

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**PROJEKTIRANJE ODVODNJE ODPADNIH VODA NA
OBMOČJU PRLEKIJE V BIM OKOLJU IN IZDELAVA
3D BIM-MODELA**

Kandidat: Aljaž Zidar

Vrsta študija: izredni

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: dr. Samo Peter Medved, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Klara Mihalič, mag. inž. grad., Lineal d. o. o.

Lektor: Katja Vajda, profesorica slovenščine

Maribor, 2019

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Aljaž Zidar sem avtor diplomskega dela z naslovom Projektiranje odvodnje odpadnih voda na območju Prlekije v BIM okolju in izdelava 3D BIM modela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Sama Petra Medveda, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot lastnih – kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, maj 2019

Podpis študenta:



ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, dr. Samu Petru Medvedu, in Klari Mihalič za pomoč in vodenje pri pripravi diplomskega dela. Zahvaljujem se svojim staršem, ki so me spodbujali in podpirali, da zaključim študij.

POVZETEK

Za projekt kanalizacijskega sistema komunalnih odpadnih voda na območju Prlekije, natančneje na območju naselja Podgorci, je bil izdelan 3D BIM model z uporabo programskega orodja Autodesk, Urbano Canalis. Predmet projekta je gravitacijsko-tlačna komunalna kanalizacija s črpališči, ki je locirana vzdolž lokalnih in občinskih cest oziroma v območju predvidenih pločnikov, ki pa so del drugega projekta. Vzporedno z izgradnjo kanalizacije je predvidena obnova obstoječega vodovoda (ni predmet tega projekta).

Cilj izdelave 3D BIM modela je bilo dokazati smotrnost uporabe BIM pristopa na infrastrukturnem projektu. Na področju infrastrukture je vsak projekt unikaten, saj so linijski objekti, v primerjavi z visoko gradnjo, v večji interakciji s terenom in ostalimi obstoječimi grajenimi strukturami. Zaradi tega je toliko bolj pomemben transparenten in sledljiv pristop pri vodenju projekta, ki ga omogoča prav informacijsko modeliranje gradenj. Razloge in namen uvedbe BIM pristopa v gradbenem projektu smo predstavili v teoretičnem delu diplomskega dela, kjer smo naredili primerjavo med tradicionalnim pristopom in BIM pristopom. Za uspešno uvedbo BIM pristopa v projekt je potrebno poznati ključne korake in dokumente, ki definirajo izvedbo projekta v BIM okolju. Velik del pozornosti smo namenili področju sodelovanja udeležencev procesa in obvladovanju velike količine informacij na transparenten in sledljiv način. V nadaljevanju smo prešli na opis programskih orodij, ki omogočajo izdelavo in analize BIM modelov, ter detajlno opisali uporabnost programskega orodja Urbano, Canalis od izdelave vhodnih podatkov, izdelave sistema, pregleda lastnosti, ki jih vsebuje vsak 3D element ter možnosti izvoza podatkov v izhodne formate. Cilj izdelave 3D BIM modela je bilo usklajevanje projektantskih rešitev različnih udeležencev projekta. Osredotočili smo se na uporabo skupnega podatkovnega okolja – projektnega portala v oblaku, do katerega so udeleženci imeli dostop v katerem koli času in kraju. Za zelo pomembno se je izkazalo definiranje ključa za poimenovanje vsake datoteke, ki se bo na portalu pojavila, saj je le tako zagotovljen popoln nadzor nad informacijami in dejavnostmi udeležencev. V programu Navisworks Manage se je preverila kakovost izdelanih 3D BIM modelov, ki je zajemala pregled informacij (atributov) posameznih gradnikov, ki so bile v naprej določene v BIM Izvedbenem planu (BEP) v atributnih tabelah. Izvedla se je analiza morebitnih nedovoljenih križanj modelov odvodnje, modelov ceste ter vodovoda, s čimer se je zagotovila usklajenost rešitev.

Ključne besede: BIM, 3D model, komunalni vodi, CDE, proces sodelovanja.

ABSTRACT

DESIGN OF DRAINAGE OF WASTE WATER IN THE AREA OF PRLEKIJA IN THE BIM ENVIRONMENT AND CREATION OF 3D BIM MODEL

In thesis we dealt with BIM implementation in the project of sewage system in the area of Prlekija, more precisely in the area of Podgorci. Using Autodesk software - Urbano Canalis, a 3D BIM model was created. The subject of the project is gravity-pressure municipal sewerage with pumping stations located along the local and municipal roads and in the area of the planned sidewalks, which are part of the second project. At the same time with the construction of the sewage system, the existing water supply system will be reconstructed (not the subject of this project).

The aim of a 3D BIM model was to demonstrate the importance of using BIM approach in infrastructure project. In the field of infrastructure, each project is unique because of interaction with the terrain and other existing structures. In such complex projects, the transparency and traceability are even more important, which is provided by BIM.

In theoretical part of the thesis, the reasons and purpose to use BIM in the project are introduced. This chapter also includes the comparison between the traditional and BIM approach in construction industry.

In order to successfully implement BIM in the project, it is necessary to know the main steps and documents. Big attention was paid to the controllability of large amount of information in a transparent and traceable way. Furthermore, we describe software tools that enable the production and analysis of BIM model. In the application part of our thesis we describe the usage of Urbano software, from the production of input data, the production of the system, the overview of the properties that are contained in each 3D element, the possibility of exporting data to the output formats. The aim of the 3D BIM model in thesis was to coordinate the design solutions of the various project participants. We described collaboration of participants using common data environment. Focus was on importance of file naming convention which ensures full control over the information and activities of the participants. In the Navisworks Manage software, we performed the quality control of the 3D BIM-models, which included clash detection and the examination of the attributes of assemblies, which were predefined in the BIM Implementation Plan (BEP) in the LOD tables.

Keywords: BIM, 3D-model, municipal water system, CDE, collaboration

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	12
2	SPLOŠNO O BIM-U	13
2.1	KAJ JE INFORMACIJSKO MODELIRANJE GRADENJ?	13
2.2	RAZLOGI IN NAMEN UVEDBE BIM PRISTOPA V GRADBENI PROJEKT	13
2.2.1	<i>Novi kadri</i>	<i>15</i>
2.2.2	<i>Stopnja zrelosti BIM pristopa</i>	<i>16</i>
2.3	PRIMERJAVA TRADICIONALNEGA PRISTOPA IN BIM PRISTOPA NA GRADBENEM PROJEKTU	18
3	IMPLEMENTACIJA BIM PRISTOPA V GRADBENI PROJEKT	20
3.1	PROCESI	21
3.1.1	<i>Stopnja razvitosti modela</i>	<i>22</i>
3.1.2	<i>Skupno podatkovno okolje (CDE)</i>	<i>24</i>
3.2	TEHNOLOGIJA	25
3.2.1	<i>Programska oprema</i>	<i>26</i>
4	PROJEKTIRANJE ODVODNJE ODPADNIH VODA V BIM OKOLJU NA OBMOČJU PRLEKIJE	29
4.1	DELO V PROJEKTNIH SKUPINAH	29
4.2	PREDSTAVITEV INFRASTRUKTURNEGA OBJEKTA	29
4.2.1	<i>Lokacija</i>	<i>30</i>
4.2.2	<i>Tehnični podatki za modeliranje območja 2: Podgorci I</i>	<i>32</i>
4.3	IZDELAVA 3D BIM MODELA S PROGRAMSKIM ORODJEM URBANO	35
4.3.1	<i>Predstavitev delovnega okolja programa Urbano</i>	<i>36</i>
4.3.2	<i>Priprava katalogov</i>	<i>37</i>
4.3.3	<i>Izdelava sistema</i>	<i>41</i>
4.3.4	<i>Izvoz podatkov v izhodne formate</i>	<i>43</i>
4.4	UPORABA BIM MODELA ZA USKLAJEVANJE PROJEKTANTSKIH REŠITEV RAZLIČNIH UDELEŽENCEV PROJEKTA	46
4.4.1	<i>Uporaba skupnega podatkovnega okolja na praktičnem primeru</i>	<i>46</i>
4.4.2	<i>Preveritev usklajenosti projektnih rešitev</i>	<i>49</i>
5	SKLEP	53
6	VIRI, LITERATURA	56
7	PRILOGE	58

KAZALO SLIK

SLIKA 1: INFORMACIJSKI MANAGEMENT BIM PRISTOPA	15
SLIKA 2: STOPNJE ZRELOSTI BIMPRISTOPA PO ISO 19650.....	17
SLIKA 3: MACLEAMY CURVE – UČINKOVITOST UPORABE BIM-A GLEDE V PRIMERJAVI S TRADICIONALNIM PRISTOPOM PROJEKTIRANJA.....	19
SLIKA 4: POVZETI KLJUČNI KORAKI PRI UVEDBI BIM PRISTOPA V PROJEKT	20
SLIKA 5: INTEGRIRAN PROCES OBVLADOVANJA INFORMACIJ	22
SLIKA 6: DEFINICIJA STOPNJE RAZVITOSTI BIM MODELA	23
SLIKA 7: RAZLAGA STOPNJE RAZVITOSTI LOD 300 ZA CEV IN JAŠEK.....	24
SLIKA 8: POVZET KONCEPT DELOVANJA SKUPNEGA PODATKOVNEGA OKOLJA.....	25
SLIKA 9: OBRAVNAVANA OBMOČJA	31
SLIKA 10: PRIKAZ GRADBENE SITUACIJE KANALIZACIJSKEGA SISTEMA ODVODNJE. ZARADI SLABE PREGLEDNOSTI JO DODAJAMO TUDI V PRILOGI 1.....	33
SLIKA 11: 3D IN 2D MODEL KANALIZACIJSKEGA SISTEMA ODVODNJE V PODGORCIH	36
SLIKA 12: WORKSPACE PANEL PROGRAMA URBANO	37
SLIKA 13: DEL ATRIBUTNE TABELE Z ZAHTEVANIMI ATRIBUTI ZA ELEMENTE KOMUNALNIH VODOV	38
SLIKA 14: PRIKAZNO OKNO ZA UREJANJE KATALOGA JAŠKOV	39
SLIKA 15: PRIKAZNO OKNO ZA UREJANJE KATALOGA CEVI	40
SLIKA 16: PRIMER KATALOGA JARKOV – ENOJNI PESEK – KOT 90°	41
SLIKA 17: PODAJANJE VIŠIN TERENA IN PRIKAZ 3D MODELA TERENA.....	42
SLIKA 18: UREJANJE PODATKOV SISTEMA.....	42
SLIKA 19: VZDOLŽNI PROFIL FK_2-1.1 IN FK_2-1.2.....	43
SLIKA 20: PRIMER IZVOZA V SHP FORMAT.....	44
SLIKA 21: PRETVORBA URBANO ELEMENTOV V CIVIL 3D ELEMENTE.....	45
SLIKA 22: PRIKAZ IZVOZA SISTEMA V IFC FORMAT	45
SLIKA 23: PRIKAZ IZBIRE ELEMENTOV ZA IZVOZ V NWC FORMAT.....	46
SLIKA 24: IZSEK IZ DATOTEKE »KLJUČ POIMENOVANJA PROJEKTNIH DATOTEK«.....	47
SLIKA 25: PRIKAZ STRUKTURE MAP PROJEKTA KANALIZACIJA PODGORCI–VELIKA NEDELJA NA CDE PODJETJA LINEAL D. O. O	47
SLIKA 26: PRIKAZ DOKUMENTOV ZA IZVEDBO BIM PRISTOPA NA PROJEKTU	48
SLIKA 27: PRIKAZ NALOŽENIH MODELOV V FORMATIH NWC IN IFC NA CDE PODJETJA LINEAL D. O. O	48
SLIKA 28: PREREZ ZBIRNEGA MODELA CESTE S PLOČNIKOM Z ELEMENTI ODVODNJAVANJA IN ODVODNJE ODPADNIH VODA.....	50
SLIKA 29: MODEL ODVODNJE ODPADNIH VODA, KI ZAJEMA CEVI, JAŠKE IN SLOJE ZEMELJSKIH DEL IZKOPOV IN ZASIPOV	50
SLIKA 30: PRIKAZ JAŠKA Z ATRIBUTI.	51
SLIKA 31: PRIKAZ CEVI Z ATRIBUTI.....	52

KAZALO TABEL

TABELA 1: DIMENZIJE GRAVITACIJSKIH CEVI..... 34

TABELA 2: DIMENZIJE TLAČNIH VODOV 34

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Gradbeništvo je kot panoga v primerjavi z drugimi panogami po stopnji učinkovitosti v povprečju nižja za približno 30 %. Zaradi prepoznane neučinkovitosti gradbenega sektorja je bila z letom 2014 sprejeta direktiva o javnem naročanju, ki ima ključno vlogo pri strategiji Evropa 2020, strategija za pametno, trajnostno in vključujočo rast, ob hkratnem zagotavljanju najučinkovitejše rabe javnih sredstev (Direktiva 2014/24/EU Evropskega parlamenta in sveta o javnem naročanju in razveljavitvi Direktive 2004/18/ES, 2014).

Na podlagi te direktive je EU z gospodarsko rastjo v letu 2016 sklenila, da bo vzpodbudila panogo z načrtno digitalizacijo. Za uveljavitev uporabe digitalizacije v gradbeništvu in ohranjanje konkurenčnosti na trgu je tako neizogibna uporaba BIM tehnologij. Celoten proces graditve predstavlja veliko količino informacij in udeležencev, ki morajo biti dobro organizirani in usklajeni. Pri tradicionalnem načrtovanju gradenj v praksi velikokrat prihaja do napak zaradi razpršenosti informacij, kar vodi do pomanjkljivo pripravljene projektne dokumentacije in slabega operativnega planiranja gradnje.

V Evropi je Anglija kot prva država prepoznala prednosti uvedbe BIM-a, ki je zahtevala, da od leta 2016 vsi centralno izvedeni javni gradbeni projekti uporabljajo skupni 3D BIM model, s ciljem doseči 20 % prihranke javnega denarja.

Da se postopno uvajanje BIM pristopa na nivoju naše države resno načrtuje, kaže podatek, da naj bi se v letu 2019 sprejel dokument Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v Republiki Sloveniji. Ključni cilj akcijskega načrta je v vseh segmentih izvedbe grajenega okolja zagotoviti transparentnost in sledljivost, učinkovitost, konkurenčnost ter tehnološko razvitost, ki pa jo omogoča uvedba BIM pristopa.

V Sloveniji so, tako kot v večini naprednejših držav, prednosti uporabe BIM pristopa najprej prepoznala posamezna podjetja, predvsem na področju projektiranja, delno tudi industrije proizvodov. Govorimo v push strategiji uvajanja BIM-a v državi (Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v RS, 2018).

Dogodki in pridobljene izkušnje na pilotnih projektih pričajo o tem, da je faza promocijskih aktivnosti o prednostih uporabe BIM-a v Sloveniji že mimo, z izvedbo pilotnih projektov se izboljšuje postopke uvedbe BIM-a na projektih.

Zakonsko sprejetih standardov za uporabo BIM pristopa v investicijskih procesih v Sloveniji še ni sprejetih, so pa v pripravi. Zaslediti je nekaj novih priročnikov oziroma smernic, ki obravnavajo vključitev BIM pristopa v projektnih nalogah. Eden izmed takih je BIM priročnik, z naslovom Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM pristopa za gradnje, (Marc, in drugi, 2018), Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo (Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov, 2018). Poglavje 2.4, 14. člen, 5. odstavek govori o možnosti izdelave projektne dokumentacije za izvedbo gradnje v skupnem podatkovnem modelu v skladu z razvojem tehnike, ki vsebuje vse enakovredne podatke, zahtevane s pravilnikom. Členi, vezani na podatkovne modele, se začnejo uporabljati s 1. januarjem 2021.

V primerjavi z drugimi državami (Anglija že od leta 2016, Nemčija od leta 2021) v Sloveniji še ni znano, kdaj bo uporaba BIM pristopa zakonsko obvezna. Veliko projektantskih podjetij, tako v visoki kot v nizki gradnji, že uporablja BIM pristop v vsakodnevnih procesih.

V diplomskem delu bo prikazano, na kakšen način se lahko uporablja BIM pristop na področju načrtovanja komunalnih vodov v nizki gradnji. Predmet raziskovanja bo preučitev predhodnih aktivnosti za uvedbo BIM pristopa na projektu, ki so potrebne za izdelavo BIM modela ter vzpostavitev BIM 3D modela odvodnje odpadnih voda na območju Prlekije.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

V diplomskem delu bo prikazana izdelava informacijskega modela na primeru načrtovanja odvodnjavanja odpadnih voda v Prlekiji z uporabo programskega orodja Urbano, njegova uporabnost pri usklajevanju projektantskih rešitev ter sodelovanje različnih udeležencev.

Prikazana bo nujnost uporabe BIM tehnologije v procesu načrtovanja, s ciljem povečati kakovost in transparentnost projekta. Proučene bodo prednosti uporabe BIM pristopa glede na tradicionalni (2D) pristop načrtovanja.

Glavni cilj diplomskega dela je prikazati sedanjo zmogljivost programske opreme na področju načrtovanja komunalnih vodov za predajo projektne rešitve v modelni obliki.

Uvedba BIM-a ne prinaša spremembe le v pristopu projektiranja ter načinu sodelovanja med različnimi udeleženci projekta, temveč gre za uvajanje novega poslovnega modela sistema BIM v vseh fazah grajenega okolja. Za uvedbo BIM pristopa v gradbenih projektih je potrebna strategija implementacije BIM-a. Raziskani bodo potrebni koraki za uvedbo BIM pristopa v gradbenem projektu. Uvedba BIM-a v investicijskem procesu zagotavlja večjo transparentnost

in sledljivost toka informacij med deležniki procesa, znižuje stroške gradnje, časovne izgube ter dviguje kakovost inženirskih rešitev.

Predpostavljene hipoteze, ki bodo raziskane:

- H1: Gradbeništvo je kot panoga v primerjavi z drugimi panogami po stopnji učinkovitosti nižja za približno 30 %. Na osnovi sprejete direktive o javnem naročanju, iz leta 2014, je z gospodarsko rastjo v letu 2016 EU sklenila, da bo vzpodbudila panogo z načrtno digitalizacijo. Za uveljavitev uporabe digitalizacije v gradbeništvu je tako neizogibna uporaba BIM tehnologij.
- H2: Za uvedbo BIM-a v gradbenih projektih je potrebna strategija implementacije BIM-a.
- H3: Uvedba BIM-a ne prinaša spremembe le v pristopu projektiranja ter načinu sodelovanja med različnimi udeleženci projekta, temveč gre za uvajanje novega poslovnega modela sistema BIM v vseh fazah grajenega okolja.
- H4: Uvedba BIM-a v investicijskem procesu zagotavlja večjo transparentnost in sledljivost toka informacij med deležniki procesa, znižuje stroške gradnje, časovne izgube ter dviguje kakovost inženirskih rešitev.

1.3 Predpostavke in omejitve

Diplomsko delo bo razdeljeno na dva dela, na teoretični in praktični del. V teoretičnem delu bodo prikazani koraki, ki so potrebni za implementacijo BIM pristopa v investicijski proces. V drugem delu se bo prikazal postopek izdelave BIM modela, ki zajema izdelavo grafičnega ter informacijskega dela. V sklopu grafičnega dela se bo prikazal postopek načrtovanja odvodnje odpadnih voda v 3D okolju z izdelavo BIM 3D modela v programu Urbano (Urbano 9 Canalis, 2019), ki bo vseboval potrebne geometrijske in splošne informacije. Izvozili ga bomo v odprt izmenjevalni format ifc ter nwc, ki je format programa Navisworks (Navisworks, 2019) in omogoča pregled kakovosti modelov ter nadaljnje analize (4D, 5D BIM).

V sklopu informacijskega dela se bo prav tako v programu Urbano izdelal katalog gradnikov kanalizacijskega sistema s potrebnimi informacijami oziroma atributi, ki jih mora vsebovati model glede na zahteve v projektni dokumentaciji. V programu Navisworks se bo pregledala kvaliteta izhodnih formatov ter se vizualiziralo projektantske rešitve. Prikazala se bo tudi uporaba skupnega podatkovnega okolja, ki ga predstavlja projektni portal in je namenjen zbiranju, upravljanju in izmenjevanju informacij vseh udeležencev projekta.

Podatke o projektu, katerega naročnik je Občina Ormož, smo pridobili v dokumentaciji projekta 1302_IDZ,PGD in PZI kanalizacija Podgorci v podjetju Lineal d. o. o. Vhodni podatek izdelave BIM-3D modela je bil 3D teren, izdelan na podlagi pridobljenega geodetskega posnetka (klasični posnetek).

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Diplomsko delo bo sestavljeno iz teoretičnega in aplikativnega dela. Pri teoretičnem delu bo uporabljena deskriptivna metoda, kjer bomo preučili strokovno domačo in tujo literaturo. Povzete bodo smernice in pristopi implementacije BIM metodologije z osredotočenostjo na nizke gradnje, nato pa bo opisana dosedanja praksa uporabe BIM pristopa v podjetju Lineal, za katerega lahko trdimo, da je med najbolj BIM usposobljenimi na področju infrastrukture v Sloveniji.

V aplikativnem delu bomo s pomočjo programskega orodja Urbano 9.0 Canalis izdelali informacijski 3D model sistema odvodnje odpadnih voda, ga opremili s potrebnimi atributi, podatke izvozili v izhodne formate in opisali nadaljnjo uporabo BIM modela.

2 SPLOŠNO O BIM-U

2.1 Kaj je informacijsko modeliranje gradenj?

Informacijsko modeliranje gradenj (angleško Building Information Modelling ali na kratko BIM) predstavlja sodoben proces načrtovanja, gradnje, vzdrževanja do razgradnje objektov na koncu njihove življenjske dobe. BIM je integriran proces vseh udeležencev projekta na skupnem digitalnem modelu in predstavlja popoln nadzor nad informacijami skozi ves življenjski cikel objekta. Gradnja informacijskega modela objekta se lahko prične v fazi zasnove ob sami zamisli gradnje nekega objekta z zbiranjem vseh potrebnih informacij. Lahko se začne ali nadaljuje v fazi projektiranja z izdelavo BIM 3D modela s pomočjo parametričnih BIM gradnikov, ki nosijo zahtevane informacije ter kasneje s pripravo operativnih izvedbenih načrtov, kjer se BIM 3D modelu dodajo še dimenzija časa izvedbe (4D) in stroškov (5D). BIM model izvedenega projekta se nato lahko uporabi za potrebe vzdrževanja (6D), ki se uporablja vse do konca življenjske dobe oziroma razgradnje objekta.

BIM proces temelji na koordiniranih in zanesljivih informacijah. Je z informacijami dopolnjeno in usklajeno sodelovanje na projektu v celotnem življenjskem ciklu gradnje, podprto s 3D modelom, ki vsebuje strukturirane in nestrukturirane informacije.

2.2 Razlogi in namen uvedbe BIM pristopa v gradbeni projekt

V letu 2014 je bila stopnja digitalizacije gradbenega sektorja druga najnižja glede na ostale industrijske panoge. Razlog tiči v tem, da gradbeništvo ni uspelo izkoristiti vseh prednosti virtualnega modeliranja pred samo gradnjo, kot jo je na primer letalska, avtomobilska industrija. Po vzgledu teh panog je Evropa z ustanovitvijo EU BIM Task Group sklenila preko BIM procesov zasnovati usklajen pristop za razvoj vrhunskega digitalnega gradbenega sektorja.

»Osnovni namen uvedbe BIM pristopa na projektu je povečati učinkovitost vodenja investicije gradnje od zasnove, načrtovanja, pregledov, razpisov za izbiro izvajalca gradenj, gradnje, nadzora do predaje zgrajenega objekta v uporabo in upravljanje objektov« (Marc, in drugi, 2018).

Pri sodelovanju različnih disciplin, ki pri svojem delu uporabljajo različna programska orodja, je za uspešno izpeljavo projekta nujno potrebno dobro načrtovanje, organiziranost in vodenje, tako ljudi, procesov in tehnologije.

Uvedba BIM-a olajšuje vodenje in izvedbo projektov na enem mestu, kjer se informacije dopolnjujejo in ne podvajajo, zagotavlja boljši nadzor nad gradbenimi postopki, interdisciplinarno sodelovanje, učinkovitejšo kontrolo kakovosti, boljšo predstavitev projekta naročniku in drugim deležnikom v celotni investicijski fazi in življenjski dobi objekta, zmanjšanje projektnih tveganj in potencialnih reklamacij, natančnejši izračun količin in potrebnih del za izvedbo gradnje, boljše časovno in finančno načrtovanje in spremljanje gradnje itd. (Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v RS, 2018).

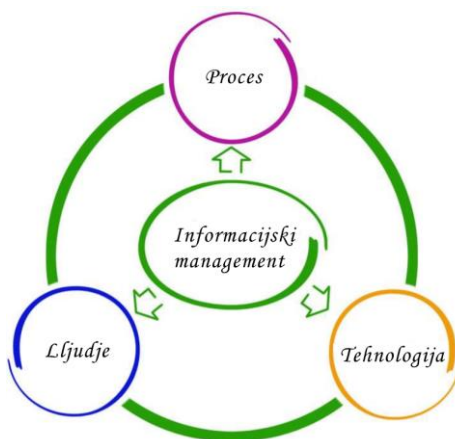
Glede na opredeljene cilje s strani naročnika BIM modela se lahko določijo BIM uporabe, nekaj jih je naštetih spodaj:

- modeliranje obstoječega stanja;
- (3D) nadzor in načrtovanje novih rešitev oziroma prenov;
- (3D) koordinacija;
- načrtovanje tehnologij gradnje, simulacije – BIM 4D modeliranje;
- ocenjevanje stroškov;
- izvlečki količin – BIM 5D modeliranje;
- upravljanje in vzdrževanje objekta – BIM 6D modeliranje;
- vizualizacije;
- spremljanje gradnje;
- analize konstrukcije, razsvetljave, naprav, porabe energije ...

Pred uvedbo BIM pristopa je potrebno vsem udeležencem procesa jasno razumeti namen in cilj izdelave BIM modela oziroma njegovo uporabnost. Obstaja tveganje, da se tekom projekta na nekaterih področjih posveča preveč resursov obravnavi natančnosti modelov, kjer to sploh ni potrebno. BIM pristop se lahko uporabi le na določenem področju ali določenih objektih projekta z različno stopnjo razvitosti modela (LOD) v geometrijskem in informacijskem smislu. Kakšen je namen uporabe BIM pristopa na projektu, je definirano v BIM strategiji, ki je izdelana na osnovi naročnikovih zahtev. Strategija implementacije BIM pristopa na projektu bo opisana v poglavju 3.

Pri BIM pristopu gre navsezadnje za proces obvladovanja informacij projekta ter vseh njegovih udeležencev oziroma sistem, s katerim je določen način komunikacije med uporabniki in protokol za izmenjavo vseh vrst informacij o predvidenem projektu. Govorimo o tako imenovanem informacijskem managementu, ki podpira management in produkcijo informacij

tekom življenjskega cikla objekta. Dogovorjeni sistem vseh informacij je skupno podatkovno okolje (CDE – Common Data Environment), ki je namenjen zbiranju, upravljanju in izmenjevanju informacij po predpisanih postopkih, ki so definirani z načrtom za izvedbo BIM pristopa. Slika 1 prikazuje krogotok procesa (izvajanja projekta), tehnologije (programska orodja) in ljudi (udeležencev).



Slika 1: Informacijski management BIM pristopa

Vir: (lastni vir)

Za zagotovitev uspešne izvedbe projekta preko BIM pristopa je potrebno zagotoviti določeno stopnjo znanja o BIM-u ter aktivno sodelovanje vseh udeležencev investicijskega procesa. Ker zaenkrat v Sloveniji pri javnih razpisih, kjer je vključen BIM pristop, od prijaviteljev še ni zahtevanega izkazovanja referenc z BIM projektov, je toliko bolj pomembno, da se ljudje usposablajo in izobražujejo na to temo.

2.2.1 Novi kadri

Z implementacijo BIM metodologije se je pojavila potreba po novih vlogah: BIM manager, BIM koordinator, koordinator BIM podmodelov, ki so integrirane v nekatere tradicionalne vloge. Vloga načrtovalca oziroma projektanta se počasi že združuje z vlogo BIM modelarja/načrtovalca, saj gre samo za vprašanje kompetenc in sposobnosti obvladovanja BIM orodij (Marc, in drugi, 2018).

BIM manager

Je odgovorna oseba načrtovanja implementacije BIM metodologije na projektu, na strani naročnika ter na strani ponudnika BIM storitev. BIM manager je lahko različna oseba, odvisno od projekta. Vloge BIM managerja na strani naročnika so priprava projektne naloge in zahtev, ki jih morajo ponudniki izpolnjevati, izvajanje nadzora in preverjanje skladnosti predanih

modelov z izvedbenim načrtom za BIM, sledenje uspešnosti implementacije BIM pristopa skozi celoten cikel projekta in terminsko planiranje.

Vloga BIM managerja na strani ponudnika BIM storitev je priprava strategije implementacije BIM pristopa z vključitvijo vseh zahtev iz projektne naloge, ki jo pripravi BIM manager, s strani naročnika, preverjanje skladnosti predanih modelov (geometrijski in informacijski del) z zahtevami iz projektne naloge. Odgovornost za vzpostavitev in upravljanje skupnega podatkovnega okolja je lahko na strani naročnika ali na strani projektantskega podjetja, odvisno od izbire storitve.

BIM koordinator

Je na strani ponudnika odgovorna oseba za izvajanje implementacije BIM pristopa. Njegove bistvene naloge so načrtovanje in nadzor nad izvajanjem BIM pristopa, izdelava in posodabljanje izvedbenega načrta za BIM, terminsko planiranje, izdelava posameznih podmodelov, koordinacija modelov med posameznimi disciplinami, pregledi kakovosti modelov (geometrijski in informacijski del).

BIM modelar

Izdeluje modele in preverja kakovost modelov na dnevni ravni.

2.2.2 Stopnja zrelosti BIM pristopa

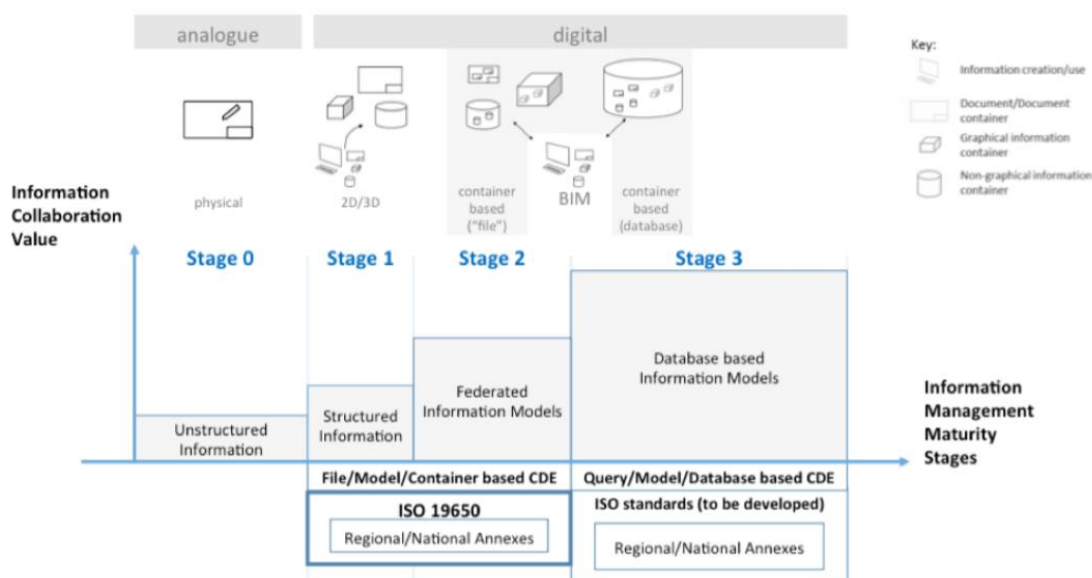
Na kakšen način in kako natančno je BIM pristop uporabljen v življenjskem ciklu gradnje, definira tako imenovana stopnja zrelosti BIM pristopa. Obstajajo 3 stopnje zrelosti od 0 do 3, kjer BIM, stopnja 0 (angl. BIM Stage 0), ponazarja uporabo CAD orodij, kjer se informacije upravljajo preko 2D risb. Je prvi korak pri »ročnem« ustvarjanju informacij. Pri stopnjah od 1 do 3 se uporabljajo različne stopnje razvitosti modelov, sodelovanja in izmenjavi integriranih informacij.

BIM, stopnja 1 (ang. BIM Stage 1), je pristop, kjer upravljamo s CAD 2D risbami in 3D modeli; gradbene kalkulacije (viri, količine, stroški) se izvedejo s pomočjo risb.

Pri BIM, stopnji 2 (angl. BIM Stage 2), upravljamo z BIM 3D modeli, ločenimi po disciplinah, gradbene kalkulacije se izvedejo s pomočjo ERP (Enterprise Resource Planning) in BIM okolja (npr. osamljeni BIM, socialni BIM), v okviru katerega se uporabijo tudi BIM 4D, BIM 5D in BIM 6D. Uporabljajo se protokoli, klasifikacijski sistemi, izvedbeni načrt za BIM itd. Za namene izmenjave koordiniranih grafičnih in negrafičnih projektnih informacij se uporablja skupno podatkovno okolje.

BIM, stopnja 3 (angl. BIM Stage 3), predstavlja BIM pristop, kjer je BIM sistemsko in celostno integriran v življenjski cikel gradnje. Procesi v življenjskem ciklu gradnje so interoperabilni z uporabo IFC-ja. Uporablja se BIM 3D – BIM 6D.

Slika 2 prikazuje stopnje zrelosti, kot jih definira standard ISO19650, ki je bil uradno izdan decembra 2018. Zrelostni model se je prvič začel uporabljati leta 2008 in je bil definiran v PAS 1192:2007.



Slika 2: Stopnje zrelosti BIM pristopa po ISO 19650

Vir: (<https://committee.iso.org>)

Obstajata dva načina implementacije BIM-pristopa. En način je preko zakonodaje, kjer država predpiše zahteve, drugi način pa je tržni način, kjer pobuda za uvedbo BIM pristopa prihaja s strani industrije. Primer zakonodajnega principa je Anglija, ki je predpisala specifikacije (Publicly Available Specifications – PAS), razvite s strani organizacije BSI (British Standards Institution), ki določajo principe za uvedbo BIM pristopa v projekte. PAS 1192-2 (British Standards and Publicly Available Specifications (PAS) from BSI, 2019) opredeljuje zahteve za doseganje BIM stopnje 2 in temelji na obstoječih praksah upravljanja informacij gradbenih projektov, opredeljenih v BS 1192:2007. Z letom 2018 ju nadomešča internacionalni standard ISO 19650, ki je eden izmed številnih standardov, ki so na voljo za podporo implementacije BIM stopnje 2 v gradbeni industriji.

Drugega načina implementacije BIM-a, kjer pobuda prihaja s strani industrije, se poslužuje Nemčija, kjer je 14 podjetij, s podporo nemške vlade, oblikovalo iniciativo Planen-Bauen 4.0., s ciljem, da se z letom 2020 vsi gradbeni projekti izvajajo v skladu z BIM stopnjo 1.

Kakšna pa je splošna stopnja zrelosti BIM pristopa v slovenskih podjetjih?

Kot smo že omenili, se je BIM pristop začel uporabljati v projektantskih podjetjih, ki so prepoznala prednosti, ki jih prinaša pri njihovem delu. Po promociji in ozaveščanju entuziastov so prednosti prepoznali recenzenti in nadzorniki, medtem ko so izvajalci pri stopnji uporabe BIM metodologije v začetnih fazah. Zaradi tega lahko o stopnji zrelosti razpredamo le v projektantskih podjetjih.

Zrelost BIM pristopa v arhitekturnih birojih je glede na stanje tehnike (zmogljivosti in certificiranosti programske opreme) zagotovo v povprečju višja kot v podjetjih, ki načrtujejo infrastrukturne objekte.

Prva programska BIM orodja so bila razvita predvsem za področje visoke gradnje. Kot zanimivost, prvo programsko BIM orodje, ki je bilo mogoče uporabljati na osebnem računalniku, je bil ArchiCAD, ki ga je 1987 leta razvil Madžar Gábor Bojár (Goubau, 2017).

Večina projektantskih podjetij še vedno ostaja na stopnji 1. Podjetja so sicer ozaveščena o BIM-u, zaposleni se udeležujejo usposabljanj, vendar zaradi velikega investicijskega vložka, ki je za uporabo BIM pristopa potreben, še vedno po večini ostajajo na 2D načrtovanju. Načrti ostajajo glavni vir informacij.

Za naprednejša podjetja, ki so v preteklosti vlagala v razvoj in sledila svetovnim trendom, dosegajo vmesno stopnjo med stopnjama 2 in 3. To pomeni, da načrtujejo v 3D okolju, načrti so derivati 3D modelov, za sodelovanje na projektu se uporablja skupno podatkovno okolje, vendar uporabljajo lasten klasifikacijski sistem, ki pa se od projekta do projekta lahko spreminja. Razlog je v neobstoju nacionalnih standardov, ki bi poenotili BIM pristop v državi. Pri načrtovanju se uporablja križno referenciranje, podatki se za namene koordiniranja izmenjujejo v odprtih formatih (ifc, bcf, xml).

2.3 Primerjava tradicionalnega pristopa in BIM pristopa na gradbenem projektu

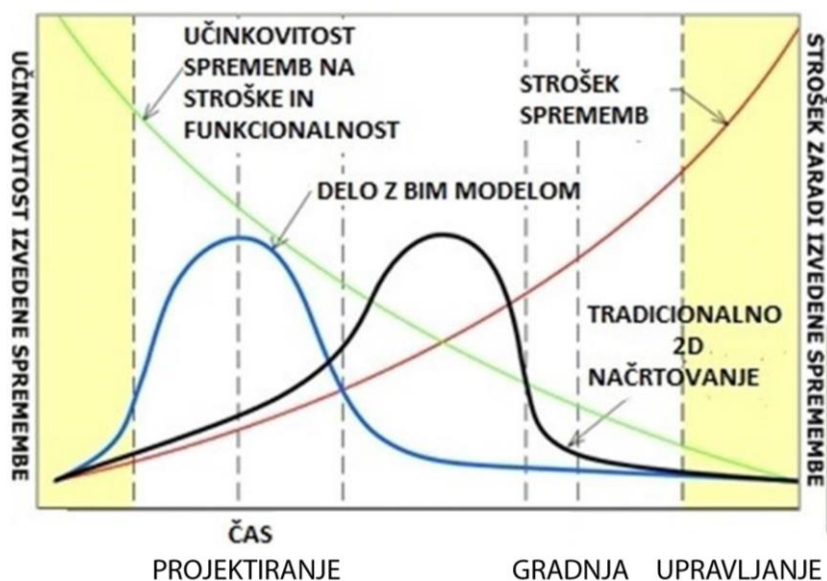
Že samo ime »informacijsko modeliranje« pove, da je glavni poudarek na informacijah, ki jih zbiramo tekom modeliranja. Teh informacij je tekom projekta vedno več in jih je nemogoče nadzirati na pamet. Pri klasičnem vodenju projektov se informacije niso zbirale in organizirano vodile. Vsak udeleženec projekta ima svoj način za upravljanje podatkov. Pretok informacij je ročen z metodo kopiranja oziroma podvajanja, zaradi česar lahko prihaja do izgub informacij in dodatnega dela (Zabreznik, Lesničar, Medved, & Mihalič, 2017).

Življenjski krog BIM projekta ima določene posebnosti v primerjavi s tradicionalnim pristopom, tako v samih zahtevah kot tudi v načinu predaje projekta.

V primerjavi s klasičnim 2D projektiranjem, kjer papir oziroma pdf zapis predstavlja statičen pogled na objekt, lahko v BIM modelu izdelamo več pogledov, prerezov, izvlečkov količin, dimenzij. Z 2D risbo ne moremo obravnavati številnih 3D problemov pri projektiranju, z BIM modelom pa je to mogoče. Pri BIM projektiranju je izdelava natančne projektne dokumentacije stranski produkt delovnega procesa. Ob spremembi modela objekta se načrti samodejno posodobijo.

S pomočjo BIM modela vsi udeleženci učinkoviteje sodelujejo pri usklajevanju projektnih rešitev, s čimer je zagotovljena transparentnost. Protokol sodelovanja poteka na skupnem oblaku – projektnem portalu, do katerega imajo vsi udeleženci urejen dostop in pravice. Je osrednje in edino okolje, preko katerega se izmenjujejo datoteke. Vsaka informacija je tako zapisana le enkrat: projektna dokumentacija, izdelana na podlagi BIM modela, je bolj kakovostna in bolj usklajena, saj je neusklajenost bolj razvidna in se jo hitreje odpravi.

Zaradi večje teže izdelave kakovostnih rešitev v projektni fazi se strošek projektiranja sicer poveča, a se s tem zmanjšajo nepredvideni stroški v času gradnje (okoli 20 %), kar globalno projekt stroškovno in tehnološko optimizira. Z izvedbo analiz modelov se napake, ki bi se sicer odkrile šele v času gradnje, razrešijo že v fazi projektiranja. Učinkovitost uporabe BIM-a v primerjavi s tradicionalnim pristopom projektiranja ponazarja slika 3.



Slika 3: MacLeamy Curve – Učinkovitost uporabe BIM-a glede v primerjavi s tradicionalnim pristopom projektiranja

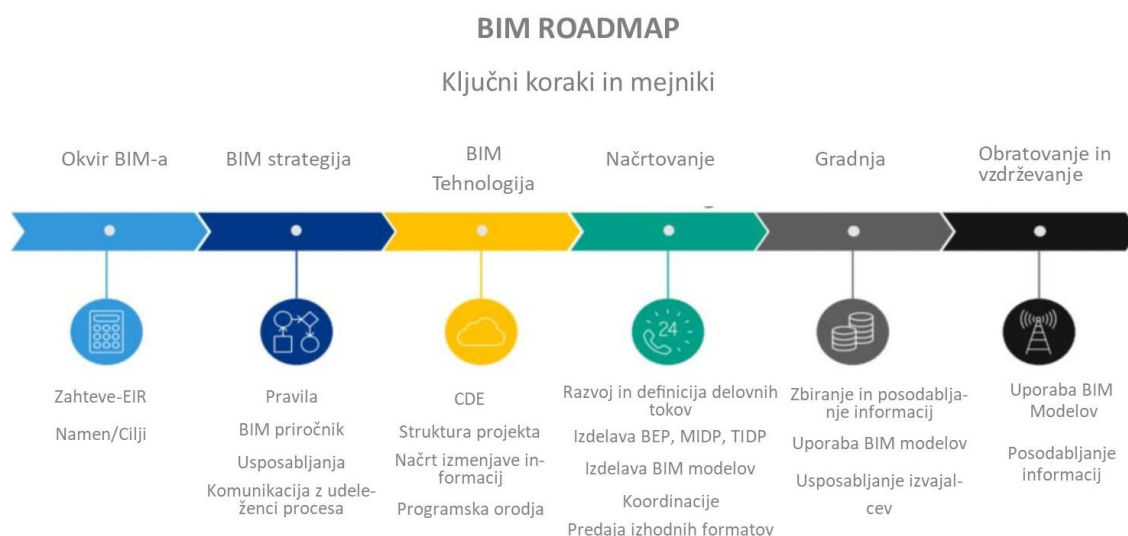
Vir: (<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-implementation-hok-buildingsmart>)

3 IMPLEMENTACIJA BIM PRISTOPA V GRADBENI PROJEKT

V tem poglavju bodo na začetku predstavljeni ključni koraki uvedbe BIM pristopa v projekt, nato pa bomo zožili obravnavo implementacije BIM-a na fazo načrtovanja. Praktičen primer bo prikazan na izdelavi 3D BIM modela odvodnje odpadnih voda, kjer bomo izhajali, da so predhodni koraki priprave BIM strategije, ki so potrebni za izdelavo modela, že izvedeni.

V poglavju bomo na grobo povzeli bistvene korake strategije, za katere smatramo, da jih dobro definirajo vhodni dokumenti za uvedbo BIM pristopa na projektu Rail Baltica (<http://www.railbaltica.org/>). Projekt Rail Baltica je največji infrastrukturni projekt v baltski regiji v zadnjih 100 letih. Vključuje pet držav Evropske unije – Poljsko, Litvo, Latvijo, Estonijo in Finsko.

V času zagona projekta je za ključne mejnike projekta potrebno izdelati načrt – BIM Roadmap, ki opredeljuje časovnico za izvedbo projekta v BIM okolju in je kot primer prikazana na sliki 4.



Slika 4: Povzeti ključni koraki pri uvedbi BIM pristopa v projekt

Vir: (http://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2019/01/RB_Rail_InfraBIM_2019_simple.pdf)

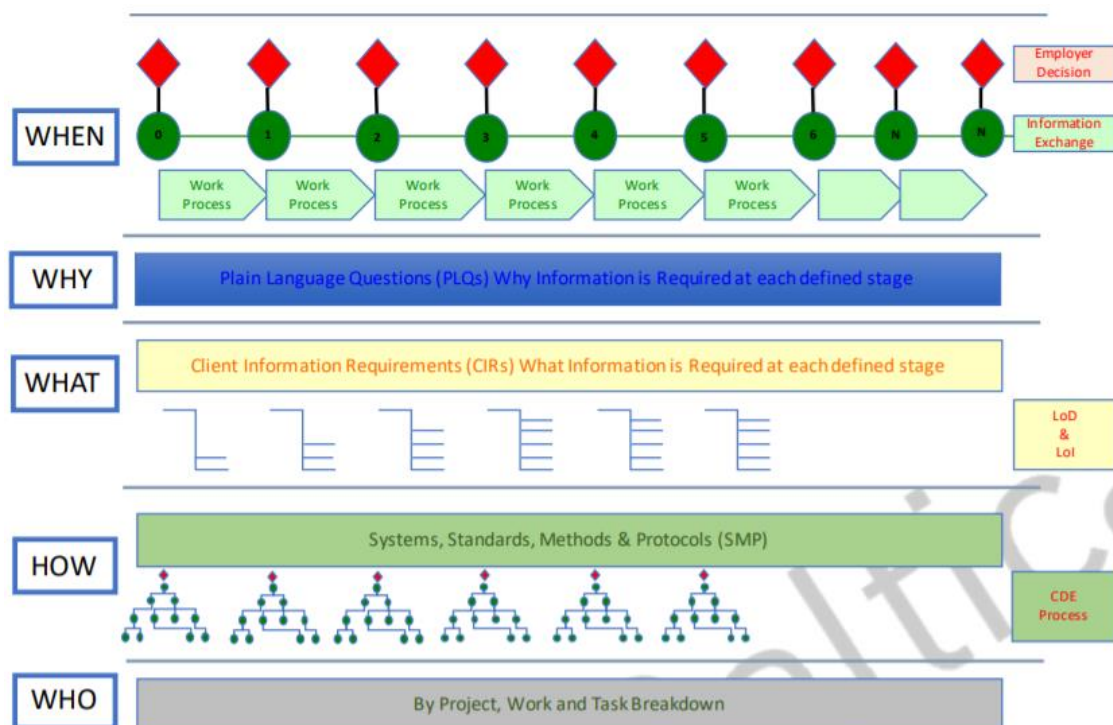
Z razliko od tradicionalnega pristopa načrtovanja se je pri BIM pristopu potrebno posvetiti dodatnim aktivnostim (procesom, tehnologiji in udeležencem projekta). Procesi in tehnologija bodo predstavljeni v podpoglavjih.

Naročnik projekta mora postaviti jasne in razumljive cilje oziroma namen uporabe BIM-a na projektu, kar definira v dokumentu »Naročnikove zahteve« – Exchange Information Requirements (EIR) oziroma v projektni nalogi. Na podlagi teh zahtev se pripravi strategija, v okviru katere se s strani naročnika izdela BIM priročnik, v katerem so zapisane smernice za implementacijo BIM-a. Je tudi osnova za izdelavo izvedbenega načrta za BIM – BIM Execution Plan (BEP), ki ga izdela ponudnik BIM storitev. V okviru BEP je izdelana organizacijska struktura vseh udeležencev na projektu, klasifikacijski sistem, pravila za organizacijo map, datotek, elementov in potrebnih atributov modelov, smernice za modeliranje, postopek kontrole kakovosti (kolizije), delovni tokovi kolaboracije udeležencev in načrt izmenjave izhodnih podatkov. Bistvena dokumenta načrta izmenjave informacij oziroma priročnika za predajo informacij (IDM) sta Master Information Delivery Plan (MIDP) in Task Information Delivery Plan (TIDP), kjer je za vsako informacijo določen njen razvoj in uporaba.

Za izmenjavo vseh informacij je potrebno vzpostaviti skupno podatkovno okolje (CDE), katerega lastnik je lahko naročnik, vodilni projektant ali svetovalni inženir. Lahko se uporablja tudi najet ali prosto dostopni oblak (cloud).

3.1 *Procesi*

Zaradi ogromne količine informacij (bodisi v obliki modela, dokumentov, izvlečkov ...), ki se z razvojem projekta progresivno povečujejo, je zelo pomembna organizacija celotnega procesa. Za vsako informacijo tekom projekta mora udeleženec vedeti, kdaj se bo informacija izdelala, zakaj se jo potrebuje, katera oziroma v kakšni grafični ali ne grafični natančnosti je ta informacija, kako se bo predala in kdo jo bo ustvaril. Tako organiziranemu procesu pravimo integriran proces in ga prikazuje slika 5 (Detailed BIM Strategy, 2018).



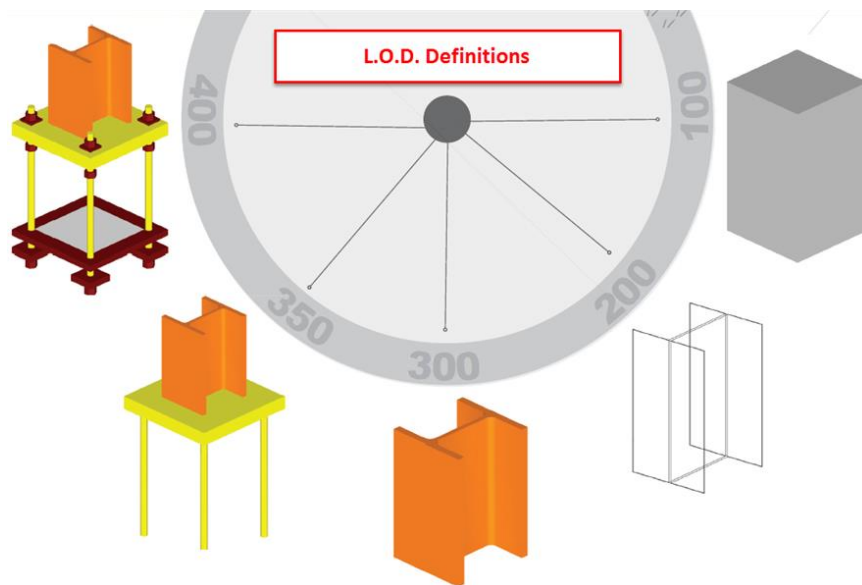
Slika 5: Integriran proces obvladovanja informacij

Vir: (http://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2018/09/RBR_Detailed_BIM_Strategy_v2.0.pdf)

3.1.1 Stopnja razvitosti modela

Nivo kakovosti modela (informacij) definira stopnja razvitosti modela (LOD) in se uporablja za enotno razumevanje informacijskih zahtev v različnih fazah. Stopnje je specificirala organizacija buildingSMART, in sicer v posodabljanem dokumentu, ki je dosegljiv na <https://bimforum.org/lof/>. Dokument zajema predvsem gradnike visoke gradnje, za nizke gradnje so definicije še v razvoju.

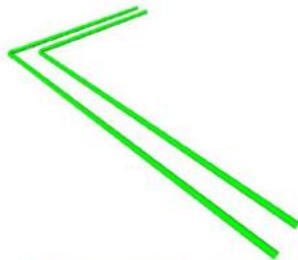
Stopnja razvitosti (LOD) določa natančnost grafične predstavitve gradnika oziroma stopnje geometrijske natančnosti (level of geometry – log) kot tudi stopnjo informacij/atributov (level of information – loi), ki jih gradnik vsebuje. Uporablja se 6 stopenj razvitosti 100, 200, 300, 350, 400 in 500, pri čemer je najnižja stopnja 100 lahko grafično predstavljena kot simbol oziroma v 3D osnovnih oblikah, stopnja informacij je na nivoju osnovnih dimenzij, lokacije, površine, prostornine). Stopnja 500 predstavlja dvojčka dejansko izvedenega stanja (as-built), gradnik poleg natančnih informacij o dimenzijah, lastnostih materiala vsebuje tudi vse informacije za potrebe upravljanja in vzdrževanja. Slika 6 ponazarja vse stopnje razvitosti izbranega modela jeklenega stebra (Level of Development Specification, 2018).



Slika 6: Definicija stopnje razvitosti BIM modela

Vir: (<https://www.redstackshop.com.au/Content/Images/uploaded/Blog-Images/LOD-Graphic%20-%20Copy%201.png>)

V aplikativnem primeru bomo za kanalske cevi odvodnje privzeli definicije razvitosti, kot jo imajo cevi in jaški kanalizacijskega sistema v visoki gradnji (stormwater drainage, prikazan na sliki 7), saj za gradnike sestavnih delov odvodnje v nizki gradnji še ni razdelane stopnje razvitosti. Vse stopnje z opisi omenjenih gradnikov so prikazane v grafični prilogi 2 tega dokumenta. Na sliki 7 je predstavljena samo stopnja 300, saj bomo v aplikativnem delu modelirali odvodnjo v LOD 300. To pomeni, da bodo gradniki zmodelirani kot koridorji cevi, z natančno postavitvijo v prostor, brez drobnega materiala (fazonskih kosov, zasunov, prirobnih elementov itd.), njihove informacije bodo v skladu z informacijskimi zahtevami zapisane v atributih. Jaški bodo modelirani z zunanjimi dimenzijami ovalnih oblik. Prav tako bodo modelirana zemeljska dela, in sicer v LOD 200. Posebej bodo modelirani izkopi, sloji posteljice in sloji zasipov. Zaradi specifik uporabljane programskega orodja sloji izkopov in zasipov ne bodo potekali do obstoječega terena oziroma do urejene površine, kot bo v resnici izvedeno, temveč poenostavljeno v ravnini med sosednjima jaškoma. Ker bo izdelan 3D BIM model uporabljen za usklajevanje projektantskih rešitev, kar zahteva analizo geometrijskih križanj, višja stopnja razvitosti modelov ni potrebna.

300	Modeled as design-specified size, shape, spacing, location, and slope of pipe, valves, fittings, and insulation for risers, mains, and branches; approximate allowances for spacing and clearances required for all specified hangers, supports, vibration and seismic control that are to be utilized in the layout of all risers, mains, and branches; access/code clearance requirements modeled.	 133 D2030.20-LOD-300 Stormwater Drainage Piping
300	Modeled as design-specified size, shape, spacing, and location of equipment; approximate allowances for spacing and clearances required for all specified anchors, supports, vibration and seismic control that are utilized in the layout of equipment; access/code clearance requirements modeled.	 129 D2030.10-LOD-300 Stormwater Drainage Equipment

Slika 7: Razlaga stopnje razvitosti LOD 300 za cev in jašek

Vir: (<https://bimforum.org/lod>)

Kako doseči zahtevano stopnjo razvitosti oziroma podrobnosti modela, definirajo smernice za modeliranje. Te vsebujejo določila o prekomerni stopnji podrobnosti modelov, saj le-ta obtežuje velikost modela, zaradi česar je model težje obvladljiv. Kjer je cilj BIM modela optimizacija terminskega plana gradnje in sama izvedba objekta, je potrebno pri modeliranju upoštevati tehnologijo izvedbe (npr. deljenje modela predora na kampade, modeliranje stebrov ločeno po etažah, deljenje komunalnih vodov po fazah gradnje). Modeliramo tako, da so spremembe modelov lahko obvladljive.

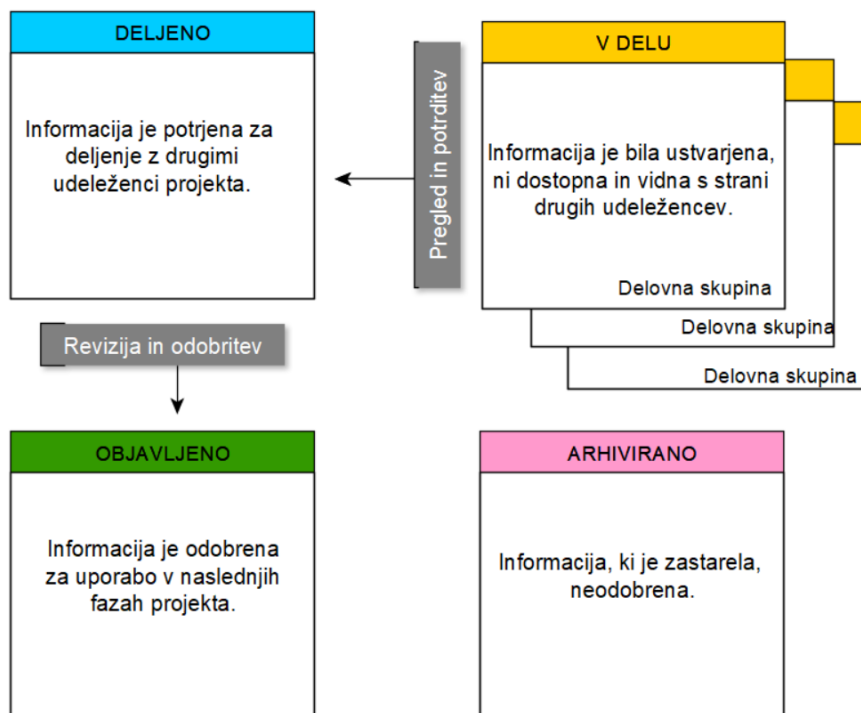
3.1.2 Skupno podatkovno okolje (CDE)

Skupno podatkovno okolje omogoča sledljivo komunikacijo vseh pooblaščenim pri nekem projektu. Vse datoteke so tako shranjene na enem mestu, njihovo posodabljanje je sprotno, tako da se morebitne spremembe oziroma popravki ne izgubljajo. Informacija je tako zapisana samo enkrat. Izhodne informacije nekega postopka so vhodni podatki ali reference pri drugih postopkih, na ta način se ta nikoli ne izgubi. Slika 8 prikazuje koncept delovanja CDE. Glede na dodeljene odgovornosti in urejen dostop udeležencev procesa je razdeljeno na štiri področja:

- v delu oziroma aktivno fazo: kjer poteka delovni tok projektantske skupine. Na tem področju se izmenjujejo datoteke za nemoteno delo vseh projektantov. Področje je razdeljeno na mape sodelujočih podjetij, do katere imajo BIM koordinatorji posameznih

podjetij dostop do uploada in downloada datotek. Do tega področja investitorji in recenzenti po navadi nimajo vpogleda;

- deljeno: ko so rešitve usklajene, se modeli in datoteke delijo z drugimi udeleženci projekta – recenzenti, ki imajo pravico do downloada in uploada datotek;
- objavljeno: po odobritvi datotek se vse informacije objavijo;
- arhivirano: področje, kjer so organizirano shranjene stare verzije informacij.



Slika 8: Povzet koncept delovanja skupnega podatkovnega okolja

Vir: (http://www.shelidon.it/splinder/wp-content/uploads/2019/02/ISO19650-1_figure10_cde.png)

3.2 Tehnologija

Tehnologija zajema programsko orodje, tako hardware kot software. Ta del zajema največjo investicijo pri odločitvah organizacije, da se poda v BIM okolje. Poleg različnih ponudnikov BIM orodij so tudi funkcionalnosti in cene zelo različne. V nadaljnjem koraku je potrebno tudi veliko vložiti v samo usposabljanje zaposlenih.

Katero programsko orodje za izdelavo BIM modelov je na projektu lahko uporabljeno, je odvisno od oblike BIM pristopa. Ločimo dva načina BIM pristopa: Zaprti (Closed BIM) in Odprti (Open BIM). Zaprti BIM pristop je namenjen izmenjavi informacij v zaprti skupini udeležencev, ki uporabljajo programska orodja istega proizvajalca. Izmenjevalni format je v

tem primeru format avtorskega okolja (.rvt, .dwg itd.). Slabost tega pristopa je ta, da bi morali vsi udeleženci imeti znanje pri uporabi točno določenega orodja, kar zožuje krog potencialnih udeležencev projekta.

Pri odprtem BIM pristopu (Open BIM) programska orodja za izdelavo BIM modelov niso vnaprej določena, pomembno je le to, da omogoča izvoz v zahtevan odprti format (IFC). Format IFC je mednarodni standard za izmenjavo informacijskih modelov, ki je bil izdelan s strani buildingSMART, standardiziran pa s standardom ISO 16739:2013 z namenom, da omogoči izmenjavo datotek različne programske opreme.

Za komunikacijo oziroma sodelovanje udeležencev s pomočjo modelov se uporablja format BCF, ki je bil leta 2009 razvit s strani prodajalcev programske opreme Solibri in Tekla. Leta 2014 ga je kot standardni odprti format za kolaboracijo priznala tudi organizacija buildingSMART. V format bcf so lahko zapisane opombe udeležencev, različni pogledi najdenih kolizij med modeli z izpisom GUID-ov – identifikacijskih unikatnih števil elementov, prerezi modelov, izrezki pogledov modelov, podatki o datumu kreiranja podatka in njegovem avtorju. Bcf format lahko »živi« ločeno od 3D modela in ga lahko uvozimo v vsako BIM programsko orodje, ki ima inštaliran dodatek BCF Manager plugin (BCF Managers to connect, 2019).

3.2.1 Programska oprema

Programska oprema, ki podpira informacijsko modeliranje, se razlikuje glede na možnosti namena izdelave BIM modelov:

- izdelovanje 3D BIM modelov (Autodesk Revit, Autodesk Civil 3D, Urbano Canalis, Nemetschek Allplan, Graphisoft ArchiCAD ...);
- priprava 4D, 5D BIM modelov in pregledovalniki (Autodesk Navisworks, Solibri, Tekla, Trimble Vico Office, Bexel Manager);
- statične analize (Scia Engineer, Autodesk Robot ...);
- trajnostne analize (Graphisoft EcoDesigner, Autodesk Ecotect ...).

V nadaljevanju bomo opisali programsko orodje Urbano in program Navisworks Manage, katerega delo z njim bomo podrobneje predstavili v poglavju 4.

Urbano

Urbano je programska oprema, k podpira BIM pristop pri načrtovanju cevnih sistemov. Trenutna aktualna različica programa je Urbano 9, ki je primerna za vse faze načrtovanja – od hidravličnega modeliranja do izdelave idejnih, PGD, PZI in izvedbenih projektov. Programsko skupino Urbano 9 in Urbano 9 Pro poleg Canalisa tvorita še programa Hydra in Poligoni.

Urbano Canalis se uporablja za načrtovanje meteornih kanalizacijskih sistemov, načrtovanje sanitarnih kanalizacijskih sistemov, hidravlično dimenzioniranje in modeliranje ter vzdrževanje in upravljanje komunalnih vodov. Dimenzioniranje in modeliranje s programom Urbano Canalis poteka z moduli TERRAFORM, SITUACIJA, VZDOLŽNI PROFILI, CANALIS.

Modul Terraform je modul za izdelavo digitalnega modela terena (DMT) in omogoča vnos točk terena iz risbe (bloki z atributi, 3D točke) ali iz tekstovne datoteke, vnos robnih linij terena (3D poliliniij), kot so rob cestišča, rob izkopa/nasipa, robovi potoka, risanje slojnic in njihovih oznak, projekcije točkovnih in linijskih objektov na površino, prikaz površine DMT.

Modul Situacija je namenjen izrisu in urejanju kanalizacijskega sistema s samodejnim določanjem vozlišč in odsekov ali pretvorbo AutoCAD elementov, kot so poliliniije in bloki z atributi. Omogoča podajanje višin terena – interaktivno, z linearno interpolacijo, z dodatnimi točkami ali z uporabo digitalnega modela terena. Ponuja možnost označevanja vozlišč in odsekov s prednastavljenimi ali lastnimi oznakami, avtomatskega pozicioniranja tekstovnih oznak jaškov in cevi. V modulu se lahko izvede tudi analiza in izris presečišč z drugimi komunalnimi vodi ter izračuni količin izkopov.

Modul VZDOLŽNI PROFILI je namenjen izrisu vzdolžnih profilov v poljubnem merilu in omogoča izris nivelete cevi na več načinov – avtomatsko, vnos posameznih točk, s konstantno globino, stacionaža-globina, stacionaža-višina in stacionaža-padec. Za dolge vzdolžne profile ali velike višinske razlike terena program razreže vzdolžne profile na primerno velika območja in jih pripravi za izris na papir. Modul ponuja možnost urejanja vsebin tabel, ki so popolnoma prilagodljive.

Modul Canalis je namenjen hidravličnemu izračunu in dimenzioniranju premerov cevi na avtomatski ali interaktivni način določanja prispevnih/vplivnih površin. Ponuja možnosti izračuna meteornih pretokov z enostavno metodo konstantne intenzitete ali z racionalno metodo (ITP krivulje), izračun sanitarnega pretoka, hidravlično dimenzioniranje premerov cevi in statični izračun cevi (Canalis program za načrtovanje in vzdrževanje kanalizacijskih sistemov, 2019).

Navisworks Manage

Navisworks Manage predstavlja celovito rešitev za pregled modelov, saj podpira koordinacijo, analizo in komunikacijo med udeleženci v fazi načrtovanja, izvedbe in navsezadnje tudi v fazi vzdrževanja. S pomočjo programa združimo posamezne BIM modele iz različnih programskih orodij v skupni zbirni BIM model, na katerem izvedemo analizo kolizij in s tem pripomoremo k zmanjšanju napak v fazi gradnje objekta. Programska oprema na osnovi informacij gradnikov omogoča izvlek količin direktno iz modelov. Prav tako je mogoče uvoziti terminski plan, ga povezati z modelom in izdelati simulacijo virtualne gradnje, na podlagi katere se optimizira tehnologijo gradnje. Zbirni model se lahko shrani v format nwd, ki ga lahko pregledujemo z brezplačnim pregledovalnikom Navisworks Freedom.

4 PROJEKTIRANJE ODVODNJE ODPADNIH VODA V BIM OKOLJU NA OBMOČJU PRLEKIJE

4.1 Delo v projektnih skupinah

Pred pričetkom izdelave diplomskega dela smo imeli v prostorih Academie vodeno srečanje, kjer smo vsi bodoči diplomanti rešili Belbinov popis tima in Myers Briggsov test osebnosti. Na podlagi rezultatov obeh testov smo se razporedili v projektne skupine, v katerih smo na srečanjih skupinsko delali v okviru svojih diplomskih del. Skupina je bila sestavljena iz vodje projekta, projektanta, komercialista, kalkulanta in osebe, zadolžene za pripravo dela. V skupini sem opravljal vlogo vodje projekta, zaradi rezultata osebnostnih testov in dobrega poznavanja samega projekta. Kot vodja sem sodeloval pri vseh opravilih na projektu.

Na prvem srečanju sem skupini predstavil namen izdelave projekta v BIM okolju, kakšna je idejna zasnova projekta, ki se bo nadgradila v fazi PZI (projekt za izvedbo) s podporo BIM pristopa, za kakšen objekt gre in kje se namerava zgraditi. Skupinsko smo preučili možnosti implementacije BIM pristopa v projekt (katero programsko okolje se bo uporabljalo za izdelavo BIM 3D modela, na kakšen način se bo vršilo sodelovanje udeležencev projekta, kako se bodo informacije izmenjevale itd.), da se zadosti naročnikovim zahtevam za načrtovanje odvodnje odpadnih voda na območju Prlekije v BIM okolju in izdelavo 3D BIM modela.

V skupini je sodelovalo več projektantov – projektant vodovodnega sistema, projektant komunalnega sistema, projektant ceste ter BIM kadri – BIM manager in BIM koordinator. Zaradi uporabe BIM pristopa je delo v projektni skupini potekalo učinkovito in transparentno.

4.2 Predstavitev infrastrukturnega objekta

Po naročilu Občine Ormož se je izdelal projekt za izvedbo (PZI) za kanalizacijski sistem komunalnih odpadnih vod iz območja naselja Podgorci – del in Osluševci – del. Kanalizacijski sistem, ki je predmet tega projekta, je zasnovan kot gravitacijsko-tlačni sistem v ločenem načinu odvodnje. Izvedba predvidenega kanalizacijskega sistema omogoča celotno odvodnjo komunalnih odpadnih vod iz obravnavanega dela s končno dispozicijo na obstoječo čistilno napravo.

Za območje Podgorci–Osluševci, Podgorci – I in Podgorci – II je predvidena izgradnja kanalizacije z navezavo na že obstoječo kanalizacijo ter nadalje na čistilno napravo v Sodincih.

Osnovni dolgoročni cilj investicije je uvedba sistema ravnanja z odpadno vodo po sodobnih načelih ter v skladu s stanjem tehnike in stroke na območju naselij Podgorci – del in Osluševci – del. Razlog za investicijsko namero je torej reševanje potreb prebivalcev in drugih uporabnikov v naselju ter izboljšanje stanja okolja.

4.2.1 Lokacija

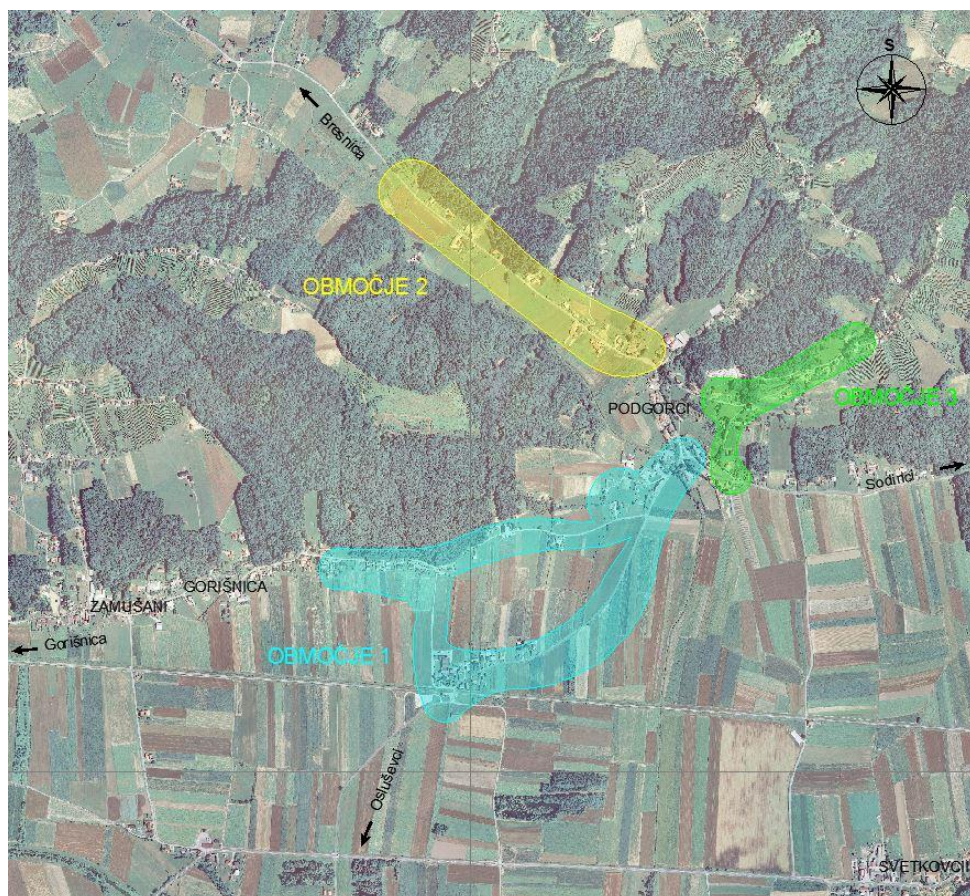
Obravnavani območji Podgorci – del ter Osluševci – del se nahajata na zahodni strani občine Ormož na prehodu Slovenskih goric v Dravsko polje. Večje industrije na tem območju ni. Prebivalstvo se ukvarja s kmetijstvom in vinogradništvom. Razvito je podjetništvo in drobno gospodarstvo, predvsem na področju trgovine, storitev, gostinstva in turizma. Na območju obravnave odvodnja komunalnih odpadnih vod še ni urejena. Komunalne odpadne vode se zbirajo v individualnih nepretočnih oz. pretočnih greznicah, kjer nadalje odtekajo v ponikanje, kar pa je problematično z vidika varovanja podtalnice.

Predvidena kanalizacija je razdeljena na 3 območja:

- Območje 1; Podgorci–Osluševci
- Območje 2; Podgorci I
- Območje 3; Podgorci II

Prav tako se bo izgradnja kanalizacije delila glede na faznost, in sicer:

- I. FAZA: Območje Podgorci–Osluševci
- II. FAZA: Območje Podgorci I in Podgorci II



Slika 9: Obravnavana območja

Vir: (lastni vir)

Predvideno je, da se na obravnavanem območju komunalne odpadne vode iz stanovanjskih objektov stekajo preko hišnih priključkov, ki niso predmet te projektne dokumentacije, do tipskih AB revizijskih jaškov ter preko predvidenega gravitacijsko-tlačnega sistema do že obstoječe kanalizacije s končno dispozicijo na čistilni napravi v Sodincih.

Ker je namen kanalizacije izključno komunalna kanalizacija, je potrebno odpadne vode iz industrije in gostinskih objektov priključiti na kanalizacijski sistem preko lastnih čistilnih naprav (lovilcev maščob). Izток v komunalno kanalizacijo mora ustrezati Uredbi o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS, št. 47/05).

Na sistem se ne sme priklopiti kanalizacija iz kmetijskih objektov (iztoki hlevske kanalizacije – gnojnice in gnojevke). Prav tako na predviden sistem ne smejo biti priključene meteorne vode. V diplomskem delu se bomo osredotočili samo na Območje 2 Podgorci I, saj bi obravnava vseh območij presegala predpisano dolžino diplomskega dela.

4.2.2 Tehnični podatki za modeliranje območja 2: Podgorci I

Območje 2 je razdeljeno na 3 nize: FK_2-1.1, FK_2-1.2 in FK_2-2.

Niz FK_2-1.1

Dolžina niza FK_2-1.1 je 395,0 m. Vzdolžni padec je po celotni niveleti med 0,25 % in 1,5 % Kanalski niz FK_2-1.1 se začne z revizijskim jaškom K.J. 105 in se nadaljuje vzdolž predvidenega pločnika v smeri proti jugovzhodu vse do končne navezave na predvideno črpališče ČRP Č-3 ($K.V_{FK_2-1.1}=211.69$, $K.I_{FK_2-1.2}=212.75$, $K.D.=210.48$). Tik za kontrolnim jaškom K.J. 115 se izvede prečkanje betonskega prepusta BC Ø 600 mm. V jašku K.J. 120 je predvidena navezava kanalskega niza FK_2-2 ($K.V_{FK_2-2}=212.56$, $K.I_{FK_2-1.1}=211.71$, $K.D.=211.70$). V jašku 114 in 116 se čez cesto izvede ločen hišni priključek z jaškom, v katerega se vgradi žabji poklopec.

Sestavljen je iz debelostenskih gladkih PVC cevi nazivnega premera DN 200 mm, SN 8. Na kanalski veji se nahaja 16 nepovoznih jaškov iz armiranega betona nazivnega premera DN 800–1000 mm. Zgornji del jaška ima konus in se prilagodi glede na potek robnika pločnikov. Na vrhu jaška se izdelata armiranobetonski okvir Ø 600 mm, v katerem je nameščen duktil pokrov. Pokrovi so nosilnosti 250 kN (nepovozni pokrovi).

Niz FK_2-1.2

Dolžina niza FK_2-1.2 je 580,0 m. Kanalski niz FK_2-1.2 predstavlja tlačni vod iz predvidenega črpališča ČRP Č-2 v jašku K.J. 121 ($K.V_{FK_2-1.1}=211.69$, $K.I_{FK_2-1.2}=212.75$, $K.D.=210.48$) do končne navezave na obstoječ kontrolni jašek K.J. 147 ($K.V_{FK_2-1.2}=214.87$, $K.D.=214.69$). V K.J. 135 je predviden inšpekcijski jašek (Ø 1000 mm) tlačnega voda z vgrajeno reparaturno obojko. Tik ob K.J. 128 se izvede prečkanje tlačnega voda z betonskim prepustom BC Ø 300 mm, med K.J. 143 in K.J. 144 pa z betonskim prepustom BC Ø 600 mm. Sestavljen je iz tlačnih polietilenskih PE - HD cevi nazivnega premera DN 110 mm, PN 16. Na kanalski veji se nahaja 1 nepovozen jašek iz armiranega betona nazivnega premera DN 1000 mm. Na vrhu jaška se izdelata armiranobetonski okvir Ø 600 mm, v katerem je nameščen duktil pokrov nosilnosti 250 kN (nepovozni pokrovi).

Niz FK_2-2

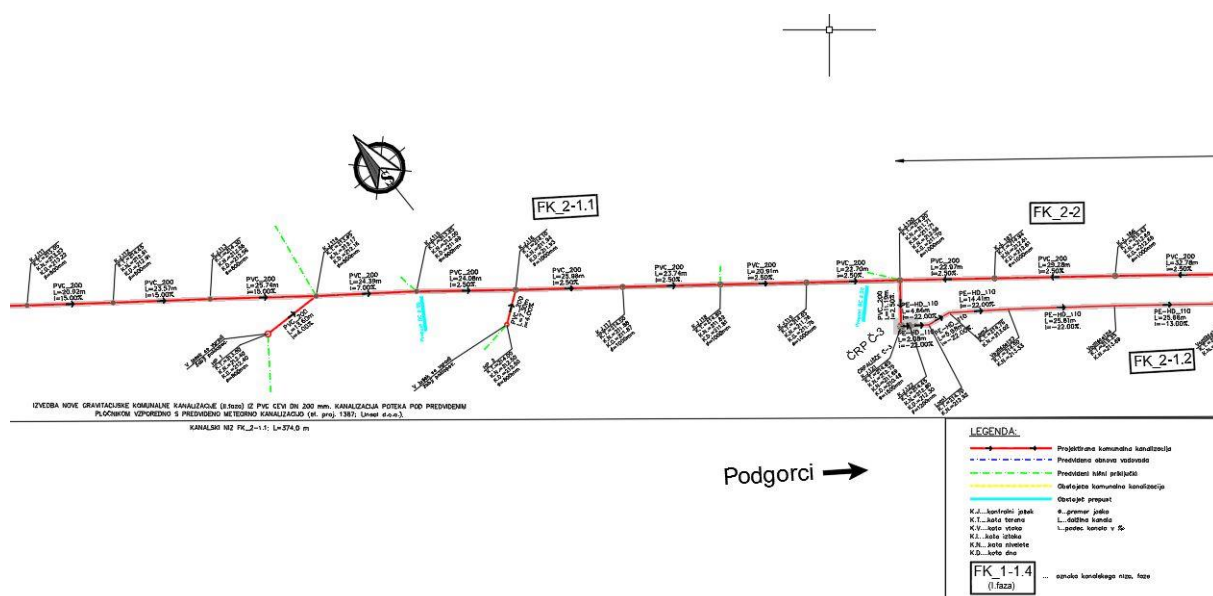
Dolžina niza FK_2-2 je 523,0 m. Vzdolžni padec je po celotni niveleti med 0,25 % in 0,9 %. Kanalski niz FK_2-2 se začne z revizijskim jaškom K.J. 148 in se nadaljuje vzdolž

predvidenega pločnika v smeri proti severozahodu vse do končne navezave na predviden kanalski niz FK_2-1.1 v jašku K.J. 120 ($K.V_{FK_2-2}=212.56$, $K.I_{FK_2-1.1}=211.71$, $K.D.=211.70$).

V jašku 154 in 155 se čez cesto izvede ločen hišni priključek z jaškom, v katerega se vgradi žabji poklopec.

Sestavljen je iz debelostenskih gladkih PVC cevi nazivnega premera DN 200 mm, SN 8. Na kanalski veji se nahaja 1 povozni in 19 nepovoznih jaškov iz armiranega betona nazivnega premera DN 800–1000 mm. Zgornji del jaška ima konus in se prilagodi glede na potek robnika pločnikov. Na vrhu jaška se izdelata armiranobetonski okvir Ø 600 mm, v katerem je nameščen duktil pokrov. Pokrovi so nosilnosti 250 kN (nepovozni pokrovi) oz. 400 kN (povozni pokrovi).

Gradbena situacija



Slika 10: Prikaz gradbene situacije kanalizacijskega sistema odvodnje. Zaradi slabe preglednosti jo dodajamo tudi v prilogi 1

Vir: (lastni vir)

Cevi

Gravitacijske cevi so iz debelostenskih gladkih PVC cevi nazivnega premera DN 200 mm izdelane v skladu s standardom SIST EN 1401-1 nazivne obodne togosti SN 8. Vse cevi se polagajo deloma na peščeno posteljico in deloma na betonsko posteljico (kjer je vpliv talne vode, kar je razvidno iz grafičnih podlog) s kotom naleganja $2\alpha = 120^\circ$. Cevne zveze se izvedejo z vtično objemko in U-tesnilom.

Gravitacijske cevi se v primeru prečkanja cestišča oz. vozišča polno obbetonirajo s cementnim betonom C25/30 v debelini min. 13 cm.

Tabela 1: Dimenzije gravitacijskih cevi

DN	Zunanji premer (mm)	Debelina stene (mm)	Notranji premer (mm)
200	200	5,9	188,2

Vir: (lastni vir)

Tlačni vodi so iz polietilena PE 100 DN110, PN 16 . Vse cevi se polagajo na peščeno posteljico debeline $d = 10\text{cm}$, s kotom naleganja $2\alpha = 120^\circ$. Spajanje cevi se izvede z ELGEF spojkami.

Tabela 2: Dimenzije tlačnih vodov

DN	Zunanji premer (mm)	Debelina stene (mm)	Notranji premer (mm)
110	110	10	90

Vir: (lastni vir)

Jaški

Vsi jaški so predvideni kot tipski, armiranobetonski, velikosti DN 800–1000 mm. Dno jaška ima oblikovano betonsko muldo. V območju pločnikov ima gornji del jaška konus in se prilagodi glede na potek robnika pločnikov. Na vrhu jaška je nameščen duktil pokrov. Pokrovi so nosilnosti 250 kN (nepovozni pokrov) in 400 kN (povozni pokrov), premera 600 mm. Vsi jaški se vgradijo na podložni beton C12/15, v debelini 10 cm, ali na dobro utrjeno peščeno posteljico.

Črpališča

Vsako izmed črpališč sestavljata dva vodotesna armirano betonska jaška. V prvega ($\varnothing 1500\text{ mm}$) je predvidena vgradnja tipskega črpališča izbranega dobavitelja opreme, sestavljajoče iz dveh potopnih črpalk, v drugega ($\varnothing 1200\text{ mm}$) pa se vgradi vsa ostala armatura za obratovanje in vzdrževanje črpališče. V odpadnih vodah se ne pričakuje večjih mehanskih delcev, kot so drevesne veje, zato ni predvidena vgradnja avtomatskih grabelj za odstranjevanje mehanskih nečistoč.

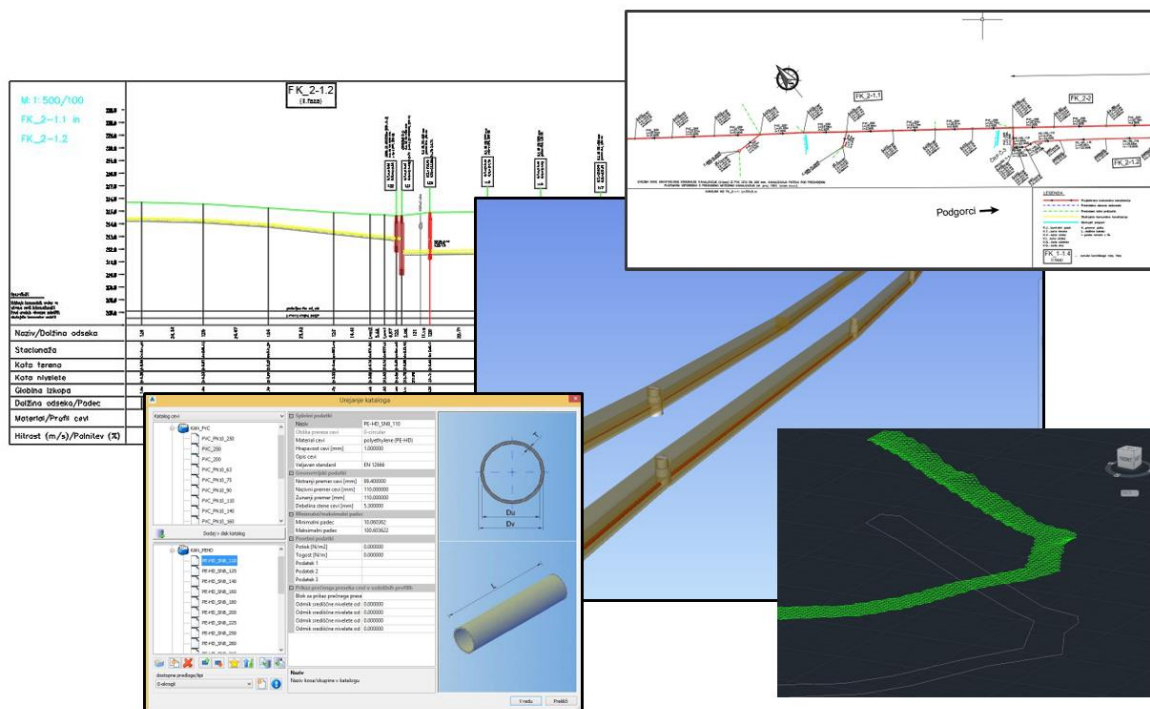
Jašek črpališča je tipski AB jašek premera $d = 1,50\text{ m}$ in skupne višine, ki je odvisna od globine dotoka na črpališče in zadrževalnega volumna črpališča. Dodatni jašek z armaturo je prav tako tipski AB jašek premera $d = 1,20\text{ m}$ in skupne višine $H = 2,00\text{ m}$. Pokrovi jaškov so iz LTŽ s pomagalom za odpiranje ter z zaklepom. Predvidene odprtine v steni črpališča za dotok v

črpališče (PVC DN 200 mm) in iztok tlačnih vodov (PE-HD DN 110 mm) se izvedejo v vodotesni izvedbi. V vsakem črpališču sta predvideni dve potopni črpalke, katerih delovanje bo regulirano s sekvenčnim regulatorjem (elektro del projekta) tako, da bodo črpalke delovale izmenično. Črpalke se krmilijo iz elektrokomandne omarice z vgrajenimi elementi za zagon, izmenično obratovanje, zaščito elektromotorjev in nivojske regulacije. Krmilne omarice so tipske za vsa črpališča in opremljene z opremo za daljinski prenos podatkov. Plovna stikala so predvidene za takšne izvedbe, da jih je mogoče izvleči brez vstopa v črpališče. Predvidena je nastavitev vklopne višine, izklopne višine, nastavitev nivoja varnostnega izklopa proti suhemu teku in nastavitev nivoja, ko se vklopi alarm. Elektrokrmilna omarica je predvidena izven črpališča.

4.3 Izdelava 3D BIM modela s programskim orodjem Urbano

V aplikativnem delu diplomskega dela bomo informacijsko modelirali sistem odvodnje odpadnih voda Območja 2: Podgorci I. Postopek modeliranja bomo izvedli s pripravo katalogov za zgoraj opisane elemente cevi in jaškov, izdelavo vzdolžnih prerezov ter celoten sistem izvozili v izvozne formate ifc in nwc ter oba uvozili v Navisworks. Namen izvoza v oba formata je preveritev njune uporabnosti. Pregledali se bodo geometrijski in informacijski podatki ter se preverila usklajenost rešitev z modeli ceste in vodovoda.

Opisali bomo tudi uporabnost pretvorbe sistema iz programa Urbano v Civil3D elemente. Namen te pretvorbe je križno referenciranje kanalizacijskega sistema in koridorjev, izdelanih v programu Autodesk Civil 3D (Civil 3D, 2019), kar omogoča hitro usklajevanje projektiranih rešitev. Na sliki 11 prikazujemo 3D BIM model sistema, vključno z zemeljskimi deli, izsek iz kataloga uporabljenih cevi, 3D model terena ter situativni in vzdolžni 2D prikaz odvodnega sistema.

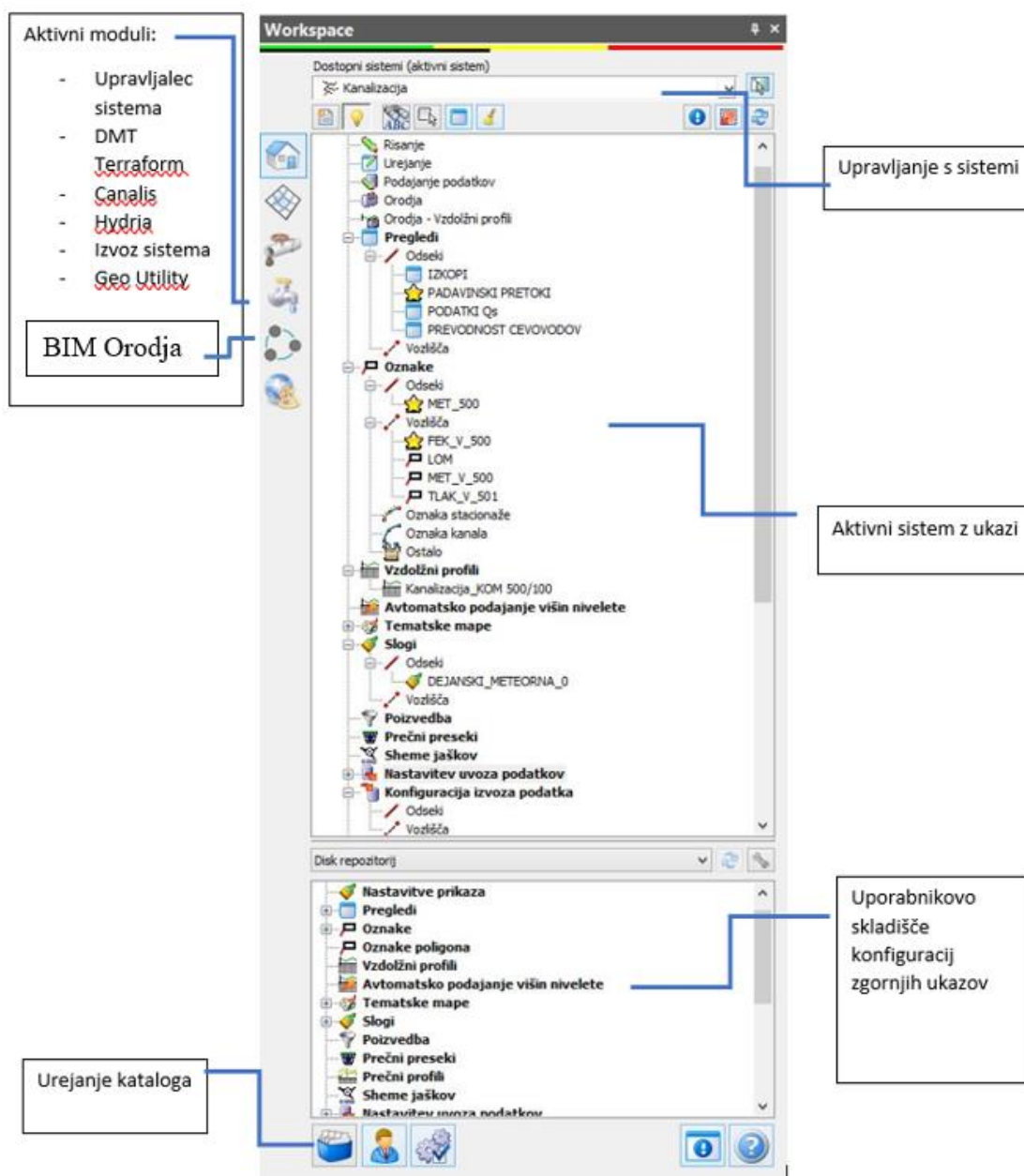


Slika 11: 3D in 2D model kanalizacijskega sistema odvodnje v Podgorcih.

Vir: (lastni vir)

4.3.1 Predstavitev delovnega okolja programa Urbano

Vsi ukazi in funkcije so zbrani v Workspace Panel (slika 12) ter razvrščeni v skupine in podskupine. Na levi strani so različni moduli. V modulu Upravljalca sistema rišemo mrežni sistem, določamo podatke in rišemo vzdolžne profile. V modulu Digitalni model terena (DMT) izbiramo teren. V modulu Canalis uporabljamo funkcije za izračun sistema, določamo prispevne površine in hidravlične izračune itd.



Slika 12: Workspace Panel programa Urbano

Vir: (lastni vir)

4.3.2 Priprava katalogov

Katalogi predstavljajo knjižnico vnaprej določenih elementov, vključno z zemeljskimi deli, ki jih uporabimo pri podajanju podatkov k aktivnemu sistemu. Pri kreiranju katalogov je zelo pomembno, da vsebujejo vse attribute, ki so definirane v LOD-atributnih tabelah.

Atributna tabela z atributi, ki jih morajo vsebovati komunalni vodi, prikazuje slika 13. Atributna tabela je razdeljena na projektne attribute (normativ postavke iz popisa, na katerega se nanaša

gradnik, opis gradnika, material gradnika itd.), attribute za vse elemente in dodatne attribute za posamezne elemente. Atribut poleg imena vsebuje informacijo o vrsti vnosa (tekst, integer ...), enoti količine, primer vnosa in komentar atributa, ki ga opisuje.

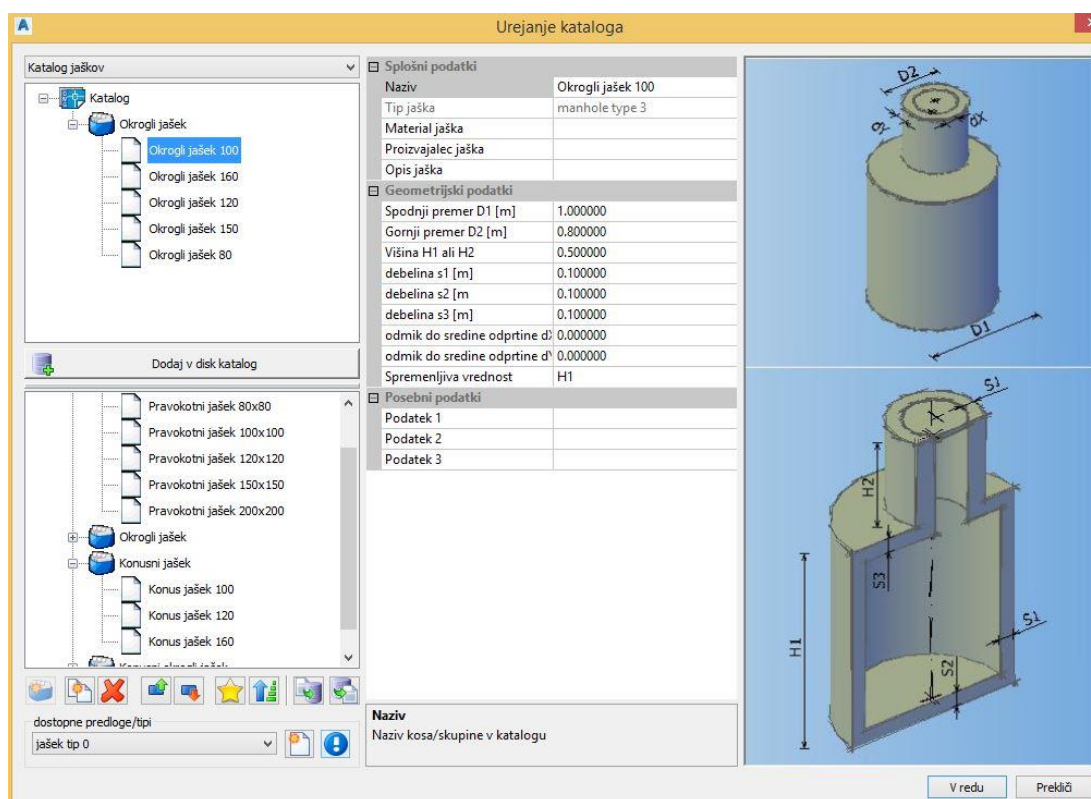
G Komunalni vodi									
1. del - Opis atributov					2. del - LOD Profil				
Atribut	Vrsta vnosa	Enota	Primer vnosa	Komentar	100	200	300	350	400
Projektni atributi									
Normativ	Text	N/A	N 3 1 XXA,N 3 1 XXB,N 3 1 XXC	v primeru več postavk na istem elementu se postavke med seboj locujejo z vejico. Brez presledkov ali drugih locil. Postavka sama se piše točno tako kot je zapisana v popisu/predračunu. Glej primer vnosa.	x	x	x		
ReferencaPopisa	Text	N/A		Ime datoteke popisa del; ključ: Faza_proj_st.načrta_1302_kraticePodjetja_VrstaObjekta_OznakaObjekta_T-POPIŠ.xlsx	x	x	x		
Opis	Text	N/A	TU_CP_IL_EQ	Glej prilogo:1302_BEP_Priloga_I_Struktura_Map-Imena-Datoteke-Imena-Elementov in v zavihek ImenaElementov vpisi, če opis ne obstaja.	x	x	x		
Material	Text	N/A			x	x	x		
Atributi za vse elemente									
Os	Text	N/A	OSC, Deviacija1-17	Isti kot "G Road pavement"		x	x		
Stran	Text	N/A	Levo, Desno, /, Sredina			x	x		
Sistem	Text	N/A	Kanalizacija, Vodovod ..		x	x	x		
Dodatni atributi za posamezne elemente									
Cevi									
ImeZacetnegaVozlisa	Text	N/A	PV1			x	x		
ImeKoncnegaVozlisa	Text	N/A	PV2			x	x		
NizOs	Text	N/A	N0			x	x		
Veja	Text	N/A	V4			x	x		
NazivPredhodnegaOdseka	Text	N/A	O0			x	x		
Padec(m)	Numeric	m	6			x	x		
ZacetnaVisinaNivelete(m)	Numeric	m	328,163			x	x		
KončnaVisinaNivelete(m)	Numeric	m	328,055			x	x		

Slika 13: Del atributne tabele z zahtevanimi atributi za elemente komunalnih vodov

Vir: (lastni vir)

Katalog jaškov

Na sliki 14 je prikazno okno za urejanje in kreiranje kataloga jaškov, ki bodo uporabljeni v 3D modelu in so bili opisani v predstavitvi projekta. Vsak gradnik vsebuje splošne podatke, geometrijske podatke in podatke, ki jih lahko dodatno določimo (npr. normativ, na katerega se jašek sklicuje v popisu).

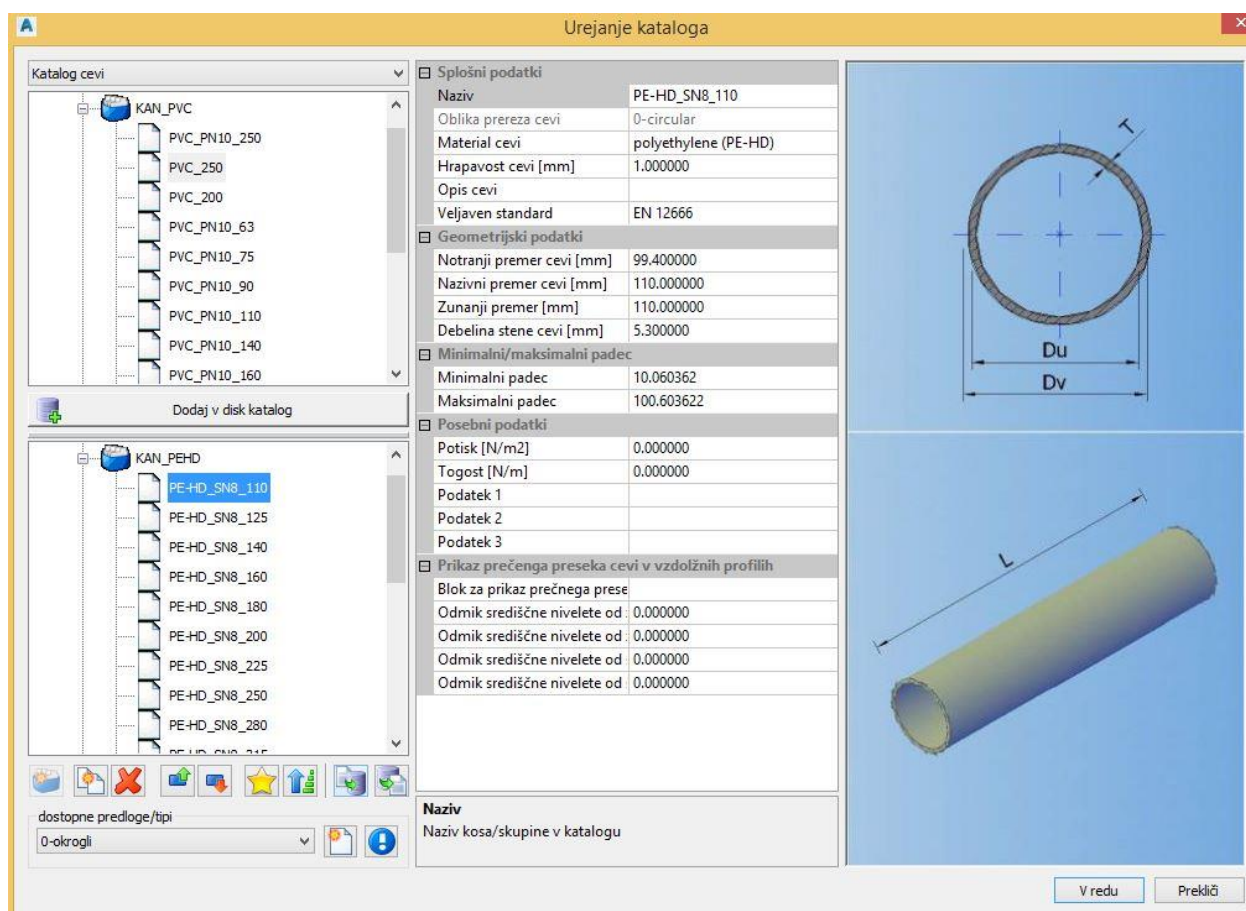


Slika 14: Prikazno okno za urejanje kataloga jaškov

Vir: (lastni vir)

Katalog cevi

Za vse zgoraj navedene cevi smo kreirali katalog cevi s podatki o premeru, materialu, hrapavosti, debelilni stene cevi, togosti in padcih. Na sliki 15 je prikazan katalog skupine cevi PE-HD in PVC.

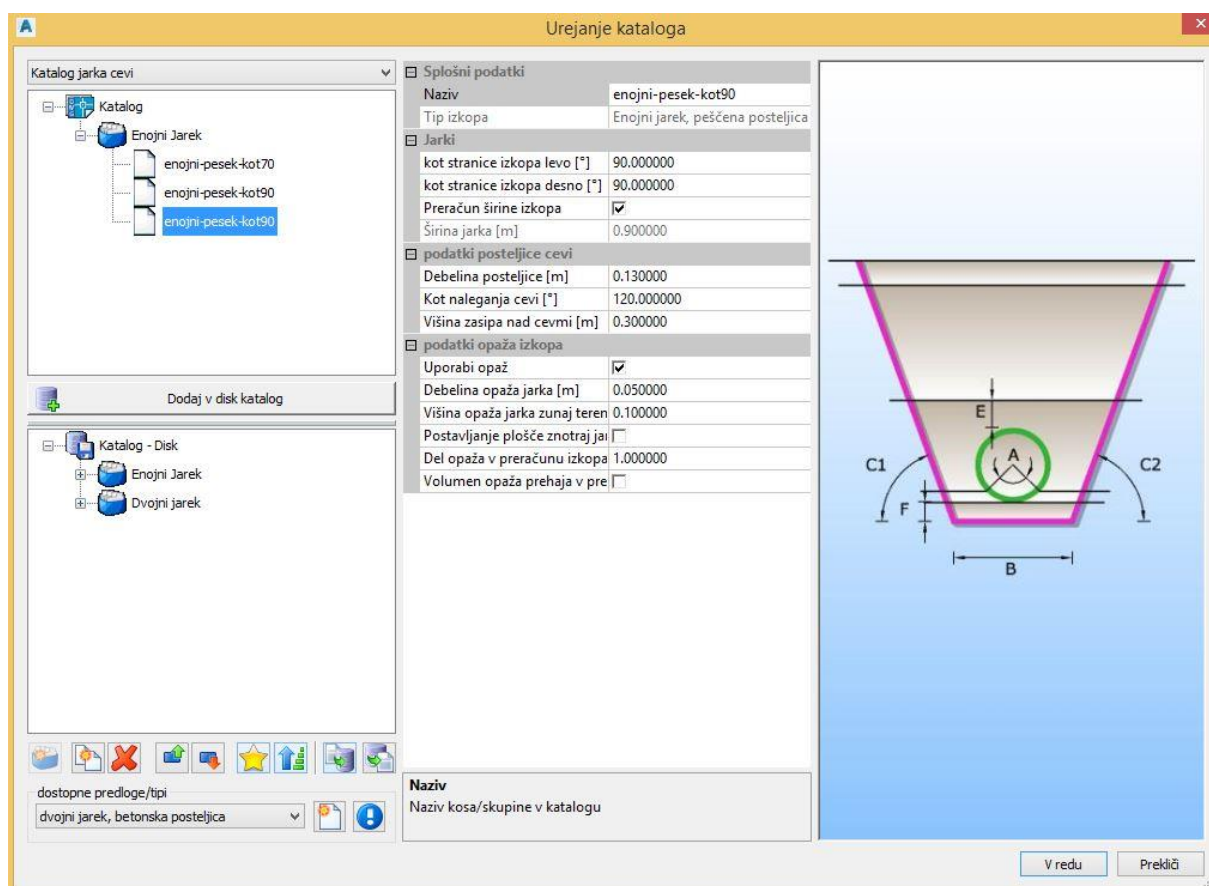


Slika 15: Prikazno okno za urejanje kataloga cevi

Vir: (lastni vir)

Katalog jarkov

Za potrebe izkopa bomo uporabljali tip jarka enojni pesek, ki ima naklon 90° , kar je prikazano tudi na sliki 16.



Slika 16:Primer kataloga jarkov – enojni – pesek – kot 90°

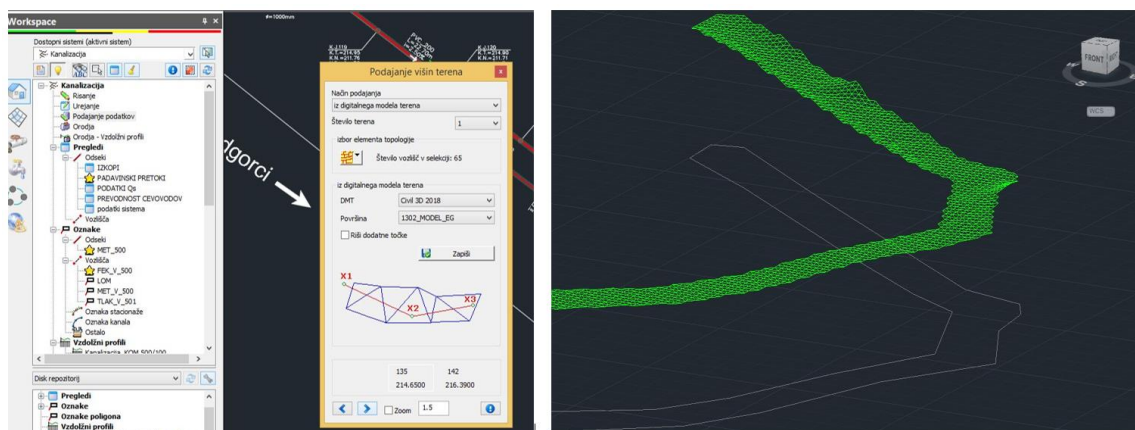
Vir: (lastni vir)

4.3.3 Izdelava sistema

Pri izdelavi sistema je potrebno slediti vrstnemu redu postopka modeliranja. Najprej je potrebno kreirati nov sistem, nato podati model terena, izrisati mrežni sistem, podati podatke mrežnemu sistemu in nato izrisati vzdolžne profile.

Podajanje modela terena

V modulu DMT določimo površino terena. Izbrali smo način podajanja podatkov iz digitalnega modela terena, ki je bil v predhodni fazi izdelan na podlagi geodetskega posnetka 3D točk in 3D poliliniij, ki ponazarjajo robove obstoječih objektov. Slika 17 ponazarja podajanje terena in 3D model terena.



Slika 17: Podajanje višin terena in prikaz 3D modela terena

Vir: (lastni vir)

Podajanje podatkov kanalizacijskega sistema

S klikom na ikono Podajanje podatkov izberemo, katere podatke bomo določili aktivnemu sistemu. Podati moramo podatke o višini terena, ki smo ga prej podali, višini nivelete, ceveh, padcih, jaških in jarkih. Vse podatke lahko urejamo v tabeli, ki je prikazana na sliki 18.

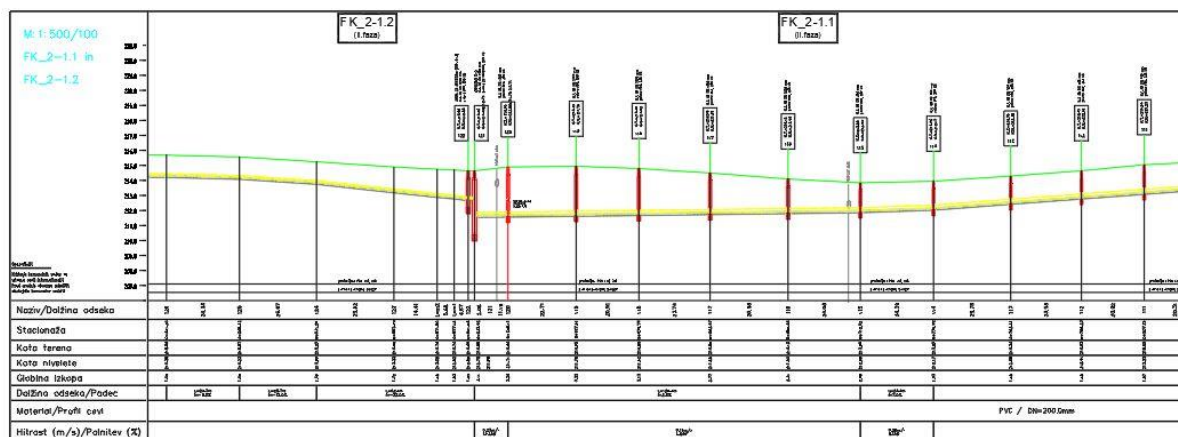
podatki sistema						
Urejanje						
Naziv	Ime sistema	Ime začetnega vozlišča	Ime končnega vozlišča	Padec [%]	Nazivni premer cevi [mm]	
O15	Kanalizacija	105	106	15.00	200.00	
O16	Kanalizacija	106	107	15.00	200.00	
O17	Kanalizacija	107	108	15.00	200.00	
O18	Kanalizacija	108	109	15.00	200.00	
O19	Kanalizacija	109	110	15.00	200.00	
O20	Kanalizacija	110	111	15.00	200.00	
O21	Kanalizacija	111	112	15.00	200.00	
O22	Kanalizacija	112	113	15.00	200.00	
O23	Kanalizacija	113	114	15.00	200.00	
O24	Kanalizacija	114	115	7.00	200.00	
O25	Kanalizacija	115	116	2.50	200.00	
O26	Kanalizacija	116	117	2.50	200.00	
O27	Kanalizacija	117	118	2.50	200.00	
O28	Kanalizacija	118	119	2.50	200.00	
O29	Kanalizacija	119	120	2.50	200.00	
O30	Kanalizacija	120	121	2.50	200.00	
O31	Kanalizacija	121	122	-22.00	110.00	
O32	Kanalizacija	122	Lom1	-22.00	110.00	
O211	Kanalizacija	Lom1	Lom2	-22.00	110.00	
O214	Kanalizacija	Lom2	123	-22.00	110.00	
O33	Kanalizacija	123	124	-22.00	110.00	
O34	Kanalizacija	124	125	-13.00	110.00	
O35	Kanalizacija	125	126	-5.00	110.00	
O36	Kanalizacija	126	127	-2.00	110.00	
O37	Kanalizacija	127	128	2.00	110.00	
O38	Kanalizacija	128	129	2.00	110.00	
O39	Kanalizacija	129	130	10.00	110.00	

Slika 18: Urejanje podatkov sistema

Vir: (lastni vir)

Risanje vzdolžnih profilov

Vzdolžni profili podajajo informacije o koti terena in niveleti, globinah izkopov, dolžinah cevi in padcih. Za izris vzdolžnih profilov smo uporabili predlogo Kanalizacija 1 : 500/100, ki nam podaja višine v merilu 1 : 100 in dolžine v merilu 1 : 500. Na sliki 19 je prikazan vzdolžni profil FK_2-1.1 in FK_2-1.2.



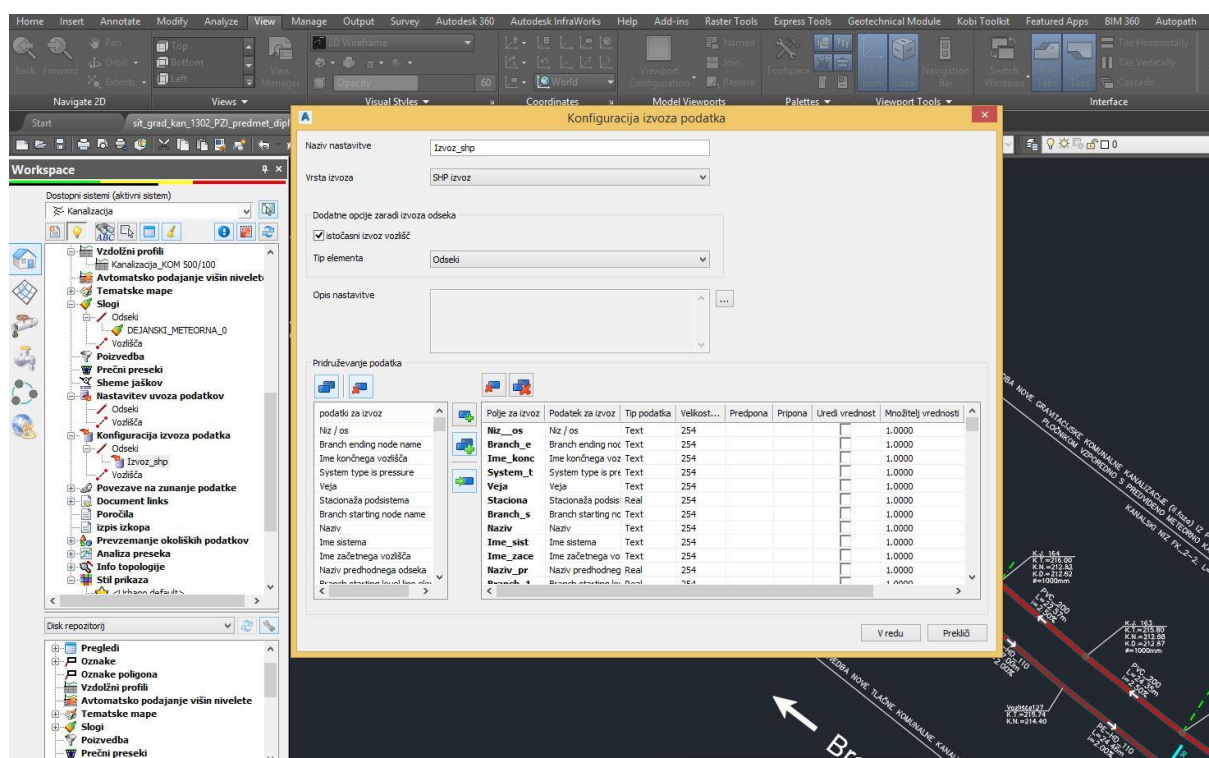
Slika 19: Vzdolžni profil FK_2-1.1 in FK_2-1.2

Vir: (lastni vir)

4.3.4 Izvoz podatkov v izhodne formate

Za potrebe usklajevanja rešitev s projektanti ceste (pločnikov) in projektanti vodovoda je predviden izvoz v civil 3D elemente, ki so direktno uporabni za uvoz sistema v Civil 3D (slika 21), v katerem tudi projektant ceste načrtuje rešitve. Za pregled vseh podatkov in preveritev morebitnih križanj (kolizij) med elementi odvodnje, vodovoda in ceste je zaželeno izvoziti sistem iz urbana v ifc (slika 22) in nwc (slika 23). Pregledi in nadaljnje analize združenih modelov se izvedejo v programu Autodesk Navisworks Manage. Za namene pridobivanja soglasij in kasneje za upravljavce komunalnih vodov je potreben izvoz v shp format (slika 20). V nadaljevanju prikazujemo omenjene slike.

Izvoz v shp format



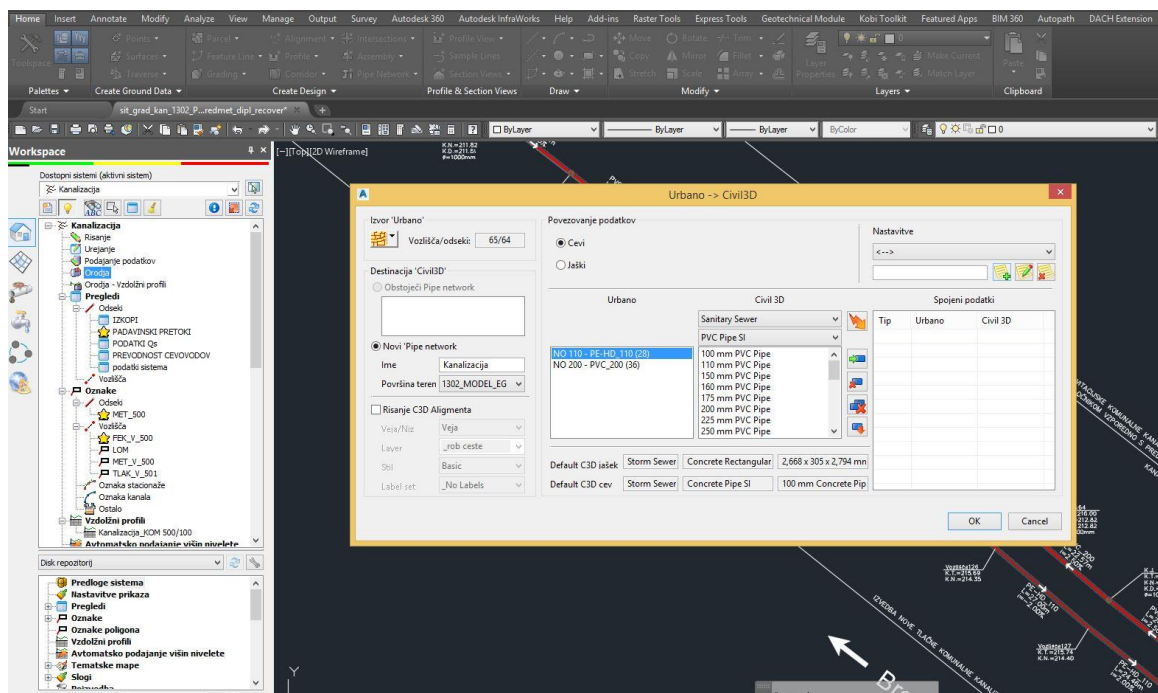
Slika 20: Primer izvoza v shp format

Vir: (lastni vir)

Pretvorba iz urbana v Civil 3D elemente

Pretvorba kanalizacijskega sistema iz okolja Urbano v elemente okolja Civil 3D (Pipe Network) je dokaj enostavna. Potrebno je izbrati katalog v Civil 3D, ki vsebuje te tipe elementov cevi in jaškov, in teren. Po pretvorbi se v Civil 3D okolju ustvari nov »Pipe Network«, kot bi ga izrisali direktno z njegovimi orodji. Le-tega se v nadaljevanju uporabi pri usklajevanju projektantskih rešitev drugih disciplin. Kanalizacijski sistem se projicira v prečne profile ceste, kjer se vizualno znotraj avtorskega okolja preveri ustreznost rešitve. V nadaljevanju se vsi elementi pretvorijo v solid elemente, ki se jih shrani v dwg format ali pa v odprti format ifc. Slabost pretvorbe sistema iz programa Urbano v Civil 3D elemente je izguba podatkov, ki jih vsebujejo Urbano elementi.

V programskem orodju za izvedbo analiz BIM modelov, kot je to na primer Navisworks Manage, se izvede pregled kakovosti modelov. Proces pregleda kakovosti geometrije se lahko izvede na treh nivojih: dejansko križanje modelov, analiza dvojnikov, preveritev oddaljenosti elementov (npr. med različnimi komunalnimi vodi).

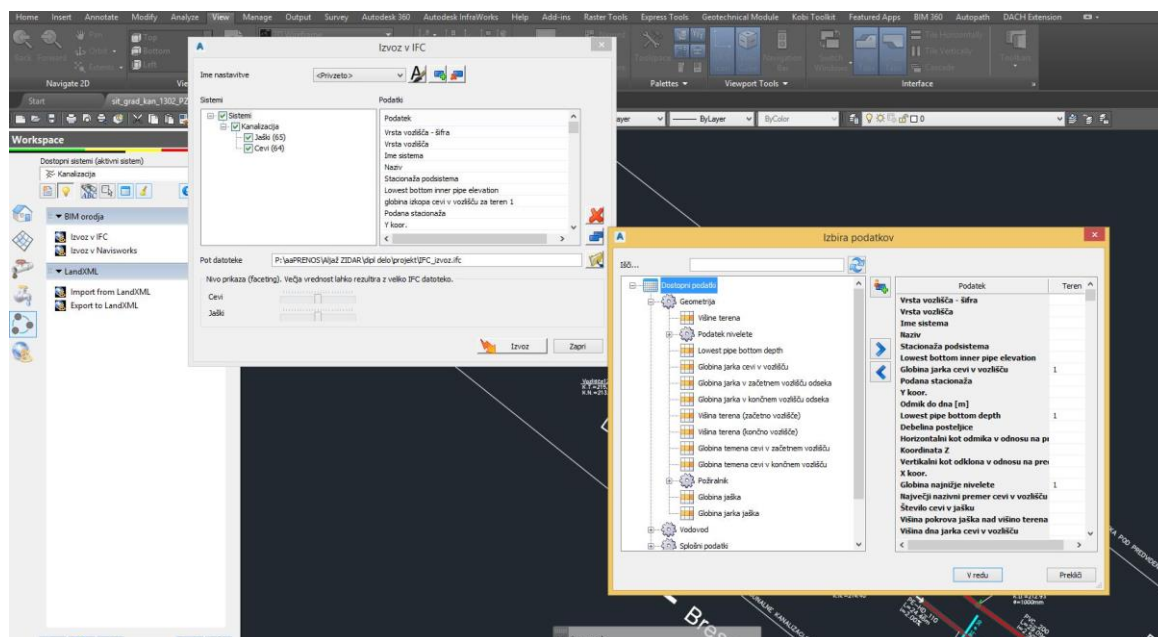


Slika 21: Pretvorba urbano elementov v Civil 3D elemente

Vir: (lastni vir)

Izvoz v format ifc

V ifc format se lahko sistem izvozi direktno iz programa Urbano. Izvoz v ifc format omogoča izvoz vseh geometrijskih, splošnih in dodatnih podatkov, ki se jih lahko doda zaradi zahtev projekta. Slabost ifc izvoza je v nezmožnosti izvoza zemeljskih del sistema.

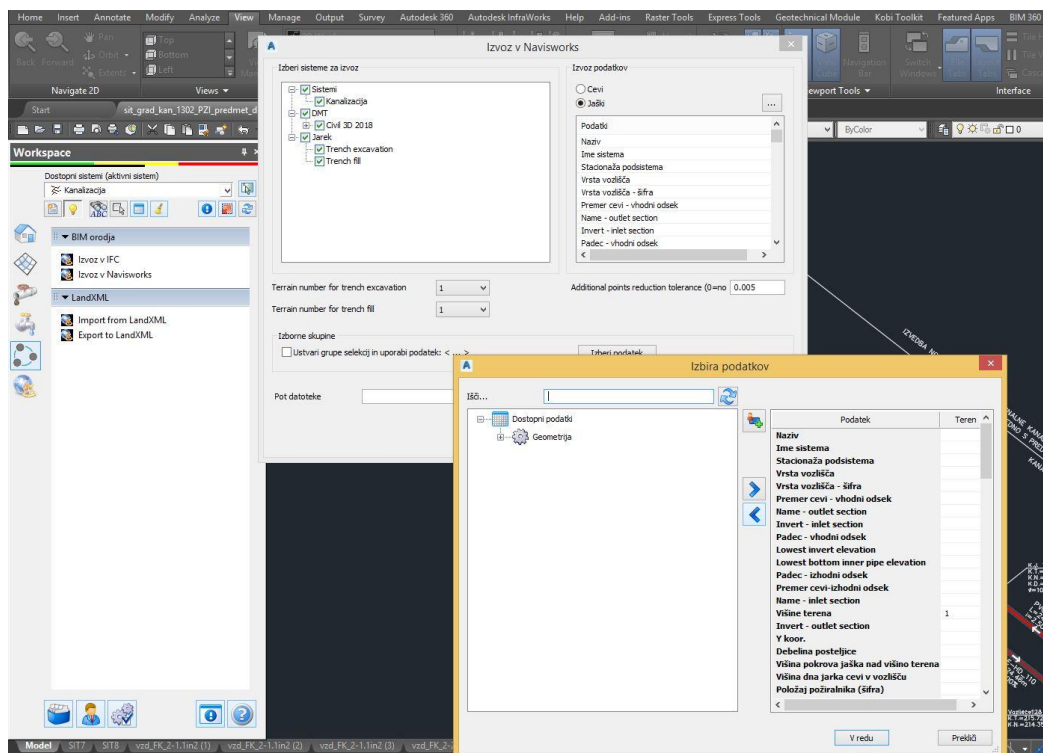


Slika 22: Prikaz izvoza sistema v ifc format

Vir: (lastni vir)

Izvoz v format nwc

Format nwc je cache format programa Navisworks, ki ga izvažajo in uvažajo veliko BIM programov. Namen formata je hitro nalaganje modelov v program Navisworks, saj so po velikosti veliko manjši kot formati avtorskih orodij, v katerih so modeli bili izdelani. Izvoz v nwc omogoča, poleg izvoza cevi in jaškov, tudi izvoz zemeljskih del sistema.



Slika 23: Prikaz izbire elementov za izvoz v nwc format

Vir: (lastni vir)

4.4 Uporaba BIM modela za usklajevanje projektantskih rešitev različnih udeležencev projekta

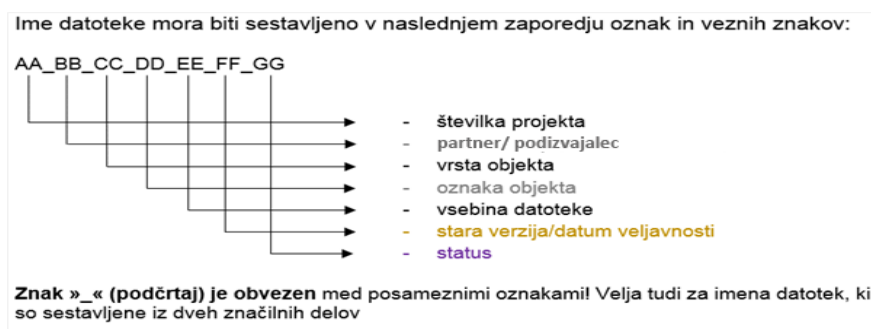
4.4.1 Uporaba skupnega podatkovnega okolja na praktičnem primeru

BIM modeli posameznih disciplin in z njim povezane informacije so se med udeleženci projekta izmenjevale v skladu z načrtom izmenjave informacij (MIDP), in sicer na projektnem portalu. Vsak udeleženec projekta je pridobil dostop do projektnega portala podjetja Lineal, kjer so mu bile določene pravice upravljanja informacij.

Za projekt je bil definiran ključ poimenovanja map, datotek in elementov, katerega izsek je prikazan na sliki 24. Ključ poimenovanja je sestavljen iz definirane zaporedja oznak in veznih znakov (podčrtajev): številka projekta, oznake partnerja (ime podjetja, skrajšano na tri znake),

vrste objekta, oznake objekta (z uporabo metodologije DARS), vsebine datoteke (sestavljeno iz dveh delov: prvi del predstavlja generalen opis vsebine, drugi del pa detajlni opis vsebine), verzija datoteke se uporablja le takrat, ko je zaradi arhiviranja potrebno ohraniti stare verzije dokumentov. Kjer je pomembna tudi faza projekta, se ta zapiše pred številko projekta. Primer datoteke 3D modela kanalizacijskega sistema 1-17, ki ga je izdelalo podjetje Lineal.

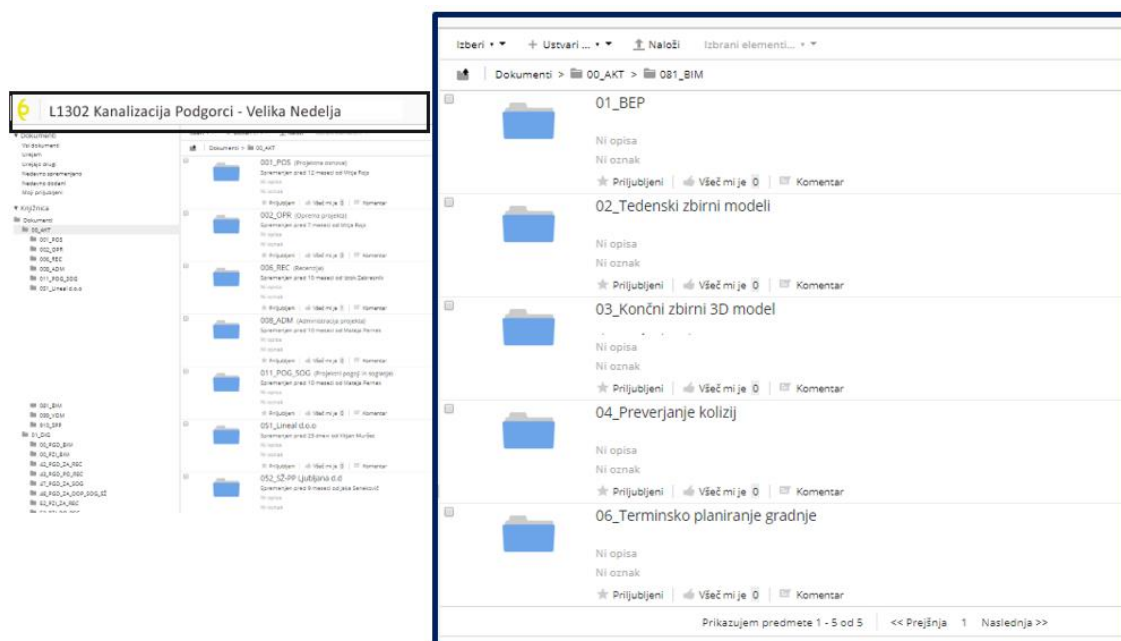
1234_LIN_KAN_1-17_M-M3.ifc



Slika 24: Izsek iz datoteke »Ključ poimenovanja projektnih datotek«

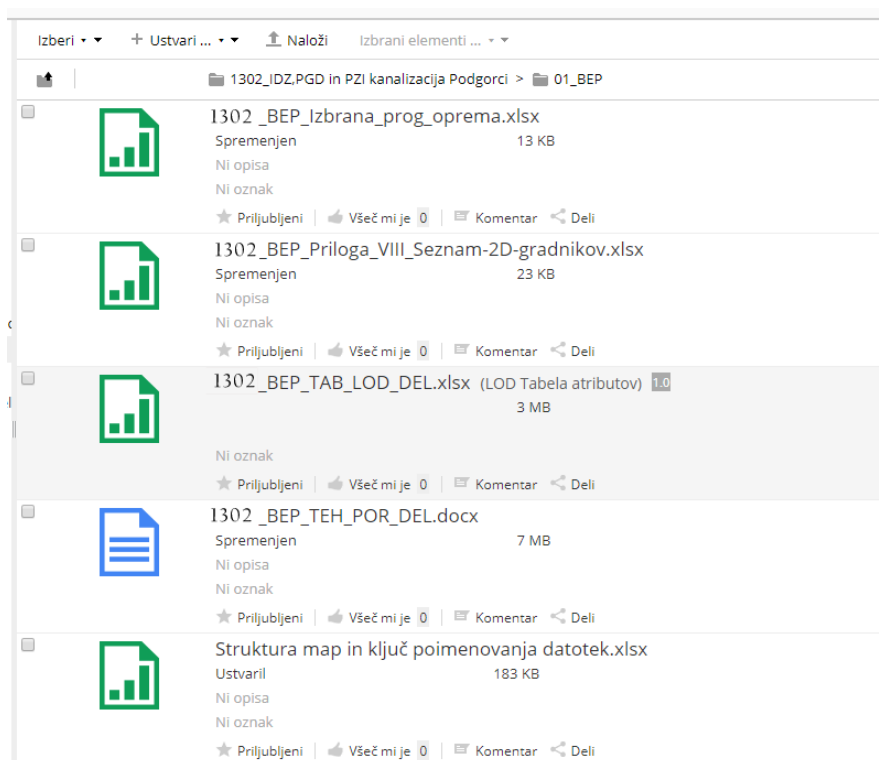
Vir: (lastni vir)

Na sliki 25 je prikazan izsek projektnega portala, kjer je vidna struktura projektnih map. Na sliki 26 so prikazane nekatere datoteke, ki se nahajajo v mapi BEP in predstavlja mapo za odlaganje BIM izvedbenega plana ter njegovih prilog, med katerimi so npr. LOD atributne tabele.



Slika 25: Prikaz strukture map projekta Kanalizacija Podgorci–Velika Nedelja na CDE podjetja Lineal d. o. o

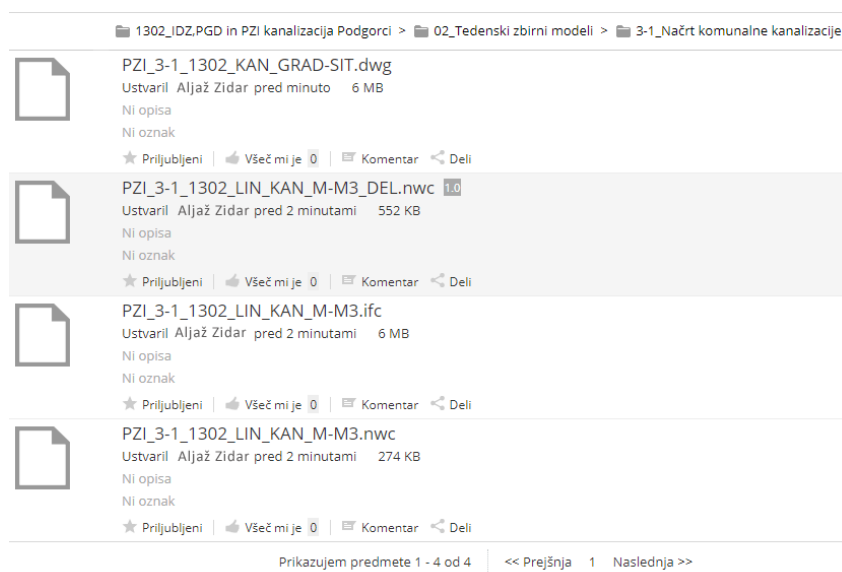
Vir: (lastni vir)



Slika 26: Prikaz dokumentov za izvedbo BIM pristopa na projektu

Vir: (lastni vir)

Na lokaciji 3-1_Načrt komunalne kanalizacije smo naložili prej omenjene modele v izhodnih formatih ifc in nwc. Kot je vidno na sliki 27, so datoteke pravilno poimenovane. Vsaka naložena datoteka ima podatek o avtorju, datumu in različici. Vse različice oziroma verzije datoteke so shranjene in sledljive.



Slika 27: Prikaz naloženih modelov v formatih nwc in ifc na CDE podjetja Lineal d. o. o

Vir: (lastni vir)

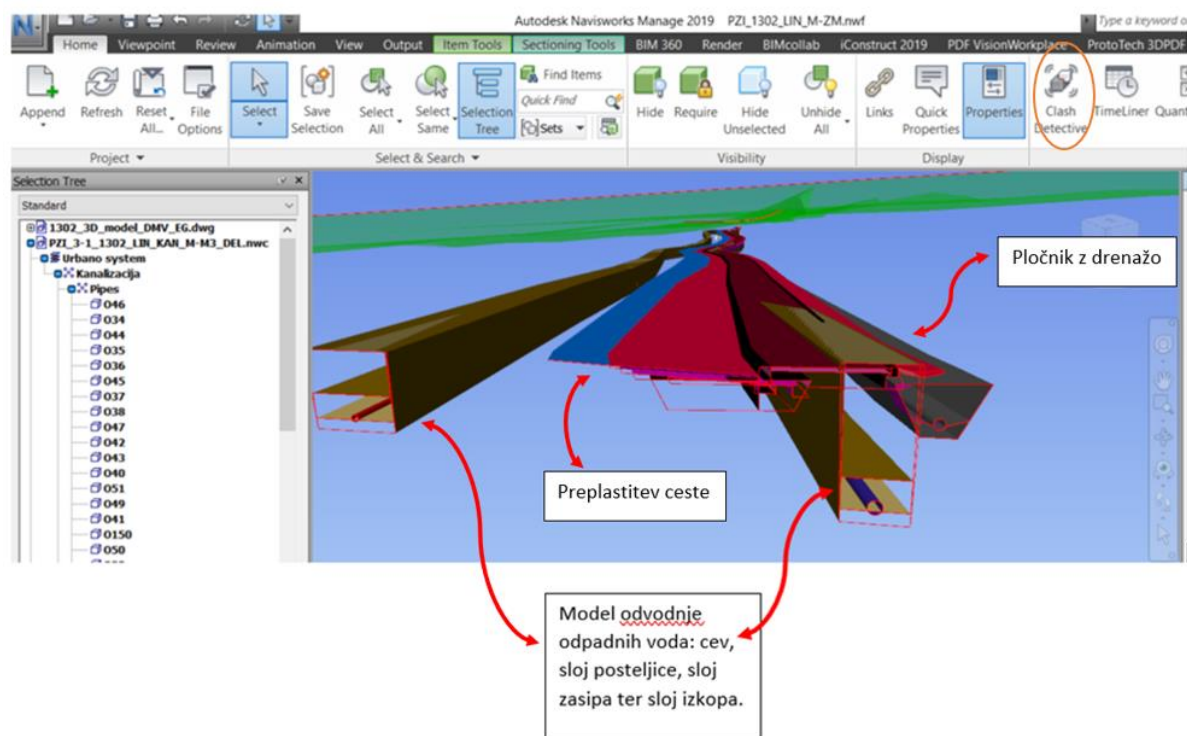
4.4.2 Preveritev usklajenosti projektnih rešitev

Namen uporabe BIM pristopa na obravnavanem projektu je bil izdelati kakovostne in transparentne rešitve, kar se je izvedlo s pomočjo vizualizacije in analize kakovosti modelov. Glavni cilj kontrole kakovosti je zagotoviti ustrezno geometrijsko usklajenost in konsistentnost negeometrijskih podatkov modelov posameznih disciplin ter usklajenost med modeli in projektno dokumentacijo posameznih disciplin (konsistentnost zbirnega modela) v ključnih momentih projekta ob predaji modelov naročniku.

Pregled kakovosti modelov je bil izveden v programu Navisworks Manage in je zajemal analizo atributov v skladu z atributno tabelo in pregled kolizij z drugimi modeli cest. Pregled kolizij je potekal vizualno ter z orodjem Clash Detective (na sliki 28 je obkroženo z oranžno barvo).

Izvedena je bila samo analiza dejanskih križanj pod toleranco 0.01 m, in sicer med drenažo pod pločnikom in cevmi kanalizacijskega sistema odvodnje. Kolizije med zemeljskimi deli se niso prevarjale.

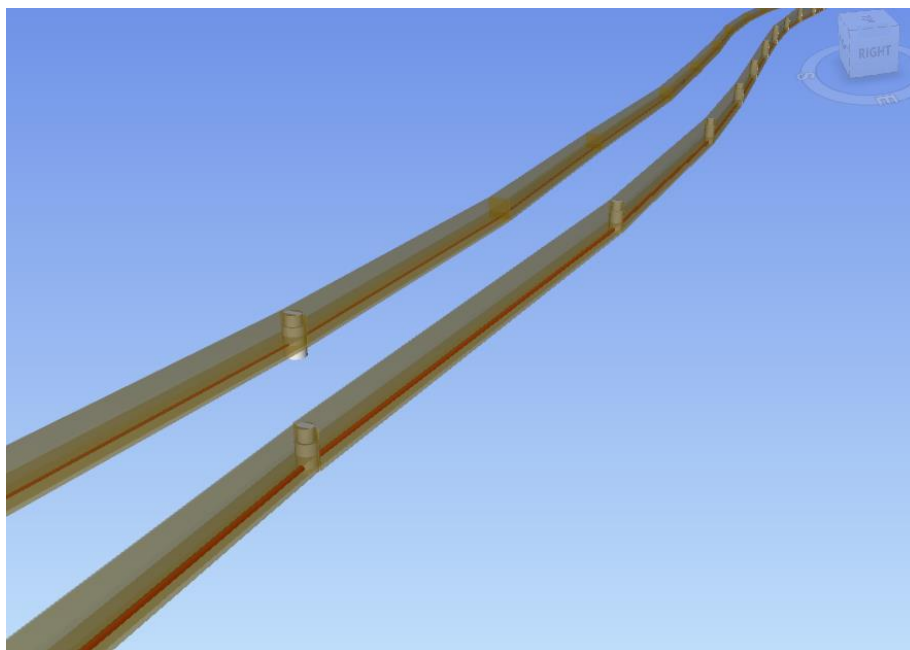
Na sliki 28 je razviden prerez zbirnega modela, ki je na desni strani sestavljen iz modela dograditve pločnika, sestavljenega iz asfaltnih slojev, tampona in posteljice, cestnega robnika in elementov odvodnjavanja – mulde in drenaže pod njo. Pod pločnikom je obravnavan 3D model kanalizacijskega sistema FK2-2, ki je sestavljen iz cevi, sloja posteljice, sloja zasipa in sloja izkopa ter se nadaljuje v vejo FK_2-1.1. Ker se pločnik dograjuje, je bilo potrebno izvesti tudi preplastitev ceste (sloji asfaltov). Na levi strani je kanalizacijski sistem FK2-1.2, ki se izvede pod obstoječo cesto.



Slika 28: Prerez zbirnega modela ceste s pločnikom, z elementi odvodnjavanja in odvodnje odpadnih voda

Vir: (lastni vir)

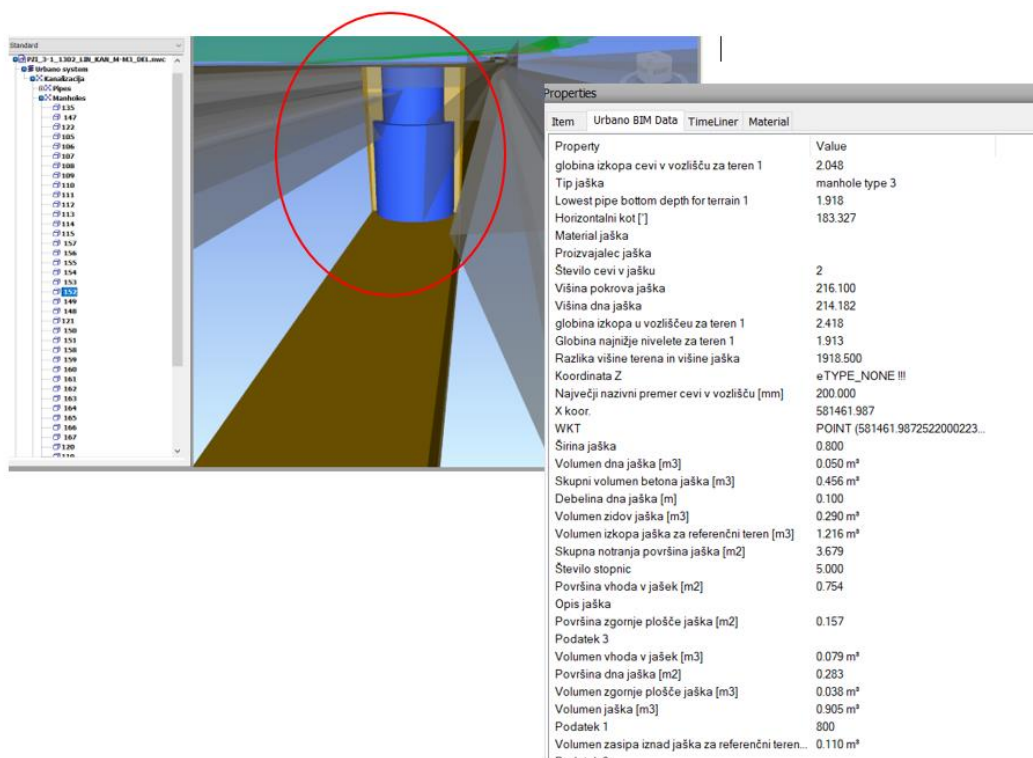
Na sliki 29 je prikazan samo kanalizacijski sistem odvodnje, kjer so zemeljska dela prikazana transparentno, cevi z rdečo barvo in jaški z belo barvo.



Slika 29: Model odvodnje odpadnih voda, ki zajema cevi, jaške in sloje zemeljskih del izkopov in zasipov

Vir: (lastni vir)

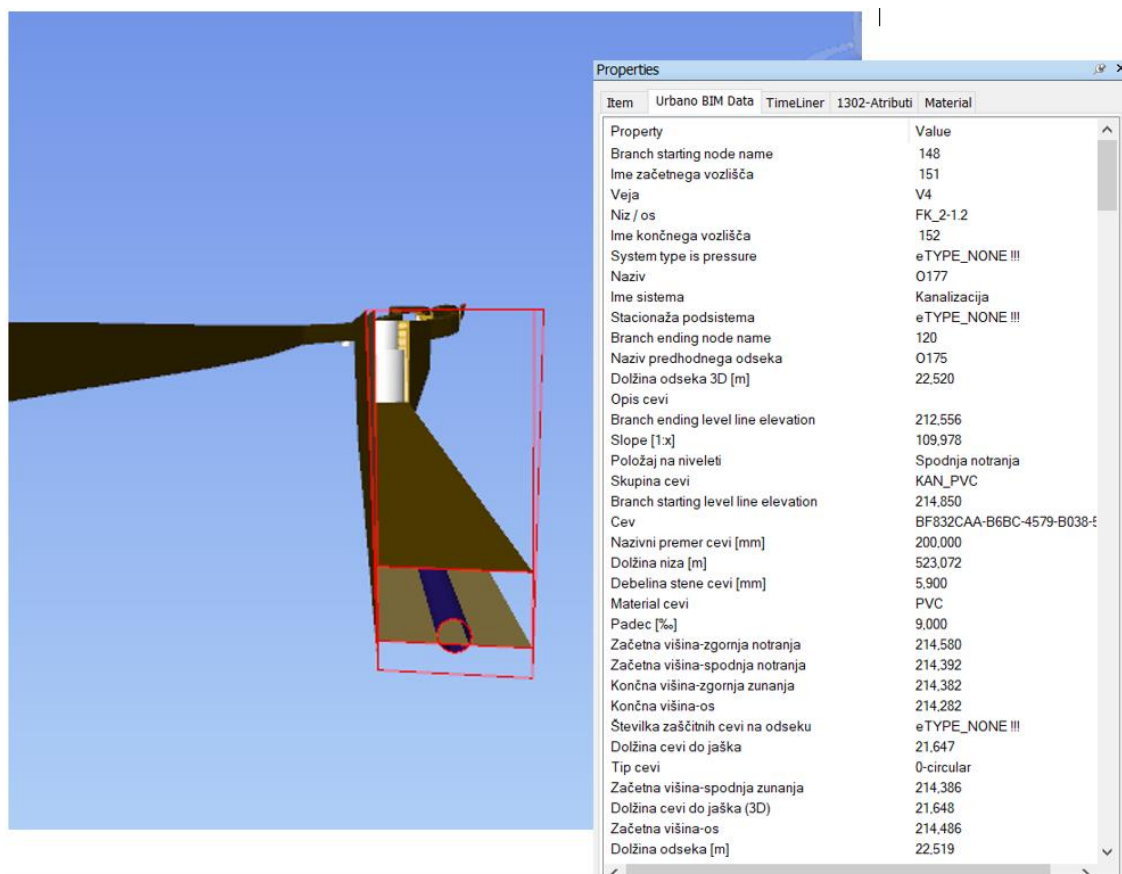
Na sliki 30 je z modro označen jašek z atributi. Atributi so zbrani v kategoriji Urbano BIM Data, ki vsebuje informacije o tipu jaška, višinskem podatku pokrova in dnu jaška, številu cevi, ki grejo v jašek, koordinatah x, y in z, volumnu jaška, debelini dna jaška. K obstoječim podatkom se lahko doda tudi dodatne attribute, kot je na primer Normativ postavke, na katero se navezuje gradnik v popisu del.



Slika 30: Prikaz jaška z atributi.

Vir: (lastni vir)

Na sliki 31 je z modro označena cev z atributi, ki so zbrani v kategoriji Urbano BIM Data. Atributi podajajo informacije o veji sistema, na katerem se cev nahaja, o imenu začetnega in končnega vozlišča, dolžini, padcu in materialu cevi, premeru cevi in debelini stene, začetni in končni višini nivelete cevi in drugi podatki.



Slika 31: Prikaz cevi z atributi

Vir: (lastni vir)

5 SKLEP

Diplomsko delo obravnava postopek izdelave informacijskega modela na primeru načrtovanja odvodnjavanja odpadnih voda v Prlekiji. Končni rezultat je izdelan 3D BIM model v programu Urbano, ki smo ga izvozili v dva izhodna formata ifc in nwc. Prav tako smo izvedli pretvorbo sistema iz okolja programa Urbano v Civil 3D elemente, katere uporabnost je referenčno križanje s koridorji, ki predstavljajo elemente ceste. Na ta način se direktno usklajuje rešitve znotraj programskega orodja Civil 3D.

H1: Za uveljavitev uporabe digitalizacije v gradbeništvu je neizogibna uporaba BIM tehnologij.

Veljavnost hipoteze 1 smo preverili na teoretičnem in praktičnem delu diplomskega dela. BIM pristop temelji na ideji stalne uporabe digitalnih modelov tekom celotne življenjske dobe zgradbe, vse od začetne ideje in zasnove skozi vse faze detajlnega načrtovanja do same izgradnje in naprej skozi fazo delovanja, obratovanja oz. uporabe gradbenega objekta. Nekateri celo enačijo BIM s terminom »digitalizacija gradbenega sektorja«, kar pa ni čisto pravilno. Hipotezo 1 potrdimo.

H2: Za uvedbo BIM-a v gradbenih projektih je potrebna strategija implementacije BIM-a.

Hipotezo 2 smo preverili z analizo specifikacij, smernic in priročnikov za implementacijo BIM pristopa v gradbeni projekt.

Ugotovili smo, da je za uspešno uporabo BIM tehnologije v projektu potrebno obvladovati informacijski management, ki zajema krogotok procesov, ljudi in tehnologije. BIM projekt ne bo uspešen, če s strani naročnika ne bodo jasno in razumljivo postavljeni cilji. Spekter uporab BIM pristopa je velik, zato je potrebno izdelati strategijo uvedbe BIM-a v smeri dosega zahtevanih ciljev, saj se v nasprotnem primeru preveč časa in stroškov nameni nepotrebnim detajlom. Hipotezo 2 potrdimo.

H3: Uvedba BIM-a ne prinaša spremembe le v pristopu projektiranja ter načinu sodelovanja med različnimi udeleženci projekta, temveč gre za uvajanje novega poslovnega modela sistema BIM v vseh fazah grajenega okolja.

Teoretične osnove za uvedbo BIM pristopa v gradbeni projekt so bile podane v drugem in tretjem poglavju diplomskega dela, kjer smo spoznali definicijo stopnje zrelosti BIM pristopa, ki opredeljujejo načine (geometrijske in negeometrijske) predstavitve projekta (3D model, 3D BIM model), načine interoperabilnosti, sodelovanja in stopnje digitaliziranosti predajnih

formatov (papirnata oblika, modeli). Integracija velike količine relevantnih podatkov in informacij v projektu ter možnost njihovih raznovrstnih predstavitev in analiz. S pomočjo BIM orodij in ustrezno vnešenih informacij se že v zgodnjih fazah projekta preveri in ovrednoti različice končne rešitve in se izbere najustreznejša. V primerjavi s tradicionalnim pristopom takšen delovni proces zahteva večjo intenzivnost v začetnih fazah projekta (načrtovanje), vendar omogoča prihranke pri izvedbi in v obratovanju zgrajenega objekta. Hipotezo 3 potrdimo.

H4: Uvedba BIM-a v investicijskem procesu zagotavlja večjo transparentnost in sledljivost toka informacij med deležniki procesa, znižuje stroške gradnje, časovne izgube ter dviguje kakovost inženirskih rešitev.

Hipotezo 4 smo preverili na praktičnem primeru izdelave 3D BIM modela kanalizacijskega sistema odvodnje. BIM 3D model odvodnje odpadnih voda smo v izhodnih odprtih formatih uvozili v program Navisworks in pregledali vsebnost informacij, ki jih gradniki vsebujejo. S pomočjo vizualizacije smo preverili morebitna križanja (kolizije) modelov, namen katere je odprava napak, še preden gre objekt v fazo izgradnje. Na ta način se dviguje kakovost inženirskih rešitev ter znižuje stroške in časovne izgube med samo gradnjo. Hipotezo 4 potrdimo.

Za konec lahko sklenemo, da pri tako tehnološko zahtevnem pristopu, kot je BIM, zahteva veliko znanja vseh uporabnikov in naročnikov, ki zaenkrat le težko sledijo širši implementaciji. Udeleženci v investicijskem procesu sicer nastopajo z visoko stopnjo zavedanja o uporabnosti in prednostih uvedbe digitalnih rešitev v obliki BIM tehnologij, kar se kaže v vedno večjem številu projektnih nalog javnih naročil, kjer je BIM zahtevan kot podpora tradicionalnemu načinu izvajanja projekta. Na ta način nastaja veliko primerov »dobrih« praks in nadgrajevanja usposobljenosti vseh udeležencev.

BIM se v Sloveniji sooča še z nekoliko večjim nezaupanjem glede pozitivnih učinkov in prihrankov pri investicijah. Slabost predstavlja tudi podaljševanje časa načrtovanja in neusposobljenost izvajalcev in nadzornikov, ki bi morali biti koristniki teh informacij.

Da bi BIM v Sloveniji še dodatno vzpodbudili, je potrebna zelena luč države, ki pa na žalost še ni v zadostni meri pripravljena na uveljavitev BIM pristopa na nivoju zakonodaje, saj zaenkrat še ni uradno sprejela nobenih zakonskih predpisov.

Ti bodo v bližnji prihodnosti morali biti sprejeti, saj bomo konkurenčnost s tujimi državami ohranjali le, če bomo sledili razvoju naprednejših držav.

6 VIRI, LITERATURA

Akcijski načrt uvedbe digitalizacije na področju grajenega okolja v RS. (2018). Pridobljeno iz siBIM: <http://sibim.si/dokumenti/BIMPrirocnikIZS/>.

BCF Managers to connect. (2019). Pridobljeno iz BIM Collab: <https://www.bimcollab.com/en/BCF-Manager/BCF-Manager>.

British Standards and Publicly Available Specifications (PAS) from BSI. (2019). Pridobljeno iz BIM Level 2: <https://bim-level2.org/en/standards/>.

Canalis program za načrtovanje in vzdrževanje kanalizacijskih sistemov. (2019). Pridobljeno iz CGS LABS: <https://www.cgs-labs.si/Programi/StudioARS/Canalis.aspx>.

Civil 3D. (2019). Pridobljeno iz Autodesk: <https://www.autodesk.eu/products/civil-3d/overview>.

Detailed BIM Strategy. (2018). Pridobljeno iz Rail Baltica: http://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2018/09/RBR_Detailed_BIM_Strategy_v2.0.pdf.

Direktiva 2014/24/EU Evropskega parlamenta in sveta o javnem naročanju in razveljavitvi. Direktive 2004/18/ES. (26. februar 2014). Pridobljeno iz EUR - Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0024&from=NL>.

Goubau, T. (2017). *A history of BIM.* Pridobljeno iz Aproplan blog: <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>.

Level of Development Specification. (November 2018). Pridobljeno iz BIM Forum: <https://bimforum.org/lod/>.

Marc, K., Medved, S. P., Štravs, B., Tibaut, A., Žibert, M., Brus, G., & Lah, M. (April 2018). *Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje.* Pridobljeno iz IZS Priročniki: <http://www.izs.si/prirocniki-publikacije/drugi-prirocniki-izs/prirocnik-za-pripravo-projektne-naloge-za-implementacijo-bim-pristopa-za-gradnje/>.

Navisworks. (2019). Pridobljeno april 2019 iz Autodesk: <https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>.

Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov.
(Junij 2018). Pridobljeno iz PIS Republike Slovenije:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13306>.

Urbano 9 Canalis. (2019). Pridobljeno iz StudioARS:
http://www.studioars.com/en/urbano_9_canalis/146/2.

Zabreznik, I., Lesničar, R., Medved, S. P., & Mihalič, K. (2017). *BIM v infrastrukturi.*
Pridobljeno iz Lineal:
https://www.lineal.si/sites/default/files/Novice/12.kongres/7_BIM%20v%20Infrastrukturi.pdf

7 PRILOGE

Priloga 1: Prikaz gradbene situacije kanalizacijskega sistema odvodnje.

Priloga 2: Stopnja natančnosti (LOD) za cevi in jaške.