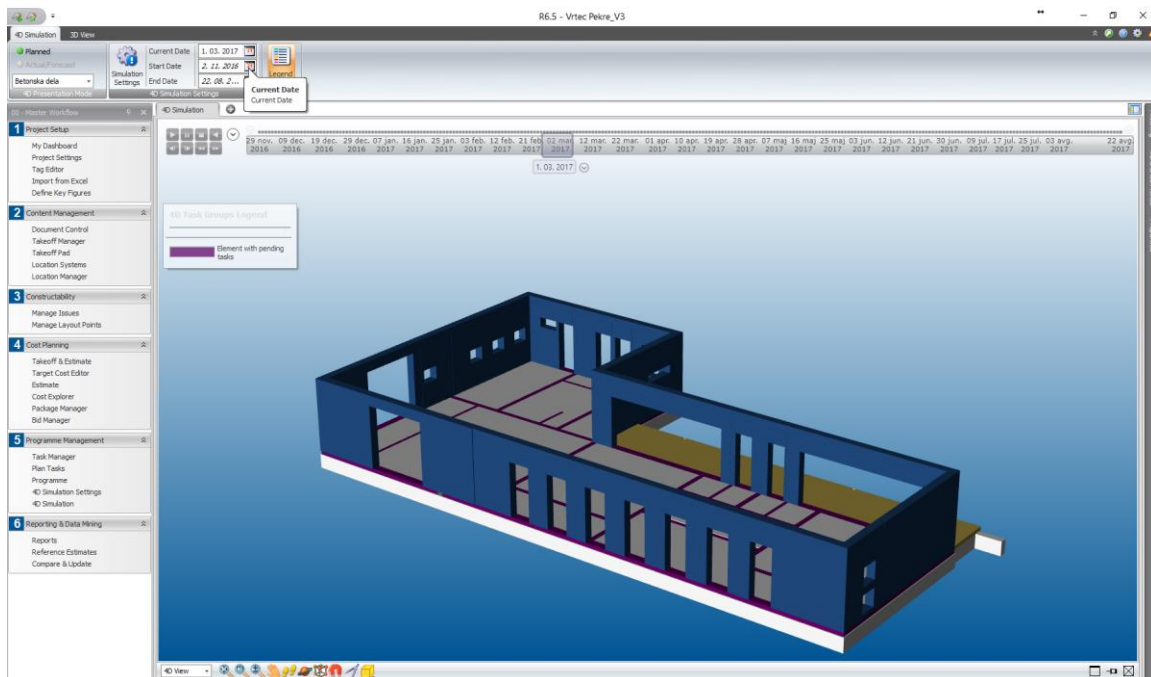
Slika 3.37: Več-okenski prikaz s terminskim planom – gantogramom.

Za samega izvajalca pa so poleg teh informacij (trajanje aktivnosti, datum začetka oz. dokončanja aktivnosti, stroški aktivnosti) pomembne še informacije o potrebnih resursih za izvedbo, zlasti iz vidika zagotavljanja pravočasne nabave oz. organizacije potrebnih resursov. Tako izvajalca zanimajo predvsem informacije o potrebnih materialih, ki jih je potrebno nabaviti in dostaviti na gradbišče ob pravem času, katere delavce in katero mehanizacijo potrebuje za izvedbo planiranih aktivnosti.

V nadaljevanju bomo prikazali simulacijo pridobivanja potrebnih informacij iz 4D in 5D BIM modela gradbenega objekta, kot bi to storil izvajalec na točno določen datum v fazi gradnje gradbenega objekta. Omejitev pri tem je, da bomo v obzir vzeli obdobje, v katerem je predvidena izvedba aktivnosti Notranje stene, saj smo za ta sklop konstrukcijskega elementa podrobneje podali opis tehnologije izvedbe (glej stran 22) ter prikazali kalkulacijo stroškov na osnovi uporabljenih gradbenih normativov ter veljavnih cenikov (glej sliko 3.11).

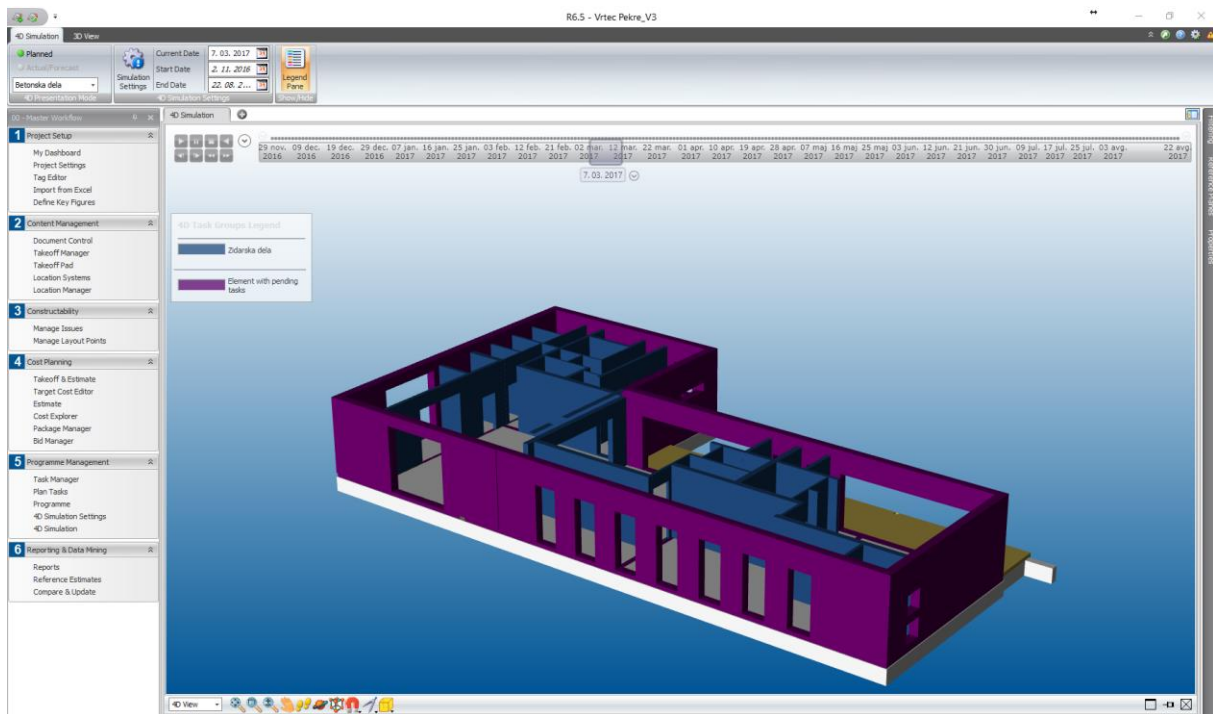
Predpostavimo, da je izbrani datum obravnave npr. sreda 01. 03. 2017 in da vodstvo gradbišča zanima katere aktivnosti bo po izdelanem terminskem planu potrebno izvesti v prihodnjem tednu tj. od 06. 03. 2017 do 10. 03. 2017.

Najenostavneje je to možno ugotoviti na način, da v 4D pogledu animacije, izdelane v opciji *4D Simulation*, določimo kot *Current Date* datum 01. 03. 2017, kot je to prikazano na sliki 3.38.



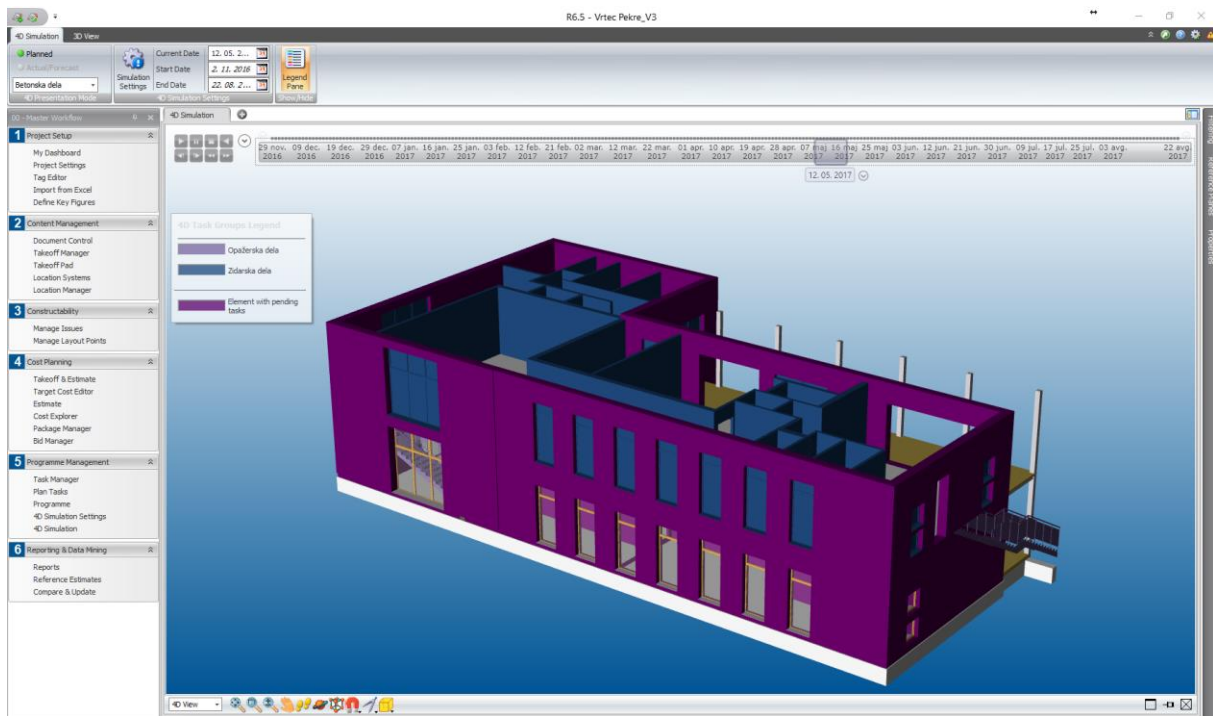
Slika 3.38: Izbor trenutnega (presečnega) datuma.

V nadaljevanju zaženemo animacijo v zelenih datumih tj. od 06. 03. 2017 do 10. 03. 2017 in s tem dobimo pregled nad planiranimi aktivnostmi, kjer ugotovimo, da bo potrebno izvesti Notranje stene v pritličju, kot to prikazuje slika 3.39.



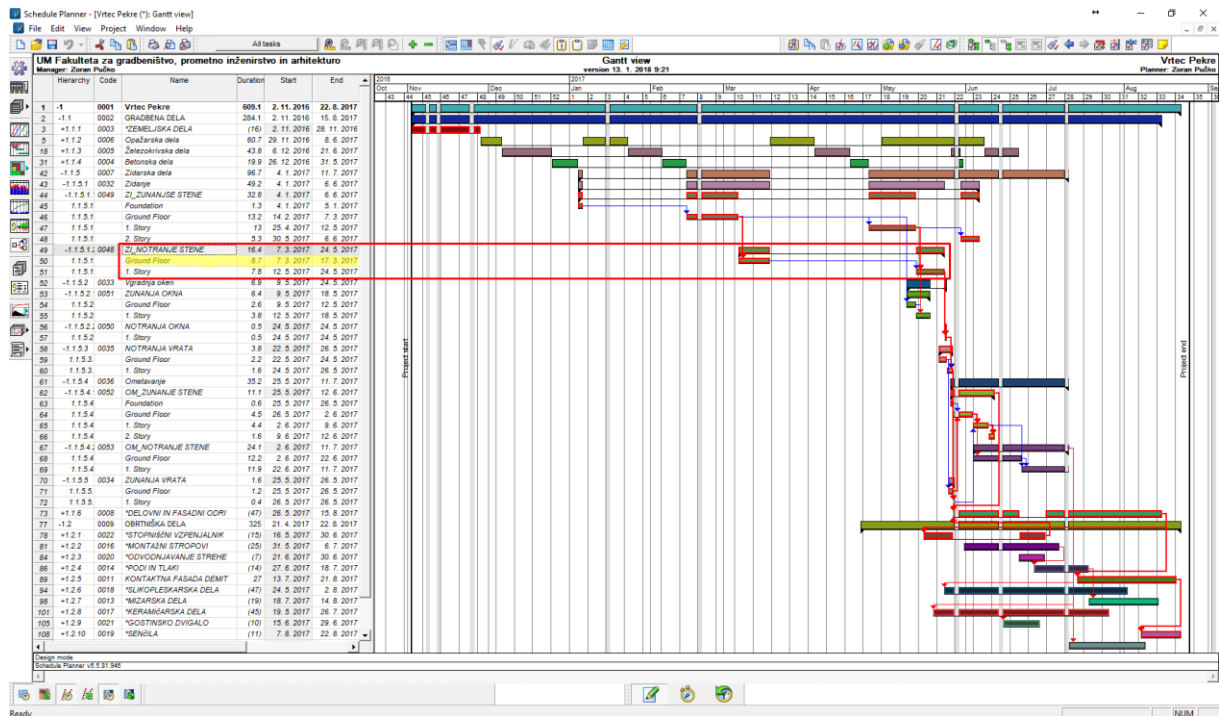
Slika 3.39: Prikaz planirane aktivnosti v pogledu animacije (modra barva prikazuje aktivnost Notranje stene v pritličju).

Ker je potrebno izvesti aktivnost Notranje stene z ustreznim časovnim zamikom tudi v prvem nadstropju, le-to prikazujemo na sliki 3.40.



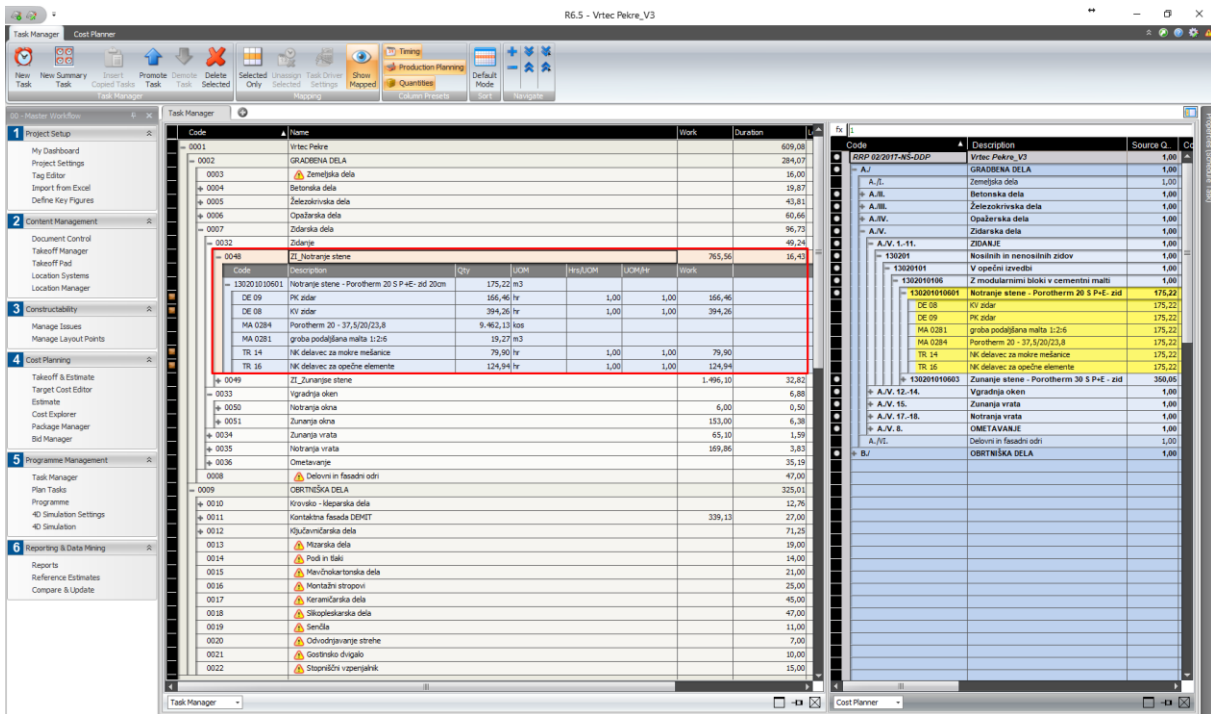
Slika 3.40: Prikaz planirane aktivnosti v pogledu animacije (modra barva prikazuje aktivnost Notranje stene v nadstropju).

Iz podanega terminskega plana lahko ugotovitve iz animacije tudi potrdimo (glej sliko 3.41) in pri tem ugotovimo, da bomo aktivnost Notranje stene v pritličju (1. takt) izvajali od 07. 03. 2017 do 17. 03. 2017 in bo aktivnost trajala 8,7 delovnih dni; ter v prvem nadstropju (2. takt) od 12. 05. 2017 do 24. 05. 2017 in bo aktivnost trajala 7,8 delovnih dni.



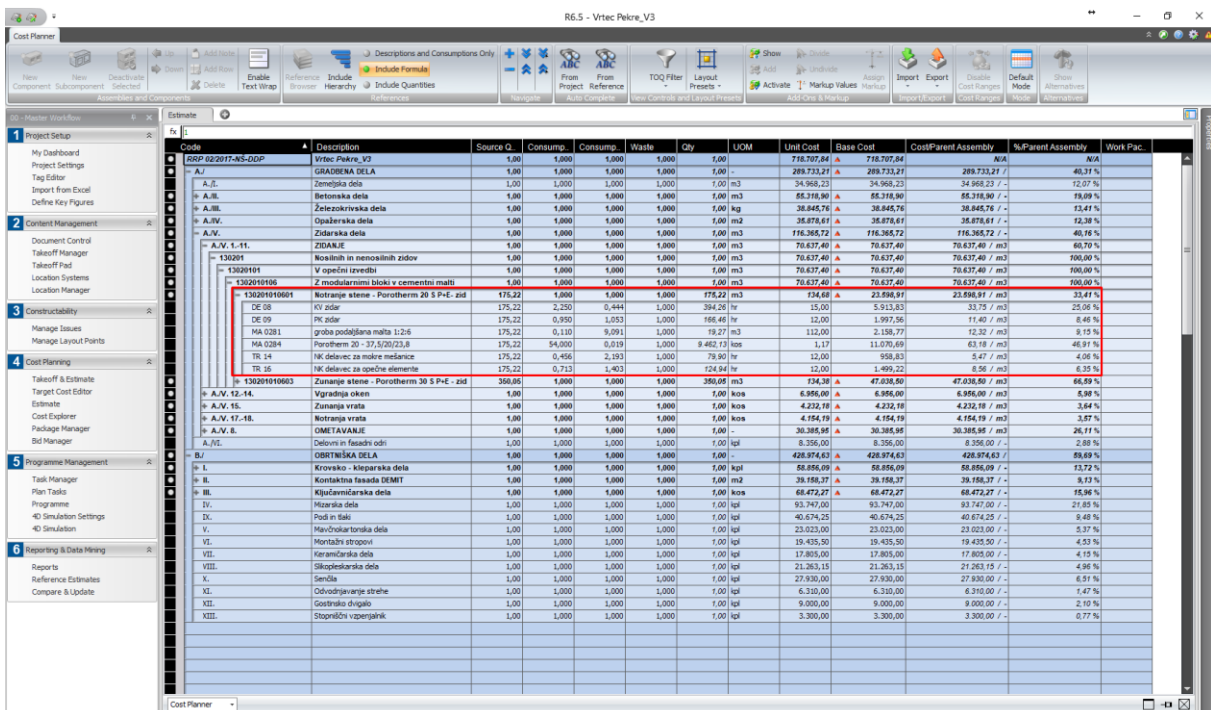
Slika 3.41: Prikaz planirane aktivnosti Notranje stene v pritličju in prvem nadstropju v terminskem planu.

Skupno je za izvedbo aktivnosti Notranje stene (1. in 2. takt) planirano trajanje 16,4 delovnih dni. Na osnovi opisane tehnologije izvedbe (glej stran 22), nas zanimajo količine ter potrebni resursi za izvedbo aktivnosti Notranje stene. Podatke pridobimo v modulu *Programme Management* in to prikazujemo na sliki 3.42.



Slika 3.42: Prikaz količin, potrebnih resursov in trajanja aktivnosti Notranje stene.

Prav tako lahko pridobimo tudi podrobnejše informacije o stroških izvedbe te aktivnosti v modulu *Cost Planner/Estimate*, kot so npr. cena na enoto in cena za celoto in je prikazano na sliki 3.43. Cena za zidanje 1 m³ notranjih sten, deb. 20 cm znaša 134,58 € in skupna vrednost za to aktivnost znaša 23.598,91 €.



Slika 3.43: Prikaz stroškov izvedbe aktivnosti Notranje stene.

Skupno količino za izvedbo aktivnosti Notranje stene pridobimo v modulu *Takeoff Manager* in znaša 175,22 m³, od tega 92,35 m³ v pritličju in 82,87 m³ v prvem nadstropju, kar nam prikazuje slika 3.44.

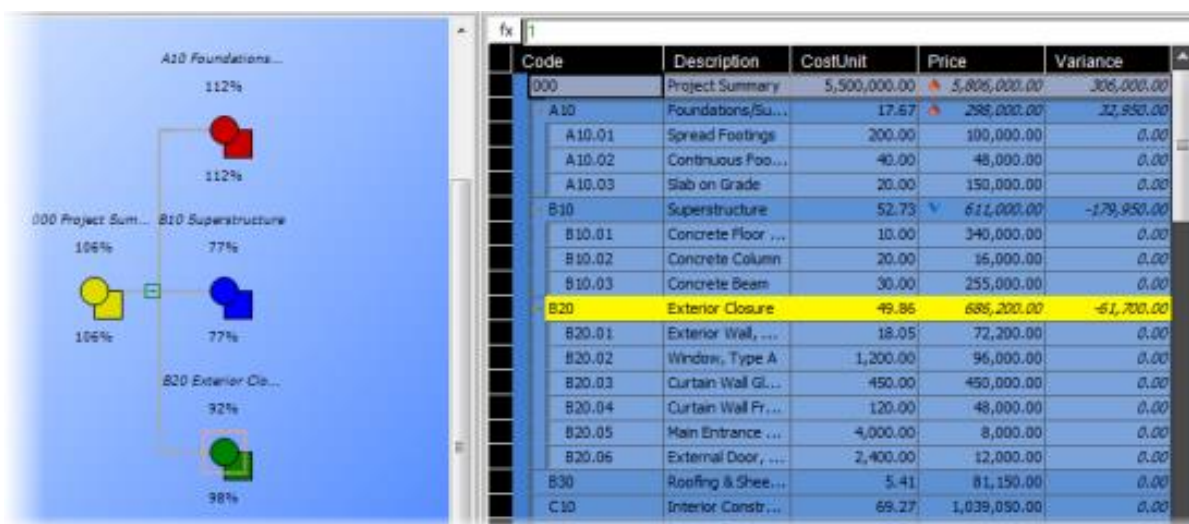
Name	Unit	Cost M	Task M	Count	Project	Unnamed	Foundation	Ground Floor	1. Story
Count	NR	No	No	68,00	0,00	0,00	0,00	39,00	29,00
Length	M	No	No	249,29	0,00	0,00	0,00	139,44	110,86
Reference Side Surface Area	M2	Yes	No	819,60	0,00	0,00	0,00	415,95	403,65
Opposite Side Surface Area	M2	Yes	No	819,60	0,00	0,00	0,00	415,95	403,65
Top Surface Area	M2	No	No	51,55	0,00	0,00	0,00	27,67	23,88
Bottom Surface Area	M2	No	No	43,55	0,00	0,00	0,00	25,82	17,74
Ends Surface Area	M2	No	No	108,22	0,00	0,00	0,00	60,95	47,27
Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	97,99	0,00	0,00	0,00	61,99	36,00
Opposite Reference Side Opening Surface Area	M2	No	No	98,37	0,00	0,00	0,00	61,99	36,38
Net Volume	M3	Yes	No	175,22	0,00	0,00	0,00	92,35	82,87
Gross Volume	M3	No	No	193,81	0,00	0,00	0,00	104,62	89,19
Joint Horizontal Surface Area	M2	No	No	3,75	0,00	0,00	0,00	1,86	1,89
Joint Vertical Surface Area	M2	No	No	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piece Count	NR	No	No	69,00	0,00	0,00	0,00	39,00	30,00
Piece Length	M	No	No	296,49	0,00	0,00	0,00	139,64	117,86
CAD_Count	NR	No	No	68,00	0,00	0,00	0,00	38,00	30,00
CAD_Length	M	No	No	238,66	0,00	0,00	0,00	124,85	113,81
CAD_Volume	M3	No	No	175,22	0,00	0,00	0,00	92,32	82,90

Slika 3.44: Prikaz relevantnih količin za izvedbo aktivnosti Notranje stene.

Vodstvo gradbišča, opremljeno z vsemi zgoraj prikazanimi podatki na dan 01. 03. 2017, lahko na osnovi ugotovitev ukrene vse potrebno, da do pričetka del na aktivnosti Notranje stene v pritličju (1. takt) tj. do 07. 03. 2017 in z ustreznim časovnim zamikom še za aktivnost Notranje stene v prvem nadstropju (2. takt) tj. do 12. 05. 2017, pravočasno organizira in nabavi za izvedbo aktivnosti vse potrebne resurse, ob že v naprej poznanih nabavnih cenah.

4. POSTOPEK SPREMLJANJA GRADNJE STAVBE VRTCA PEKRE S PROGRAMSKO OPREMO VICO OFFICE R6.5

V prejšnjih poglavjih smo podali opise načina priprave planov za izvedbo gradnje stavbe vrtec Pekre. V fazi gradnje stavbe, pa je s programsko opremo Vico Office R6.5 možno izvajati tudi spremljanje realne izvedbe to je napredovanje gradnje, kjer večinoma spremljamo 4D BIM model oz. terminski plan in ga ažuriramo z dejanskimi oz. aktualnimi datumi začetka in zaključka izvajanja posameznih aktivnosti. Prav tako je možno spremljati 5D BIM model, kar kot rezultat predstavlja dejanske stroške za gradnjo stavbe vrtec Pekre. Slednjega v okviru razvojno-raziskovalnega projekta nismo izvajali, saj smo razpolagali le s ponudbenim predračunom, lastno kalkulacijo stroškov izvedbe gradbenih in obrtniških del tj. 5D BIM modelom pri tem pa zaradi zaupnosti podatkov nismo imeli vpogleda v dejanske stroške izvedbe. Zato podajamo le teoretični opis načina stroškovnega spremljanja gradnje: stroške realne izvedbe del vnesemo v programsko opremo Vico Office R6.5 v modul *Cost Planner/Estimate* in sicer v stolpcu Target Cost. Nato s primerjavo teh stroškov napram planiranim stroškom podanimi v stolpcu Base Cost ugotavljamo odstopanja stroškov. Nazornejši grafični prikaz odstopanj je možen z izborom ukaza Cost Explorer, kjer bi bil pogled podan na način, kot to prikazuje slika 4.1.



Slika 4.1: Prikaz odstopanj stroškov med planirano in realizirano varianto v pogledu Cost Explorer.

Iz primerjave na sliki 4.2, bi lahko povzeli, da med ponudbenim predračunom in lastno kalkulacijo stroškov pripravljeno kot 5D BIM model, ni večjih odstopanj oz. da so le-ta manjša od 10%.

Code	Description	Base Cost
A./ GRADBENA DELA		
I. Zemeljska dela		34.968,23
II. Betonska dela		57.810,13
III. Železokrivska dela		37.040,00
IV. Opažarska dela		34.481,50
V. Zidarska dela		106.232,90
VI. Delovni in fasadni odri		8.356,00
VII. Notranja kanalizacija (horizontalna)		ODPADNE
Skupaj EUR		278.888,76
B./ OBRRTNIŠKA DELA		
I. Krovsko - kleparska dela		57.250,00
II. Fasaderska dela		103.378,00
III. Ključavničarska dela		68.350,00
IV. Mizarska dela		93.747,00
V. Mavčnokartonska dela		23.023,00
VI. Montažni stropovi		19.435,50
VII. Keramičarska dela		17.805,00
VIII. Slikopleskarska dela		21.263,15
IX. Podi in tlaki		40.674,25
X. Senčila		27.930,00
XI. Odvodnjavanje strehe		6.310,00
XII. Gostinsko dvigalo		9.000,00
XIII. Stopniščni vzpenjalnik		3.300,00
Skupaj EUR		491.465,90
C./ RAZNA DELA		
A + B + C Skupaj EUR (brez DDV)		770.354,66
RRP 02/2017-NŠ-DDP	Vrtec Pekre_V3	718.707,84
A./	GRADBENA DELA	289.733,21
A./I.	Zemeljska dela	34.968,23
A./II.	Betonska dela	55.318,90
A./III.	Železokrivska dela	38.845,76
A./IV.	Opažarska dela	35.878,61
A./V.	Zidarska dela	116.365,72
A./VI.	Delovni in fasadni odri	8.356,00
B./	OBRRTNIŠKA DELA	428.974,63
I.	Krovsko - kleparska dela	58.856,09
II.	Kontaktna fasada DEMIT	39.158,37
III.	Ključavničarska dela	68.472,27
IV.	Mizarska dela	93.747,00
IX.	Podi in tlaki	40.674,25
V.	Mavčnokartonska dela	23.023,00
VI.	Montažni stropovi	19.435,50
VII.	Keramičarska dela	17.805,00
VIII.	Slikopleskarska dela	21.263,15
X.	Senčila	27.930,00
XI.	Odvodnjavanje strehe	6.310,00
XII.	Gostinsko dvigalo	9.000,00
XIII.	Stopniščni vzpenjalnik	3.300,00

Slika 4.2: Primerjava rekapitulacije stroškov med ponudbenim predračunom in lastno kalkulacijo stroškov pripravljeno kot 5D BIM model.

Iz slike 4.2 lahko vidimo, da je največje odstopanje pri fasaderskih delih in sicer za 64.219,63 € oz. za 62 % nižja kalkulirana vrednost glede na predračun. Razlika je nastala zaradi racionalizacije projekta, kjer je bila pri fasaderskih delih upoštevana sprememba rešitve fasade v projektni dokumentaciji (glej opis osnovne rešitve na strani 12) in je bila izvedba fasade v celoti izvedena kot toplotnoizolativna kontaktna fasada DEMIT debeline 16 cm (predhodno je bila med osmi »7« in »10« ter osmi »A« in »H« predvidena toplotnoizolativna prezračevana obešena fasada s fasadnimi ploščami TRESPA METEON).

Zato smo napredovanje gradnje stavbe vrta Pekre spremljali le po času, kjer smo izhajali iz izdelanega 4D BIM modela in pridobljeno fotodokumentacijo na osnovi intervalnega zajemanja fotografij s kamero LTL Acorn 6310 (glej opis na strani 26). Za spremljanje nismo mogli uporabljati terminskega plana, ki ga je izdelal izvajalec, saj le-ta ni podal ustrezne osnove za namen spremljanja gradnje. Prav tako je bila naknadno izvedena še večja sprememba projekta (način temeljenja), na osnovi dogovora med investitorjem in izvajalcem, ki je privedla do spremembe osnovnih izhodišč za potrebe obdelave v okviru razvojno-raziskovalnega projekta (glej opis aktivnosti projekta na strani 3). To večjo in nekaj manjših sprememb bi sicer bilo možno vključiti v osnovni 3D BIM model in v nadaljevanju upoštevati tudi pri izdelavi 4D in 5D BIM modela, vendar bi to predstavljalo povečan obseg dela, kot je bil prvotno zastavljen v okviru razvojno-raziskovalnega projekta. Kljub vsem opisanim omejitvam v nadaljevanju poglavja 4 podajamo prikaz postopka spremljanja gradnje stavbe vrtec Pekre s programsko opremo Vico Office R6.5, s poudarkom na prikazu postopka in ne toliko na ugotovljenih odstopanjih med planirano in realizirano izvedbo. Natančneje podajamo prikaz za aktivnost Notranje stene.

Za aktivnost Notranje stene je bilo na osnovi planirane izvedbe oz. 4D BIM modela (glej sliko 3.41) ter animacije izvedbe (glej sliki 3.39 in 3.40) ugotovljeno, da je njihova izvedba v pritličju (1. takt) predvidena v času od 07. 03. 2017 do 17. 03. 2017 in v prvem nadstropju (2. takt) od 12. 05. 2017 do 24. 05. 2017. Vendar je zaradi nastale spremembe projekta, kjer je namesto izvedbe temeljev dejansko bila izvedena ojačana talna plošča, to privedlo do zgodnejše dejanske izvedbe Notranjih sten in sicer v pritličju (1. takt) od 03. 02. 2017 do 16. 02. 2017 (koledarsko en mesec prej) in v prvem nadstropju (2. takt) od 04. 03. 2017 do 17. 03. 2017. Prav tako aktivnosti Zunanje stene in Notranje stene nista bili realno izvedeni na zaporeden način (kot planirano) temveč vzporedno tj. na način obe aktivnosti delno hkrati, s čemer je izvajalec pospešil izvedbo. Iz fotodokumentacije nastale tekom gradnje je razvidno dejansko izvajanje aktivnosti Notranje stene v pritličju: slika 4.3 (začetek), slika 4.4 (med izvajanjem) in slika 4.5 (zaključek); ter za aktivnosti Notranje stene v prvem nadstropju: slika 4.6 (začetek), slika 4.7 (med izvajanjem) in slika 4.8 (zaključek).



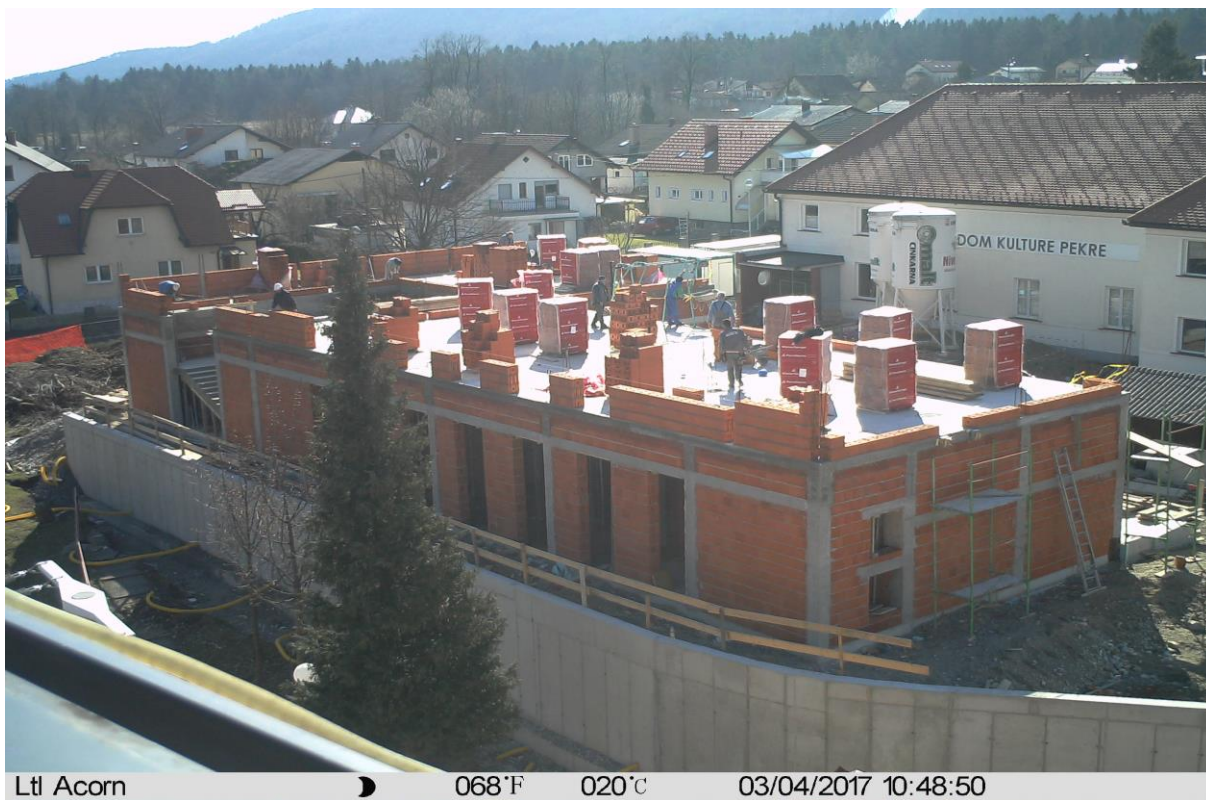
Slika 4.3: Aktivnosti Notranje stene v pritličju – začetek (datum razviden iz fotografije).



Slika 4.4: Aktivnosti Notranje stene v pritličju – med izvajanjem (datum razviden iz fotografije).



Slika 4.5: Aktivnosti Notranje stene v pritličju – zaključek (datum razviden iz fotografije).



Slika 4.6: Aktivnosti Notranje stene v prvem nadstropju – začetek (datum razviden iz fotografije).



Slika 4.7: Aktivnosti Notranje stene v prvem nadstropju – med izvajanjem (datum razviden iz fotografije).



Slika 4.8: Aktivnosti Notranje stene v prvem nadstropju – zaključek (datum razviden iz fotografije).

V fazi spremljanja gradnje lahko v programski opremi Schedule Planner podajamo tudi dejanske oz. aktualne datume pričetka in zaključka del, kot vhodne podatke za potrebe izdelave terminskega plana dejanskega poteka aktivnosti oz. aktualni 4D informacijski model gradbenega objekta. Za aktivnost Notranje stene v pritličju je to prikazano na sliki 4.9 in za aktivnost Notranje stene v prvem nadstropju na sliki 4.10.

Location Completions: ZI_Notranje stene:Ground Floor

Actual dates:				
<input checked="" type="checkbox"/>	Unit started:	3. 2. 2017	▼	Workday begin ▼
<input checked="" type="checkbox"/>	Unit finished:	16. 2. 2017	▼	Workday begin ▼
				Edit actuals
				Advanced >>>
		OK	Cancel	

Slika 4.9: Vnos aktualnih datumov izvedbe aktivnosti Notranje stene v pritličju.

Location Completions: ZI_Notranje stene:1. Story

Actual dates:

Unit started: 4. 3. 2017 Workday begin

Unit finished: 17. 3. 2017 Workday end

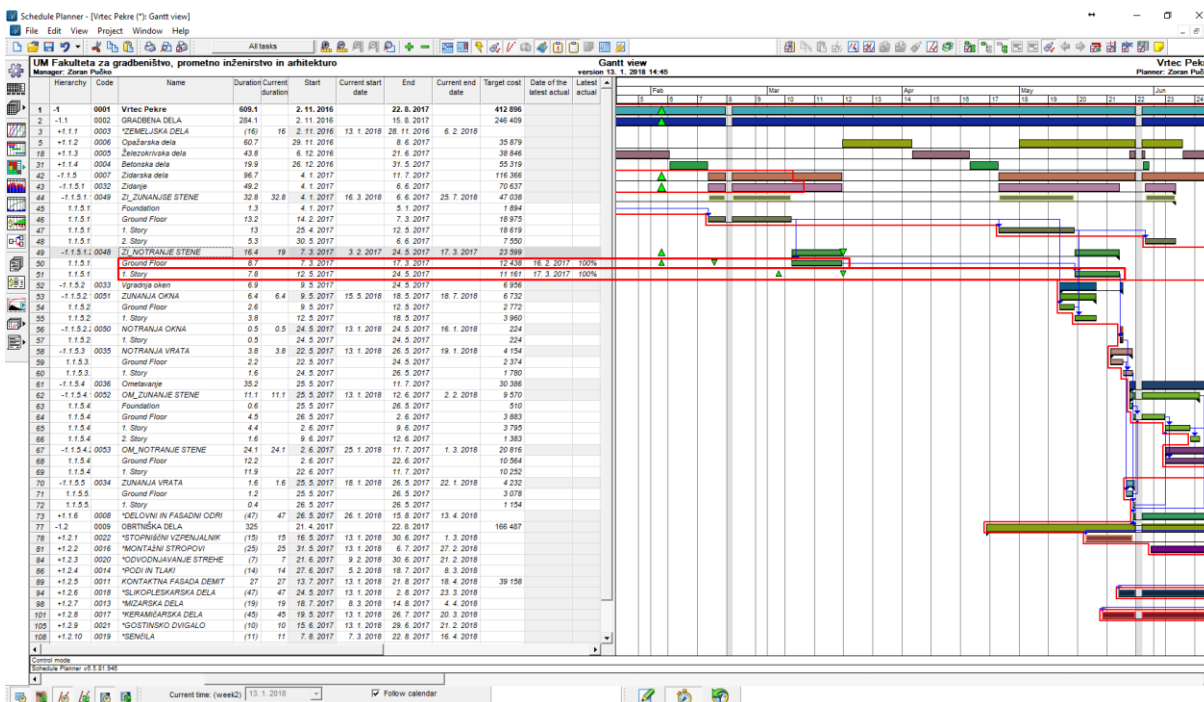
Edit actuals

Advanced >>>

OK Cancel

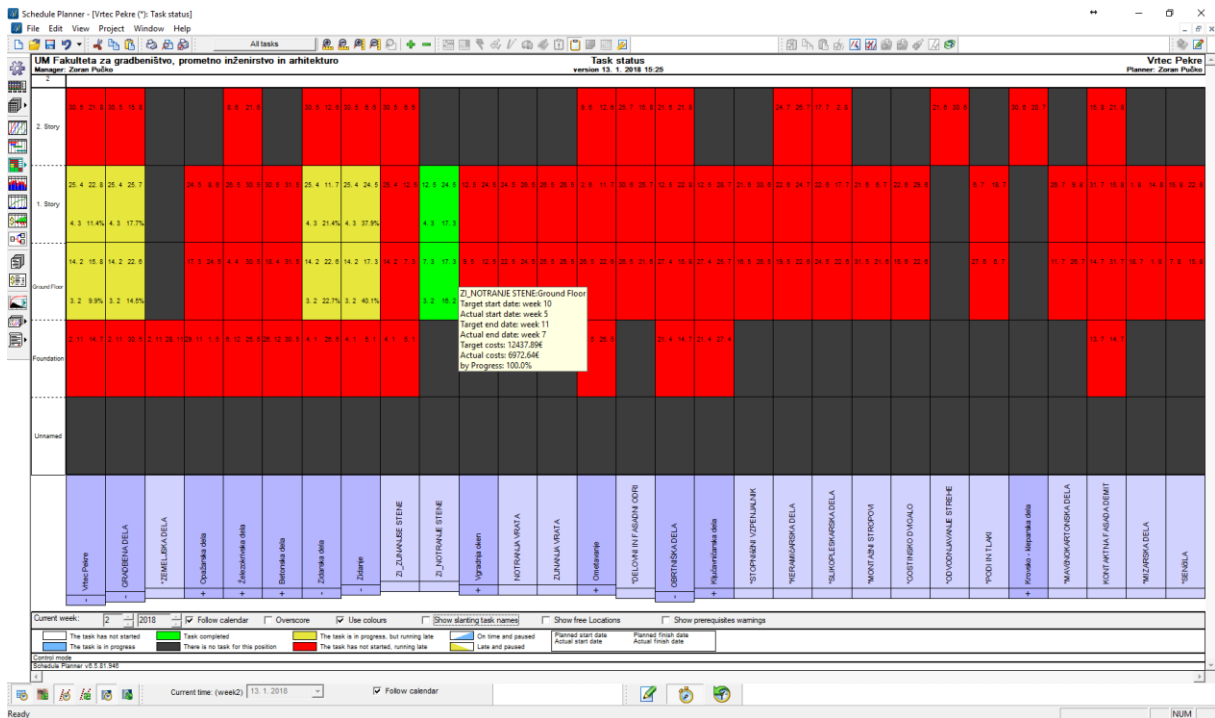
Slika 4.10: Vnos aktualnih datumov izvedbe aktivnosti Notranje stene v prvem nadstropju.

V terminskem planu je zgoraj opisan postopek za aktivnost Notranje stene v pritličju in prvem nadstropju razviden v sliki 4.11, kjer je v gantogramu s simbolom ▲ podan začetek in s simbolom ▼ zaključek dejansko (aktualno) izvedene aktivnosti.



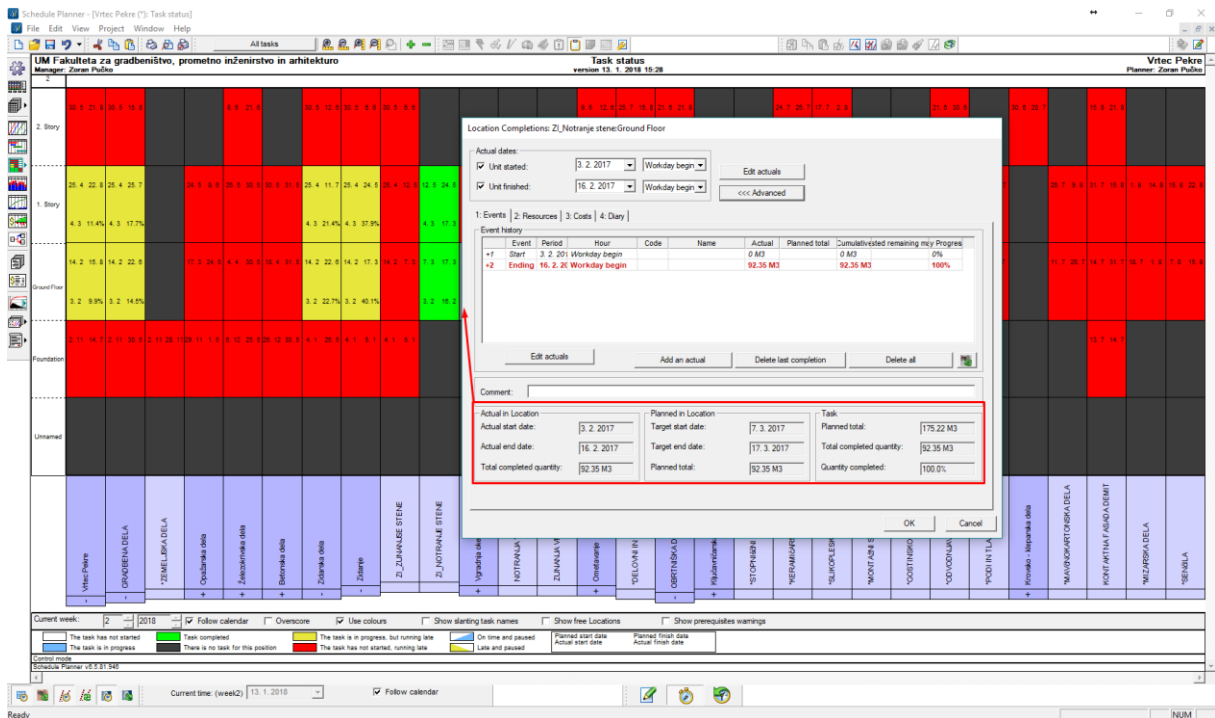
Slika 4.11: Ažuriran terminski plan s prikazom aktualnih datumov začetka in zaključka izvedbe aktivnosti Notranje stene v pritličju in prvem nadstropju.

Kot je na strani 31 opisano, je za nazorni prikaz spremljanja gradnje oz. primerjavo med planirano in realizirano izvedbo najprimernejši matrični prikaz. Za aktivnost Notranje stene je to prikazano na sliki 4.12.



Slika 4.12: Matrični prikaz izvedbe aktivnosti Notranje stene z navedbo planiranih in realiziranih datumov izvedbe.

Podrobnosti v zvezi s planirano in realizirano izvedbo so razvidne iz dodatnega okna kot je razvidno iz slike 4.13.



Slika 4.13: Podrobne informacije o planirani in realizirani izvedbi aktivnosti Notranje stene v prtiličju.

5. ZAKLJUČEK

Building Information Modeling (BIM) oz. »informatično modeliranje gradbenih objektov« je splošna podatkovna baza prostorskega modela objekta, ki jo je mogoče uporabiti za več namenov. Poenostavljeno takšna baza predstavlja celoten realen model objekta, ki ga želimo graditi in vsebuje informacije, ki opisujejo bodisi elemente, materiale, lastnosti, specifikacije in drugo. BIM-podpora v gradbeništvu predstavlja mnogo več kot klasičen način projektiranja. Omogoča številne optimalne rešitve za udeležence gradbenega projekta to je arhitekta, projektanta, izvajalce, inženirje, investitorje ter ostale. Informatični model gradbenega objekta izdelan z računalniško podporo daje podatke in informacije, ki se nanašajo na naslednje aktivnosti oz. elemente projekta:

- osnovne informacije o projektu in lokaciji,
- projektno dokumentacijo (pregled modelov, načrtov, ...),
- udeležence procesa graditve (arhitekt, inženir, investitor, izvajalec, ...),
- neposredno pripravo na gradnjo objekta (kalkulacija stroškov, rok izvedbe, ...),
- zasnovo konstrukcije (uporabljeni materiali in količine, informacije od proizvajalcev, ...),
- gradnjo objekta (spremljanje, obračuni izvedenih del, ...),
- tehnično dokumentacijo o dokončanem objektu, garancija, vzdrževanje objekta in
- obratovanje objekta in vplivih na okolje.

Nadalje, BIM podpora omogoča boljšo komunikacijo med udeleženci in strmi k cilju povezovanja ljudi vseh strok v en natančen model. Tak model vsebuje potrebne informacije o objektu, ki so zbrane na enem mestu, zapisane v digitalni obliki. Ta oblika zapisa pa omogoča lažje spremljanje vseh faz projekta in izdelavo analiz, ki se pripravljajo v življenjskem ciklu gradbenega projekta.

Obravnavanje gradbenih projektov z BIM podporo tako predstavlja na področju gradbeništvu velik tehnološki napredek, ki omogoča prihranek časa in zmanjšanje stroškov izvedbe gradbenih projektov z več različnih vidikov.

Tako je že v fazi zasnove objekta možen prihranek na času, saj koncipiramo 3D model gradbenega objekta, kar gradbeni objekt v realnosti tudi je. V tej fazi je zelo pomembno, da čim bolj nazorno prikažemo zasnovo objekta, po možnosti v variantnih rešitvah, na podlagi katerih investitor oz. naročnik lažje sprejme odločitev o nadaljevanju procesa graditve in po kateri varianti. Z uporabo modelirnika, kot prvim programskim orodjem za BIM podporo gradbenih objektov, je omogočena

tudi vizualizacija predvidenega objekta, ki se poda v obliki realne animacije. Iz vidika natančnosti BIM modela je v fazi zasnove le-ta običajno pripravljen na nivoju LOD 100 (Idejna zasnova – IDZ) in tudi v LOD 200 (Idejni projekt – IDP).

Nadalje se po sprejetju odločitev investitorja o nadaljevanju investicije pristopi k izdelovanju projektne dokumentacije to je projektiranju objekta. Z uporabo BIM podpore pa gradbenega objekta ne izdelujemo z 2D načrti, ki jih potem iz večih vidikov obravnavamo ločeno, temveč ustvarimo 3D model na osnovi geometrijskih teles posameznih konstrukcijskih elementov. Tako ustvarjen 3D model obravnavajo razni strokovnjaki skorajda sočasno, saj so informacije zbrane na enem mestu ter je vsem udeležencem omogočen sočasen vpogled v zadnje stanje 3D modela gradbenega objekta. Tako lahko vsak strokovnjak sproti dopolnjuje 3D model z najrazličnejšimi informacijami in skorajda ni možnosti, da bi se informacije izgubile. V tej fazi se izdelujejo tudi prve grobe ocene predvidenih stroškov in potrebnega časa za izvedbo gradbenega objekta. Skladno z razvojem projektne dokumentacije in vse natančnejšim definiranjem objekta se izvaja nadgradnja osnovnega 3D BIM modela kar predstavlja nivo LOD 300 (Projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja – PGD) in LOD 350 (Projekt za izvedbo – PZI) oz. izjemoma tudi LOD 400.

Nadalje podpora BIM spremeni način razmišljanja tudi v fazi neposredne priprave na gradnjo. Pri izvajalcu se podpora BIM izkaže kot prednost zlasti pri oblikovanju in določanju stroškov ter časa za gradnjo objekta. Sicer se izkaže, da se v primerjavi s klasičnim izračunavanjem cen in planiranjem del, ogromno časa pri uvedbi sodobnega BIM pristopa porabi za učenje podpore BIM, razumevanje programske opreme in izdelavo referenčne baze normativov in cen na enoto sredstev. Vendar se za izvajalce, ki kontinuirano nastopajo na trgu s ponujanjem gradbenih storitev, podpora BIM splača. Za potrebe izdelave kalkulacije stroškov predračunskih postavk in izdelavo operativnih planov gradbenih del se izkažejo naslednje prednosti BIM podpore:

- z izdelanim 3D BIM-modelom (običajno ga sicer izdelata projektant) so natančno določene geometrijske in negeometrijske lastnosti objekta, s čimer je možna natančna izdelava oz. preverjanje natančnosti popisa del. Bolj kot je 3D BIM model pravilno zasnovan in natančen, bolj natančna je tudi nadaljnja izdelava kalkulacije stroškov in operativnih planov,
- na osnovi podanega 3D BIM modela in z vnaprej dosledno napisanimi referenčnimi bazami in danimi normativi ter cenami na enoto sredstev, lahko izvajalec naredi natančno kalkulacijo stroškov in oblikuje ponudbeno ceno objekta – izdelata 5D BIM model ter pripravi operativne plane – 4D BIM model. Z ustrežno programsko opremo je omogočena hitra izdelava kalkulacije stroškov in operativnih planov,

- ob dosledno napisani referenčni bazi lahko izvajalec v zelo kratkem času, če je potrebno, izdela tudi tri ali več različnih ponudb z različno ponudbeno ceno ter pripadajočimi osnutki operativnih planov. Te lahko predstavi z upoštevanjem različnih tehnologij ter z vsemi potrebnimi spremljajočimi in terminskimi plani, grafi in številčnimi tabelami,
- v fazi sklepanja gradbene pogodbe se lahko investitorju predlagane rešitve gradnje objekta predstavijo s številčnimi in grafičnimi operativnimi plani in tudi s 4D BIM-simulacijo.
- v fazi gradnje bo izvajalec na osnovi natančnih 4D in 5D BIM modelov gradnjo izvedel po predvidenem planu in brez večjih odstopanj stroškov.

V fazi gradnje objekta, izvajamo spremljanje poteka gradnje glede na zastavljen terminski in spremljajoče plane ter pogodbeno določen predračun po posameznih predračunskih postavkah kot je bilo oblikovano v predhodni fazi procesa graditve. Ugotavljajo se odstopanja, ki se tudi zabeležijo. Pri tem beležimo dejanske količine vgrajenih materialov, dejansko trajanje izvedbe posameznih aktivnosti in dejanske stroške izvedbe aktivnosti. Tudi eventualne spremembe arhitekturne oz. funkcionalne zasnove gradbenega objekta se dokumentirajo in vse skupaj tvori tako imenovani projekt izvedenih del (PID). Pri BIM obravnavi gradbenih projektov imenujemo to dokumentacijo z nazivom »izvedeni model gradbenega objekta«, ki ima nivo LOD 500. Med samim spremljanjem izvedbe gradbenega projekta pa je najpomembnejše, da na osnovi primerjave med planirano in dejansko izvedbo ugotavljamo odstopanja, kar s časovnega vidika predstavlja zamude oz. prehitavanja pri izvedbi, s stroškovnega vidika pa prihranke oz. podražitve pri izvedbi. Prav te informacije pa so najpomembnejše za pravilno odločanje glede nadaljnje izvedbe gradbenega projekta.

Za uspešno vodenje in spremljanje gradbenih projektov je dandanes nujno potrebna podpora z informacijskimi tehnologijami. Izbor ustrezne informacijske tehnologije ni lahka naloga, saj pri množici na tržišču razpoložljive programske opreme le težko določimo, katera je prava za uporabnika (projektant, izvajalec, nadzor). Če imamo v obziru še, da smo v procesu izvedbe gradbenih projektov nemalokrat odvisni še od drugih udeležencev, ki pri svojem delu uporabljajo določena druga programska orodja ter da v posameznih podjetjih, od koder prihajajo udeleženci projekta ne želijo, spremeniti celotnega koncepta obravnave gradbenih projektov (zamenjava celotne programske opreme, usposabljanje kadrov, dodatni stroški ipd.), je odločitev še toliko težja. Ocenjujemo, da so prav ti razlogi glavna ovira pri uvedbi novih konceptov obravnave gradbenih projektov v slovenski gradbeni praksi.

V tem smislu pričakujemo, da se bo podpora BIM v Sloveniji zakonsko uvedla postopoma, in sicer bo verjetno za javne objekte in projektante postala najprej obvezna le izdelava 3D BIM modelov. Na ta način bo projektant že v fazi projektiranja lahko ustvaril kvaliteten popis del. Posledično bo pomenilo, da bo izvajalec z uporabo programske opreme z vgrajeno BIM podporo imel v fazi neposredne priprave na gradnjo enostavnejše delo. Kajti, le z natančnim 3D BIM modelom in lastno ustvarjeno referenčno bazo bo izvajalec lahko natančno in hitro določil stroške in čas trajanja gradnje objekta.

V tujini so v nekaterih državah prednosti BIM podore že uvideli, sprejeli izzive in spremenili koncept obravnave gradbenih projektov. Kot na primer v Angliji že velja zakonodaja, ki za vse javne objekte in udeležence zahteva obravnavo s podporo BIM, za zasebne objekte pa odločitev prepušča zasebnim investitorjem. Tudi pri nas bodo zakonodaja oz. zasebni investitorji verjetno kmalu zahtevali obravnavo objekta s podporo BIM, kar je za izvajalca dobro predvsem v pridobivanju znanja in ustvarjanju lastnega kadra. S takšnim postopnim uvajanjem podpore BIM še posebej pri manjših in majn zahtevnih objektih bo izvajalec hitro spoznal, da je zmožen kvalitetne neposredne priprave na gradnjo tudi pri večjih in bolj zahtevnih objektih. Leta 2016 je Evropska komisija Slovenijo povabila k priključitvi v skupino EU BIM Taskgroup, s čemer si bomo zagotovili enoten evropski pristop za implementacijo podpore BIM.

V bližnji prihodnosti pričakujemo, da bo podpora BIM in izdelava 3D, 4D in 5D BIM modelov postala zakonsko obvezen pristop najprej za vse udeležence in objekte javnega značaja, nadalje pa tudi pri gradnji gospodarskih objektov. Seveda pa bo morala Slovenija zlasti v javnem sektorju v smeri implementacije BIM pristopa v procesu graditve objektov pokazati še več interesa.

Hkrati pa je nujno, da se podjetja, ki delujejo na področju gradbeništva zavedajo, da bo potrebno iti v korak s časom, če želijo biti konkurenčni in na trgu dela. Za to so sicer potrebni naporji in investicije, a je rezultat in učinkovitost poslovanja na ta način bistveno boljša od sedanjega tradicionalnega načina.

Prav v tem vidimo naše poslanstvo, kot Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, da bodoče kadre izobražujemo za delo z uporabo sodobne programske opreme, ter da gradbenim podjetjem predočimo trende razvoja obravnave gradbenih projektov. V ta namen študente izobražujemo za izvedbo analiz in uporabo BIM pristopa na realnih gradbenih projektih. Kot bodoče kadre na trgu delovne sile jih tako vzpodbujamo k uporabi sodobne informacijske tehnologije in uvedbo le-te v poslovanje, bodisi pri projektantih, izvajalskih gradbenih podjetjih ali pri nadzoru.

Najpomembnejši atributi pri tem so konkurenčnost, učinkovitost, natančnost in celovitost obravnave gradbenih projektov.

Del tega poslanstva smo uresničili s predstavitvijo dne 08. 06. 2017 v prostorih fakultete, kjer so bili odzivi naročnika pozitivni, saj je bilo postavljenih kar nekaj vprašanj na katera smo uspešno odgovorili. Razvila se je tudi obsežna diskusija.

Če na koncu povzamemo, na osnovi vseh opravljenih raziskav ob uporabi različne programske opreme, ki podpira BIM pristop, ter izvedenem realnem primeru gradbenega projekta, smo v tem trenutku mnenja, da je najboljša in najbolj celovita obravnava gradbenih projektov možna z uporabo programske opreme Vico Office R6.5. Programska oprema nudi ustrezne rešitve sodobne informacijske tehnologije za podporo vodenja gradbenih projektov z naslednjimi glavnimi prednostnimi:

- relativna neodvisnost glede uporabljenega modelirnika v fazi zasnove,
- široka možnost nadgrajevanja informacij 3D modela gradbenega objekta s strokovno obravnavo,
- celovitost obravnave gradbenega projekta z zbranimi informacijami na enem mestu s statusom zadnjega stanja,
- pretočnost informacij z dinamično podporo.
- nadgradnja 3D modela v 4D in 5D informacijski model gradbenega objekta,
- uporabnost informacij za vse udeležence gradbenega projekta ter
- možnost implementacije informacij v poslovni sistem podjetja.

Iz zgoraj zapisanega lahko zaključimo, da vsem neposrednim udeležencem gradbenega projekta svetujemo uporabo BIM podpore, ki kot sodobna informacijska tehnologija nudi podporo za uspešno vodenje gradbenih projektov, ter kot del informacijske tehnologije priporočamo programsko opremo Vico Office R6.5.