



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
inštalacije

**IZDELAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE
ELEKTROINŠTALACIJ Z UPORABO BIM
PROGRAMSKEGA ORODJA**

Mentor: mag. Robert Rauch
Lektorica: mag. Nataša Koražija, prof. slov.

Kandidat: Daniel Štuklek

Loče, avgust 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Robertu Rauchu za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Hvala podjetju Enerko Biro, d. o. o., ki mi je dovolilo uporabo BIM- programskega orodja za namene predstavitve v predmetnem diplomskem delu.

Zahvaljujem se tudi lektorici ge. Nataši Koražija, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvala gre še mojim najbližjim, partnerici Damjani, sinu Aleksu in hčerki Nini, za vso spodbudo, razumevanje in tudi motivacijo v času študija.

IZJAVA

Študent Daniel Štuklek izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Roberta Raucha.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne: _____

Podpis: _____

POVZETEK

Naloga obravnava projektiranje in načrtovanje natančnih načrtov elektroinštalacij, pri čemer se v celotnem procesu uporablja BIM-pristop do projektiranja in primerna orodja. Cilj naloge je prikazati eno izmed BIM-programskih orodij ter prikazati, kako se projektiranje s sodobnimi orodji razlikuje od načrtovanja s CAD-orodjem. Za konec bo predstavljen celoten postopek izdelave projektne dokumentacije s predstavljenim BIM-orodjem. Poudarjeni bodo ključni koraki za izvedbo in prednosti ter slabosti uporabe BIM-orodja. Zaključek bo predstavljal celovito sliko implementacije BIM-pristopa k projektiranju elektroinštalacij in njegov pomen v gradbeni industriji.

KLJUČNE BESEDE

- BIM-projektiranje
- Projektiranje elektroinštalacij
- Projektna dokumentacija elektroinštalacij
- BIM- in CAD-orodja

ABSTRACT

The bachelor's thesis explores design and engineering of precise electrical installation plans, with the help of BIM approach and tools throughout the entire process. Task's goal is to explore and demonstrate one of such BIM software tools and show how it differs from standard CAD tools. At the end, the entire process of creating documentation for an electrical project will be presented with key advantages and disadvantages of using a BIM software tool highlighted. Conclusion of thesis will give a comprehensive view of the implementation of BIM software in the construction industry.

KEYWORDS

- BIM design
- Electrical installation design
- Project documentation of electrical installation
- BIM and CAD software

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	2
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	2
2	ELEKTRO PROJEKTNA DOKUMENTACIJA	3
2.1	Tehnično poročilo	3
2.2	Projektantski popis	3
2.3	Tlorisi in sheme.....	4
3	IZDELAVA ELEKTRO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	5
3.1	Programska orodja	5
3.2	Informacijske in tehnične zahteve BIM modela.....	5
3.3	Projektiranje s pomočjo CAD-programskih orodij.....	9
3.4	Projektiranje s pomočjo BIM-programskih orodij.....	9
3.5	Primerjava CAD z BIM.....	10
4	BIM-PROGRAMSKO ORODJE DDSCAD	12
4.1	Predstavitev programa	12
4.2	Funkcije programa	14
4.3	Obdelava risb	17
4.4	Samodejni izpisi	19
5	IZDELAVA NAČRTA ZA HIŠNO ELEKTRO INŠTALACIJO S POMOČJO DDSCAD	20
5.1	Priprava in poimenovanje mape projekta.....	20
5.2	Uvoz IFC-modelov in DWG-načrtov	21
5.3	Priprava »Layoutov« oz. razporeditev načrtov	23
5.4	Izdelava okvirjev in glav načrta.....	23
5.5	Vnos predpripravljenih električnih simbolov	24
5.6	Izdelava tripolne sheme za električni razdelilnik	25
5.7	Priprava za plot	26
6	ZAKLJUČEK	29
7	LITERATURA IN VIRI	30

KAZALO SLIK

Slika 1: LOD 100	6
Slika 2: LOD 200	6
Slika 3: LOD 300	7
Slika 4: LOD 350	7
Slika 5: LOD 400	8
Slika 6: LOD 500	8
Slika 7: Porazdelitev časa pri uporabi CAD oz. BIM-pristopa k projektiranju.....	11
Slika 8: Uporabniški vmesnik DDScad.....	12
Slika 9: Skupine elementov elektroinštalacij	13
Slika 10: Navigacijsko okno za izbiro načrta	13
Slika 11: Primer pojavnega okna za parapetno dvojno 230 V vtičnico	14
Slika 12: Orodje za zaznavanje kolizij med izbranimi modeli	15
Slika 13: Primer 3D-modela kableskega razvoda	15
Slika 14: Primer integracije atributne tabele v IFC-model	17
Slika 15: Pojavno okno za uvoženo datoteko	18
Slika 16: 2D-pogled na parapetni kanal v tlorisu.....	18
Slika 17: 3D-pogled na parapetni kanal v modelu.....	19
Slika 18: Glavna delitev projektne mape.....	20
Slika 19: Osnovna stran DDScad	21
Slika 20: Delitev mape BIM-projekta.....	21
Slika 21: Okno za uvoz IFC-modelov	22
Slika 22: Okno za uvoz DWG-podlog	22
Slika 23: Delitev elementov elektroinštalacij po načrtih.....	23
Slika 24: Samodejno generirana legenda močnostnih in signalno-komunikacijskih inštalacij	24
Slika 25: Okno za urejanje parametrov simbola.....	25
Slika 26: Primer samodejno generirane tripolne sheme.....	25
Slika 27: Osnovna glava načrta v DDScad	26
Slika 28: Uporabniško ustvarjena glava podjetja Enerko Biro, d. o. o.	27
Slika 29: Primer načrta večjega projektiranega objekta	28

POJMOVNIK

Bloki:	Gradniki, ki sestavljajo IFC-modele.
Plasti načrta:	Načrt si projektant razdeli na plasti, glede na projektirane sisteme, za večjo preglednost med načrtovanjem.
Atributna tabela:	Tabela, v kateri BIM-menedžer projekta definira stopnjo razvitosti modela in poda podatke za implementacijo v IFC-model.
Plot:	Printanje načrtov v PDF ali fizični obliki.
Podmodel:	Del IFC-modela, ki vsebuje samo elemente določene stroke.

KRATICE IN AKRONIMI

BIM:	Building Information Modelling – Orodja za informacijski pristop k projektiranju. Nov pristop, ki zagotavlja lažje izmenjevanje informacij.
CAD:	Computer Aided Design – Orodja za načrtovanje 2D- ali 3D-tehničnih risb in shem. Pogovorno velja izraz za 2D-projektiranje.
IFC:	Industry Foundation Classes – Industrijsko uveljavljen standard za izmenjevo podatkov v arhitekturni in gradbeni stroki.
PZI:	Projekt za izvedbo del ustvarja projektant v fazi projektiranja. Možnih je več različnih verzij PZI.
PID:	Projekt izvedenih del ustvari projektant po koncu izvedbe projekta. Vsebuje vse spremembe, do katerih je prišlo med izvedbo.
LOD:	Level Of Detail – Stopnja razvitosti BIM-modela, ki je določena za vsako stopnjo projekta

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Projektna dokumentacija je sklop dokumentov, ki je ključen za izvedbo vsakega gradbenega projekta. Vsebuje vse informacije o sami zgradbi in navodila za izvedbo zahtevanih del. Mape in fascikli projektne naloge vsebujejo načrte, tehnične risbe, sheme, projektantske popise in še mnogo drugih dokumentov. Projektna dokumentacija omogoča vsem sodelujočim pri projektiranju in izvedbi vpogled v potek in zahteve obravnavanega projekta.

Obsežnost in kompleksnost projektiranih projektov vodi nemalokrat do težav pri koordinaciji in komunikaciji med člani projektne ekipe. Slaba komunikacija vodi v napake, kar povzroča zamude in posledično povečanje stroškov ter težave pri izvajanju del (S!BIM, 2021).

V zadnjih letih se je na trgu pojavila nova tehnologija in s tem svež pristop k delu projektantske ekipe, ki se imenuje BIM. Gre za pristop, ki omogoča ustvarjanje digitalnega modela objekta. Ta vsebuje vse informacije projekta od njegove zasnove pa do njegovega dokončanja, ki so zbrane v BIM-datotekah. Vsebuje podatke o vseh sistemih, vključno z arhitekturo, gradbeno konstrukcijo, elektroinštalacijami in strojnimi inštalacijami.

Inženirska zbornica Slovenije (2018), je v svojem priročniku zapisala, da uporaba BIM-a prinaša veliko prednosti pri izdelavi projektne dokumentacije, saj industrijsko uveljavljeni standardi omogočajo sodelovanje celotne projektne ekipe. S tem se izboljša koordinacija, zmanjša število napak in poveča natančnost načrtovanja.

Uporaba BIM-pristopa k projektiranju ne omogoča le 3D (oblikovnega) modeliranja, vendar tudi 4D (časovno), 5D (cenovno) in še kakšno drugo analizo. Vse to sicer poveča obseg dela v sklopu projektiranja, vendar takšen pristop omogoča bolj učinkovito izvedbo del in optimizacijo stroškov (IZS, 2018).

1.2 Cilji naloge

Naloga bo preučila enega izmed uporabljenih BIM-programov in kako uporaba le tega vpliva na izdelavo projektne dokumentacije. Preučila bo, kako se projektiranje z BIM-orođjem primerja z uporabo CAD-orođja. Eno od BIM-orođij bo tudi predstavljeno. Za konec bo opisala celoten potek izdelave načrtov za hišno elektro inštalacijo s pomočjo predstavljenega BIM-orođja in s tem na praktičnem primeru dokazala prednosti ter slabosti BIM-pristopa k projektiranju.

1.3 Predstavitev okolja

Diplomsko delo je nastajalo v sodelovanju s podjetjem Enerko Biro, d. o. o. Gre za podjetje za projektiranje in inženiring nizkonapetostnih elektroinstalacij, ki se ukvarja z načrtovanjem vseh vrst objektov. Od poslovnih in stanovanjskih stavb pa vse do industrijskih obratov in objektov javne infrastrukture.

V portfoliju podjetja so projekti, kot je novi objekt Zavarovalnice Sava v Mariboru, 2. terminal letališča Jožeta Pučnika v Ljubljani, trgovski center Mercator v Mariboru in še bi lahko naštevali.

1.4 Predpostavke in omejitve

CAD-programska orodja so ob prihodu na trg hitro postala nepogrešljivo orodje v arzenalu projektanta. Zaradi svojih revolucionarnih funkcionalnosti so se uveljavila v inženirskih pisarnah po celotnem svetu. Diplomsko delo bo raziskalo sposobnosti BIM-programskega orodja in poskušalo ugotoviti, ali imajo BIM-programi zmožnosti za projektiranje, ki jih standardna CAD-orodja ne omogočajo. Prav tako bo v nalogi na konkretnem primeru predstavljeno, ali imajo funkcionalnosti BIM-programa dejansko pozitiven vpliv na projektiranje.

Pri izdelavi diplomskega dela se lahko pojavijo določene omejitve. Te je treba upoštevati, saj lahko vplivajo na rezultate in ugotovitve. Raziskava bo omejena glede na dostop do podatkov in projektov, saj vsi podatki niso javno dostopni oz. deljeni z raziskovalci. V ta namen projekt, ki bo uporabljen pri praktičnem primeru, ne bo imenovan. Raziskava praktičnega primera se bo pri uporabi BIM-programskega orodja omejila le na njegove BIM-funkcionalnosti. To pomeni, da CAD-zmožnosti programa ne bodo raziskane zaradi omejenega obsega dela. Na trgu je na voljo veliko različnih BIM- in CAD-orodij. Analiza se bo morala omejiti le na izbrana programska orodja.

1.5 Metode dela

Pri raziskavi bodo uporabljene različne metode, s katerimi se bo ugotovil vpliv BIM-a na izdelavo elektro projektne dokumentacije. Te bodo omogočile celosten pregled na obravnavano temo. Za začetek bo naloga z opisno metodo in metodo združevanja preučila literaturo za pridobitev vpogleda v teoretične osnove in pretekle raziskave na področju BIM-tehnologije. V sklopu primerjave bo analiza pokazala podobnosti in razlike projektiranja s standardnim CAD-orodjem in projektiranje z BIM-orodjem. BIM-orodje, s katerim bo na koncu izveden tudi praktičen prikaz izvedbe projektne dokumentacije, bo z uporabo analitične metode podrobno predstavljeno. Z naštetimi metodami bo raziskava dobila zadosten vpogled v obravnavano temo, na podlagi katerega bo mogoče dobiti ustrezne rezultate.

2 ELEKTRO PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

2.1 Tehnično poročilo

Tehnično poročilo projekta je glavni dokument, ki opisuje vse projektirane inštalacije. V uvodu so navedeni ključni podatki projekta. Naziv gradnje s kratkim opisom, vrsta gradnje, kjer je možno izbrati med naslednjimi vrstami gradnje: novogradnja – novozgrajen objekt, novogradnja – prizidava, rekonstrukcija, manjša rekonstrukcija, investicijsko vzdrževalna dela in legalizacija. Uvod prav tako vsebuje podatke o vrsti dokumentacije, podatkih o načrtu in odgovornem projektantu načrta s podpisom. V nadaljevanju tehničnega poročila sledi seznam vseh načrtov, ki jih tehnično poročilo zajema. V primeru, ko investitor ne zahteva deljenja elektroinštalacij po sklopih, so vsi načrti zbrani v eni mapi.

Glavno vsebino tehničnega poročila predstavljajo tehnične specifikacije, ki so specifične za vsak projektiran tip objekta. V tem delu je pisno zapisano, kako je bil objekt projektiran ter kateri standardi in direktive so bili pri tem upoštevani. V vsebini so zajeti vsi vidiki elektroinštalacij, od zasnove napajanja zgradbe in razsvetljave, pa vse do tehničnih sistemov in komunikacijskih inštalacij. Vsebina je skozi besedilo podprta z izračuni.

Enega izmed glavnih delov tehničnega poročila predstavlja popis materialov, opreme in izvedbe s cenami. Kot priloge pa lahko projektant k poročilu doda še dimenzioniranje napajanja, izračune osvetljenosti in tehnične specifikacije sistema, kot je npr. fotovoltaika.

2.2 Projektantski popis

Projektantski popis elektroinštalacij vsebuje podrobne opise in specifikacije vseh projektiranih elementov. Služi kot osnova za ponudbo izvajalca del, okvirno oceno stroškov in nadzor izvedenih del.

V uvodu so zapisani osnovni podatki o projektu. Temu sledi seznam del in elementov, ki so smiselno razdeljeni po skupinah. Vsaka skupina inštalacij vsebuje delovne postavke, ki vključujejo stroške pripravljalnih del, montaže, priključitev in zaključnih del. Oprema je popisana natančno, opis pa prav tako vključuje podrobne specifikacije, kot so tip, dimenzije, količine in predlaganega oz. izbranega proizvajalca. Natančno prešteto število uporabljenih elementov omogoča točen izračun stroškov.

Pomemben del popisa pri uporabljeni BIM-metodi projektiranja so kode postavke. Te so edinstvene za vsak element posebej. Vsebujejo jih tudi elementi, ki niso BIM-

postavke. To se v popisu tudi ustrezno označi, saj vse postavke niso zajete v projektiranem BIM-modelu.

2.3 Tlorisi in sheme

Seznam načrtov tehničnega poročila vsebuje vse tehnične risbe, ki so zajete v sklopu projekta. Te projektant samostojno ali po zahtevi naročnika razdeli po skupinah. Osnovna delitev predstavlja načrte močnostnih in komunikacijskih inštalacij, splošne in varnostne razsvetljave, kableskega razvoda in načrte tehničnih sistemov objekta.

Tlorisom sledijo sheme, ki so prav tako razdeljene po skupinah. Sheme napajanja strojnih inštalacij, blok sheme napajanja, tehničnih in komunikacijskih sistemov in enopolne sheme električnih razdelilnikov ter sheme univerzalnega ožičenja so zajeti v tem delu projekta.

3 IZDELAVA ELEKTRO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

3.1 Programska orodja

Za načrtovanje elektroinštalacij je projektantom na voljo specializirana programska oprema, ki omogoča natančno projektiranje, analize in deljenje digitalnih modelov. V osnovi jih delimo na dve skupini. CAD oz. računalniško podprto načrtovanje predstavlja programsko opremo in orodje, ki ga projektanti uporabljajo za ustvarjanje svojih načrtov. Uporablja se v različnih strokah inženirskega poklica. Vse od arhitektov in gradbenih inženirjev pa do elektro in strojnih inženirjev. CAD največkrat predstavlja 2D-načrtovanje in projektiranje. Modeli v teh specializiranih programih ne vsebujejo dodatnih informacij, kot to omogočajo BIM-orodja.

BIM oz. informacijsko podprto projektiranje zraven oblikovanja realnih geometrijskih modelov omogoča tudi dodajanje podatkov in parametrov v komponente modela. Te informacije niso namenjene le projektantom, vendar so uporabne tudi za vzdrževanje in obratovanje zgradbe skozi celoten življenjski cikel (Kovačič, 2023).

3.2 Informacijske in tehnične zahteve BIM modela

LOD (angl. Level of Development) oz. stopnja razvitosti modela se definira pred začetkom projektiranja vsakega projekta. To določi BIM projektni menedžer, ki v BIM projektni nalogi definira stopnjo razvitosti modela za vsako posamezno fazo projekta.

Razvitost modela določa natančnost geometrijskih in negeometrijskih atributov BIM-modela. Splošno so določene naslednje stopnje razvitosti:

- **LOD 100:**

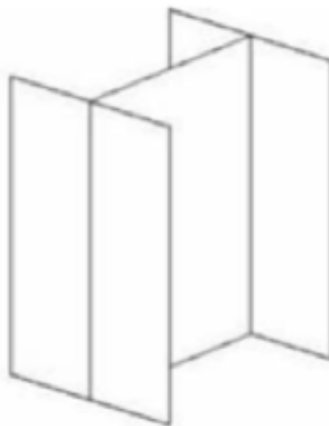
Gre za idejno zasnovo gradnje. Model podaja le osnovne informacije o projektiranem objektu.



Slika 1: LOD 100
(Vir: IZS, 2018)

- **LOD 200:**

Model vsebuje gradnike podmodela. Električni gradniki za podmodel elektroinstalacij s približnimi dimenzijami, količinami in orientacijami v prostoru.



Slika 2: LOD 200
(Vir: IZS, 2018)

- **LOD 300:**

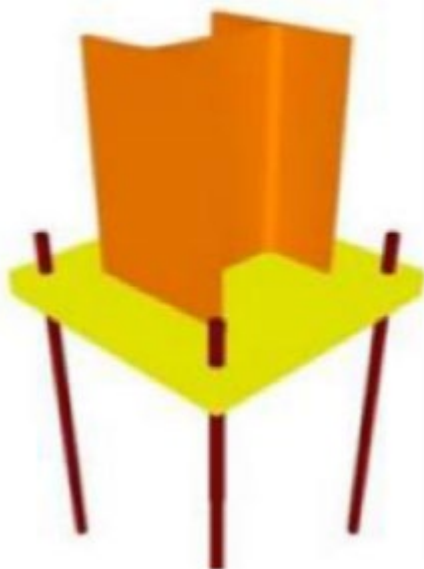
Podmodel elektroinstalacij vsebuje električne gradnike iz knjižnice BIM-gradnikov. Gradniki vsebujejo točne količine, orientacije v prostoru in so del klasifikacijskega sistema



Slika 3: LOD 300
(Vir: IZS, 2018)

- **LOD 350:**

Gradniki elektroinstalacij do v sistemu in v interakciji z drugimi sistemi gradnje. Vsebujejo podatke, ki so koristni za dobavitelje in proizvajalca.



Slika 4: LOD 350
(Vir: IZS, 2018)

- **LOD 400:**

Gradniki zraven točnih podatkov o količinah, oblikah, velikostih in orientacijah v prostoru vsebujejo še informacije potrebne za vgradnjo.



Slika 5: LOD 400
(Vir: IZS, 2018)

- **LOD 500:**

Najvišja stopnja razvitosti modela, ki je primerna za vzdrževanje in obratovanje. Model vsebuje vse informacije o dejanskem stanju objekta.



Slika 6: LOD 500
(Vir: IZS, 2018)

3.3 Projektiranje s pomočjo CAD-programskih orodij

CAD-programska orodja so specializirani programi, ki so projektantom in inženirjem vseh strok omogočila prestop iz fizičnih modelov in tehničnih risb v digitalne. To je predstavljalo velik napredek, saj je proces načrtovanja postal hitrejši, risbe in načrti natančnejši, popravljanje le-teh pa enostavno. Izmenjevanje digitalnih modelov je pomenilo lažje sodelovanje projektnih ekip, kar je še dodatno povečalo kakovost izdelanih projektov.

Za najbolj priljubljena CAD-orodja veljajo programi ameriške korporacije Autodesk. AutoCAD je predstavljal eno izmed prvih CAD-orodij na trgu. Zaradi svoje raznovrstne funkcionalnosti v vseh inženirskih strokah in konstantnega razvoja je hitro postal en izmed najbolj priljubljenih programov za projektiranje in inženiring. Na trgu obstaja še mnogo drugih CAD-programov za projektiranje, kot so BricsCAD, ZWCAD in ActCAD, vendar jih zaradi omejitev ta projektna naloga ne bo posebej obravnavala.

3.4 Projektiranje s pomočjo BIM-programskih orodij

BIM-programska orodja veljajo več kot le orodja za načrtovanje, saj uporabniku omogočajo projektiranje in inženiring s poudarkom na dodatnih informacijah v modelu. BIM-programska oprema in pristop se uporablja za izdelovanje realnih modelov zgradb in njenih podsistemov, ki niso le geometrijskega značaja. Te se projektirajo v datoteke IFC-standarda. Gre za industrijsko uveljavljen način izmenjevanja podatkov med posameznimi strokami projektne ekipe. Bloki, ki sestavljajo IFC-model, pri uporabi BIM-orodja vsebujejo dodatne parametre, kot so osnovni podatki projekta, lokacijo v zgradbi, material in podobno. To projektantom omogoča izvedbo analiz modela, kot so cenovna, operacijska in časovna analiza in še bi lahko naštevali.

Pomembno je poudariti, da BIM-pristop omogoča lažje sodelovanje in koordinacijo celotne projektne ekipe. Primerjava IFC-modelov je uporabna za izvedbo kakovostne analize modelov, kar omogoča zaznavanje in odpravljanje kolizij znotraj samega modela.

Kot nov pristop k projektiranju pa zahteva uvedba BIM-a prilagajanje uveljavljenega procesa projektiranja, za kar je potrebna postopna implementacija. Ob prehodu se prav tako pojavlja potreba po usposabljanju kadra z novim pristopom ter konstantnim razvojem programske opreme (S!BIM, 2021).

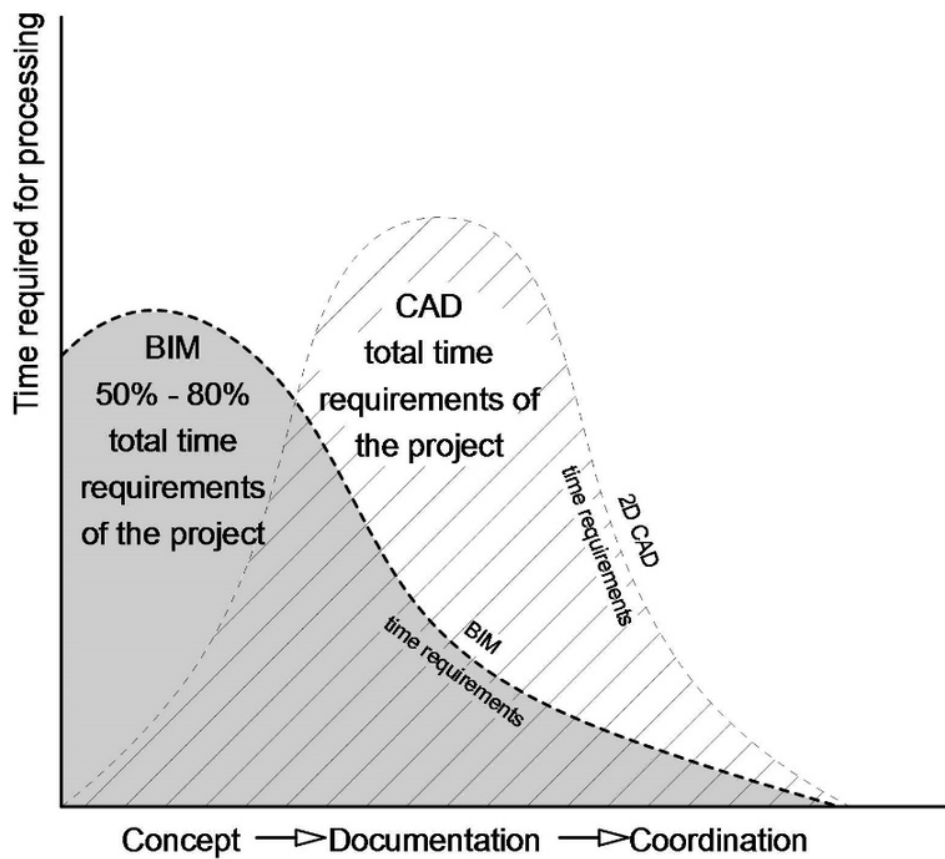
3.5 Primerjava CAD z BIM

CAD in BIM sta oba pripomogla k bolj učinkovitemu projektiranju, vendar ju loči nekaj ključnih razlik. CAD kot programska oprema in pristop se primarno osredotoča na geometrijski izgled pri načrtovanju tehničnih risb. Te so kljub veliki meri natančnosti najbolj uporabljene v fazi projektiranja in manj koristne po končanju projekta. Za razliko od CAD predstavlja BIM bolj celovit pristop k projektiranju. Informacije se skozi celoten projekt zbirajo v projektiranem modelu in so na voljo uporabnikom tudi po zaključku projekta, za namene obratovanja in vzdrževanja.

CAD se kljub omogočenemu sodelovanju med posameznimi disciplinami na to ne osredotoča. Fokus je na uporabniku samem, ponuditi najboljše pogoje za izdelavo natančnih tehničnih risb in načrtov. Gre za še drugo izmed bistvenih razlik, saj se z uporabo BIM-pristopa k projektiranju močno promovira lažje sodelovanje projektne ekipe. To je ena izmed ključnih lastnosti BIM-pristopa in programske opreme, da se z boljšo koordinacijo zmanjšajo stroški, ki nastajajo z zamudami in usklajevanji med samo gradnjo.

Uporabljen pristop k projektiranju spremeni časovnico načrtovanja in izvedbe projekta. To na grafičen način prestavi slika 1. Pri projektiranju s standardnimi CAD-orodji se projektanti najbolj osredotočajo na natančno oblikovanje ter zasnovo projektne dokumentacije. Pri tem se velika mera koordinacije odvija na samem terenu, med izvajanjem projekta. To vodi v podaljšanje rokov izvedbe in s tem večanje stroškov. Za razliko od CAD se pri uporabi BIM-pristopa projektna ekipa dalj časa zadržuje v konceptualni fazi. To omogoča projektantom več časa za koordinacijo med posameznimi strokami in dodajanju analiz ter priporočil za nadaljnjo uporabo in vzdrževanje objekta. Vse informacije so zbrane v BIM-datotekah, ki so uporabnikom na voljo po uradni predaji projekta (Fridrich, J., Kubečka, K., 2014).

Dodatna koordinacija in možne izvedbe analiz pa povečajo obseg dela projektantom. To posledično krajša roke, saj je potrebno več zadolžitev opraviti v enakem času, kot so bile inštalacije projektirane v preteklosti s CAD-orodji. Uvedba projektiranja 3D-modela in dodajanje natančnih parametrov elementov prav tako povečuje potrebno natančnost pri projektiranju.



Slika 7: Porazdelitev časa pri uporabi CAD oz. BIM-pristopa k projektiranju
(Vir: Fridrich, J., Kubečka, K., 2014)

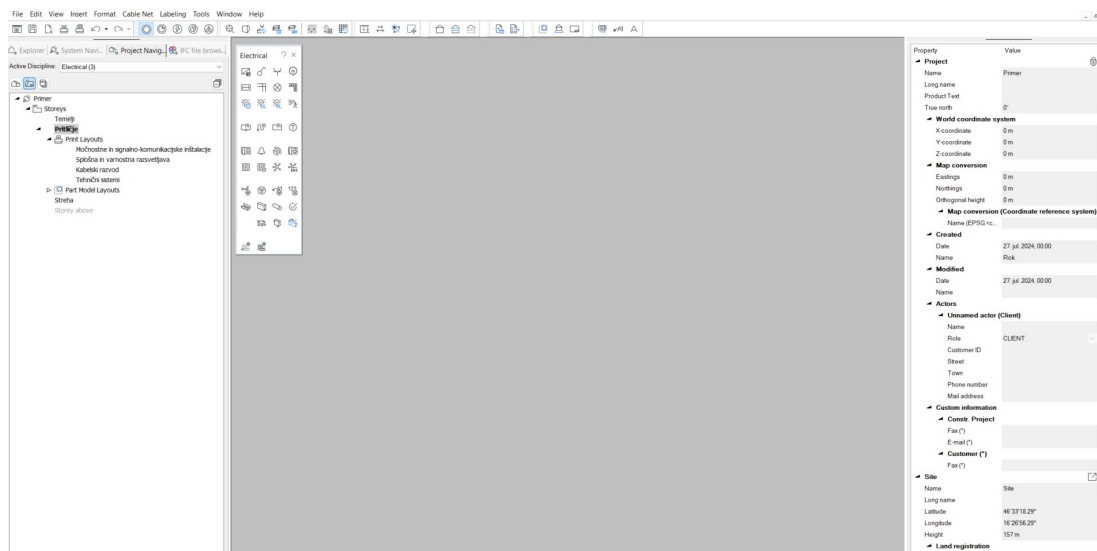
4 BIM-PROGRAMSKO ORODJE DDSCAD

4.1 Predstavitev programa

Program DDScad je razvilo norveško podjetje Data Design System, ki se je leta 2021 združilo s korporacijo Graphisoft. Podjetje se osredotoča na razvoj specializiranih programov za projektiranje tehničnih sistemov v gradbeni industriji, predvsem elektroinštalacij in strojnih inštalacij.

Glavna funkcionalnost programa DDSCADA je integracija v skupno BIM-okolje. To mu omogoča podpiranje formata IFC, ki je industrijsko uveljavljen za izmenjevanje informacij med gradbenimi strokami. Izmenjevanje ustvarjenih modelov lahko poteka brez težav, ne glede na uporabljeno programsko opremo ostalih članov projektne ekipe (DDScad, 2024).

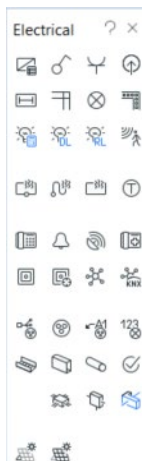
Uporabniški vmesnik temelji na enostavnem učenju uporabnika. V orodni vrstici (slika 2) se nahajajo najbolj osnovne funkcije za upravljanje s programom. Od možnosti za shranjevanje, preklop v 3D-model, izbira plasti načrta, uvoz arhitekturnega modela IFC pa do najbolj pomembnega dela, izbire stroke.



Slika 8: Uporabniški vmesnik DDScad
(Lastni vir)

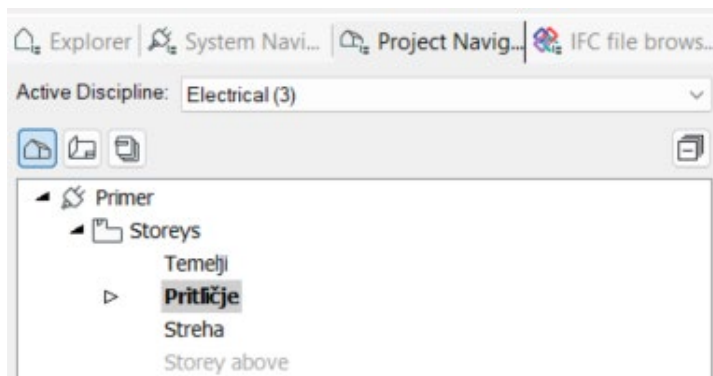
Ob izbiri elektroinštalacij se odpre okno z vsemi skupinami elementov, ki jih elektro projektant potrebuje pri svojem delu (slika 3). Kot vemo, je elementov elektroinštalacij dandanes ogromno. Tako je pri vsaki skupini prav tako omogočeno, da projektant po

potrebi doda tudi svoje elemente. Tem lahko izbere 2D-simbol oz. 3D-model iz že obstoječe knjižnice ali pa ga zmodelira sam.



Slika 9: Skupine elementov elektroinštalacij
(Lastni vir)

Na levi strani se nahaja okno, kjer projektant izbere načrt, ki ga bo obdeloval (slika 4). V primeru, da načrt že vsebuje električne razdelilnike in komunikacijske omarice, se seznam teh prav tako nahaja v levem oknu.



Slika 10: Navigacijsko okno za izbiro načrta
(Lastni vir)

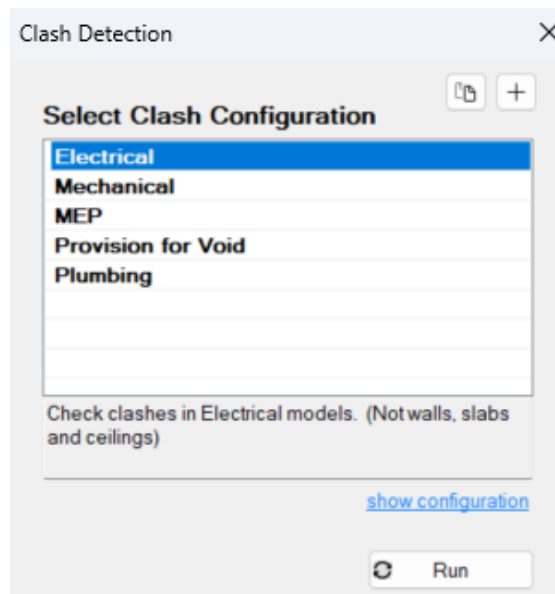
Na desni strani se ob izbiri elementa odpre okno za spreminjanje parametrov tega elementa (slika 5). Na voljo je veliko možnih postavk, ki jih projektant elementu po potrebi določi. Opis elementa, izbira plasti, barve, višina in rotacija so le eni izmed teh.

Property	Value
Socket	
Product number	EI-00108
Product	Vtičnica parapetna dvojna 230V
In Parts List	<input checked="" type="checkbox"/>
Nominal current (In)	16 A
Number of Poles	3
Protective Earth	<input checked="" type="checkbox"/>
Annotation	
Connected	
Load	
Placement	
Reference	Free
Distance	0.6 m
Lock Height	
Layer	
Use Default	<input checked="" type="checkbox"/>
Show numbers	<input type="checkbox"/>
Type	Electrical
Name	EL-01-VTIČNICE MOČ
From connected cable	<input type="checkbox"/>
Pen	
Use Default	<input checked="" type="checkbox"/>
Type	General Drawing
Name	005 Blue
From connected cable	<input checked="" type="checkbox"/>
Render surface definition	
Position	
Rotation	
Size	
Global Scaling	

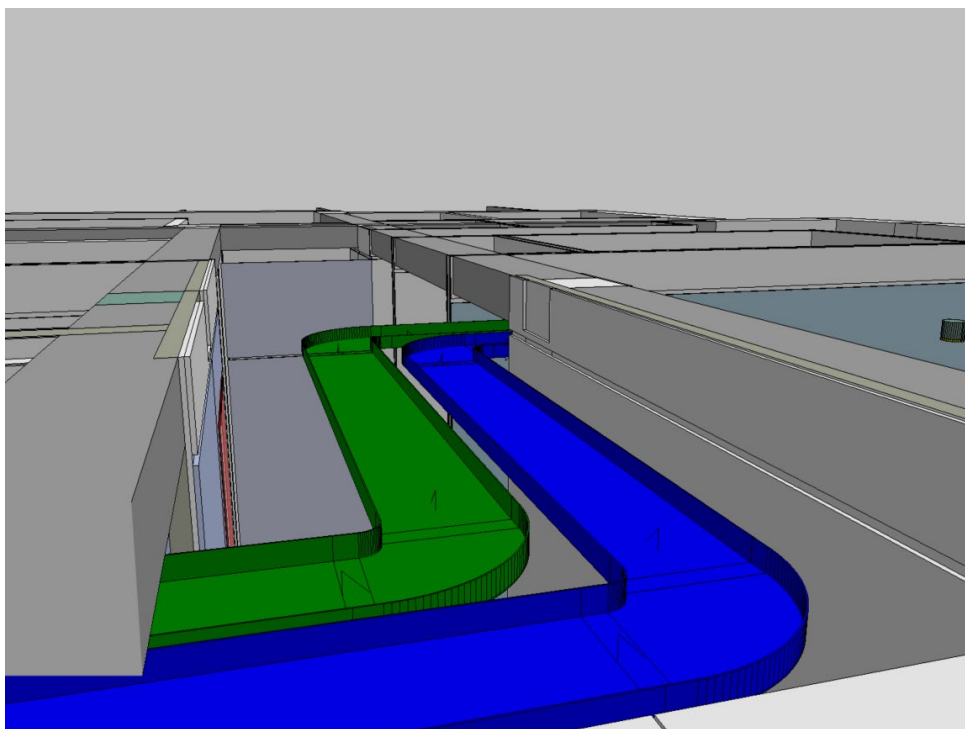
Slika 11: Primer pojavnega okna za parapetno dvojno 230 V vtičnico
(Lastni vir)

4.2 Funkcije programa

Glavne funkcionalnosti DDScada so tiste, ki projektiranje tehničnih sistemov integrirajo v skupno BIM okolje. To omogoča vnos IFC-modelov ostalih članov projektne ekipe. Vnos arhitekturnega modela omogoči projektiranje elektroinštalacij v 3D-modelu zgradbe. To pripomore k boljši vizualizaciji prostora med načrtovanjem. Uvoz IFC-modelov je koristen tudi za koordinacijo z ostalimi strokami. Največkrat to pomeni koordinacijo s sistemi strojnih inštalacij, ki zavzemajo največ prostora. Elektro in strojni projektanti lahko tako že z uporabo 3D-modela ugotovijo točke zgojitve, kjer je gostota inštalacij previsoka. Primerjava 3D-modelov je prav tako koristna za zaznavanje kolizij med inštalacijami tehničnih sistemov in arhitekturo. Te se z uporabo IFC-modelov lahko v celoti odpravijo že pred začetkom gradnje objekta (sliki 6 in 7).



Slika 12: Orodje za zaznavanje kolizij med izbranimi modeli
(Lastni vir)



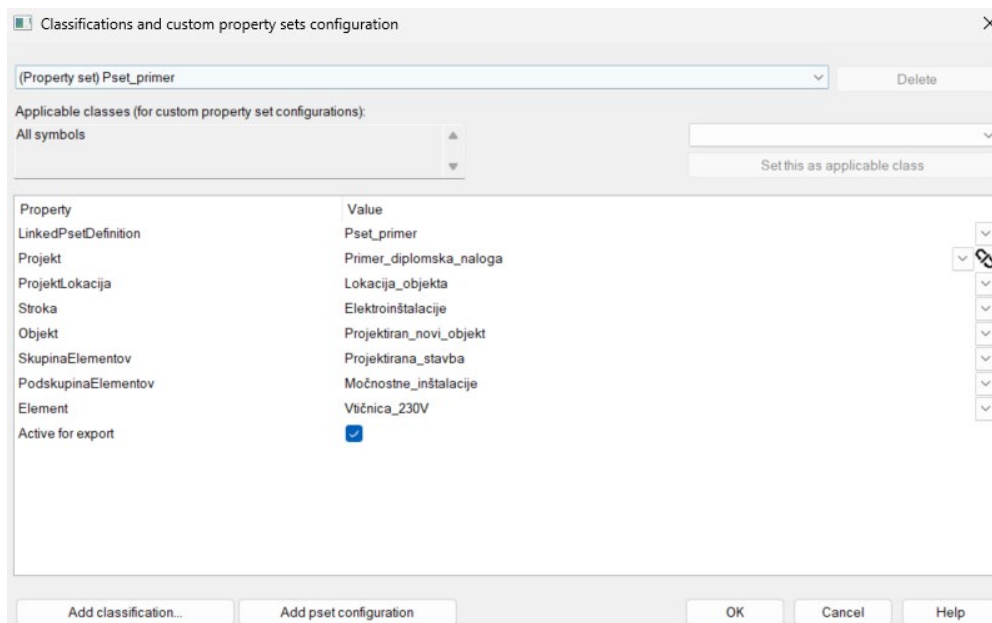
Slika 13: Primer 3D-modela kablanskega razvoda
(Lastni vir)

DDSCAD vsebuje tudi funkcionalnosti arhitekture, ki lahko pripomorejo projektantom tehničnih sistemov. DDSCAD lahko na podlagi uvožene DWG arhitekturne podloge samodejno generira 3D-model nadstropja. To omogoči projektantu 3D-prikaz objekta tudi v primeru, ko projektiran IFC-model arhitekture ne obstaja.

Skozi proces projektiranja mora projektant elektroinstalacij že v začetnih fazah projekta oddati zasnovo kabskega razvoda. To v veliko primerih pomeni približno oceno, pri čemer uporabi izkušnje iz predhodnih projektov. Težave pa prav tako povzročajo pomanjkanje informacij na začetku. DDSCAD uporabniku omogoči točen izračun zasedenosti kabske trase glede na položene kable.

Zraven izračuna zasedenosti kabske trase je ob risanju kabske poti uporabniku na voljo kalkulator izračuna padca napetosti glede na uporabljen tip kabla, načina polaganja in ostalih parametrov. Če je padec napetosti prevelik glede na predpisane vrednosti, se v pojavnem oknu izpiše opozorilo.

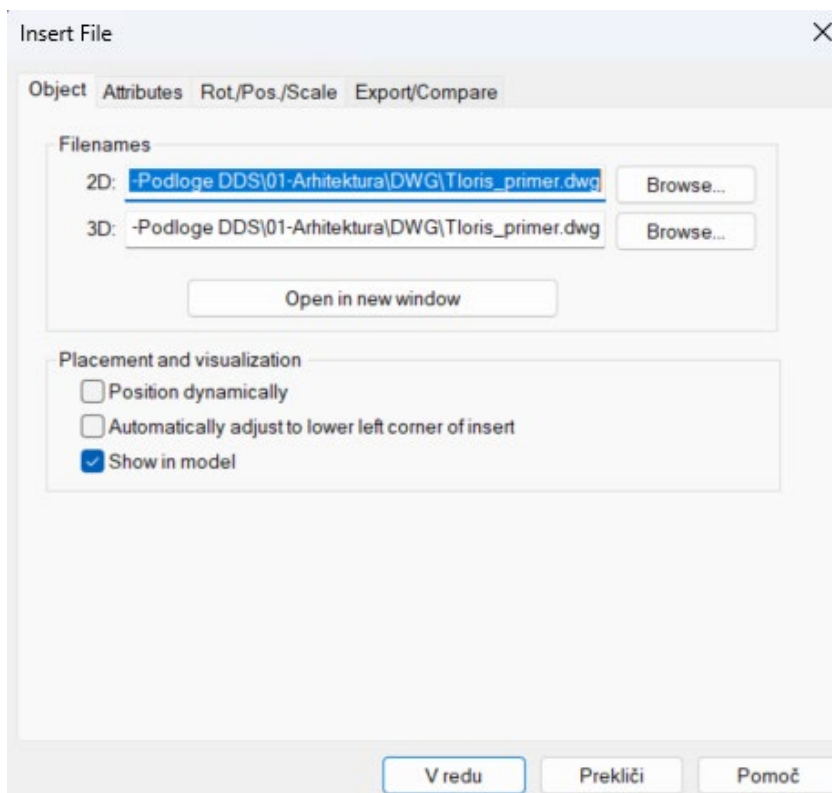
Pomembna funkcionalnost programa DDScad je prav tako integracija atributnih tabel v IFC-model. Tabele so vnaprej definirane s strani BIM-projektnega menedžerja in poslano vsem koordinatorjem podmodelov. Te vsebujejo osnovne podatke o projektu, podatke o zgradbi in postavke elementa, ki jih mora vsebovati vsak model v IFC. Zaradi temeljnih razlik v stroki, pristopu do načrtovanja in projektiranja se lahko koordinatorji podmodelov posvetujejo z BIM-menedžerjem o najbolj optimalnih atributih za njihov model. Tako je za koordinatorja podmodela elektroinstalacij bolj pomembno, da projektirani elementi vsebujejo podatke o višini in načinu montaže, IP-standardu, fazni oz. medfazni napetosti, nazivnem toku, moči itd. (slika 8).



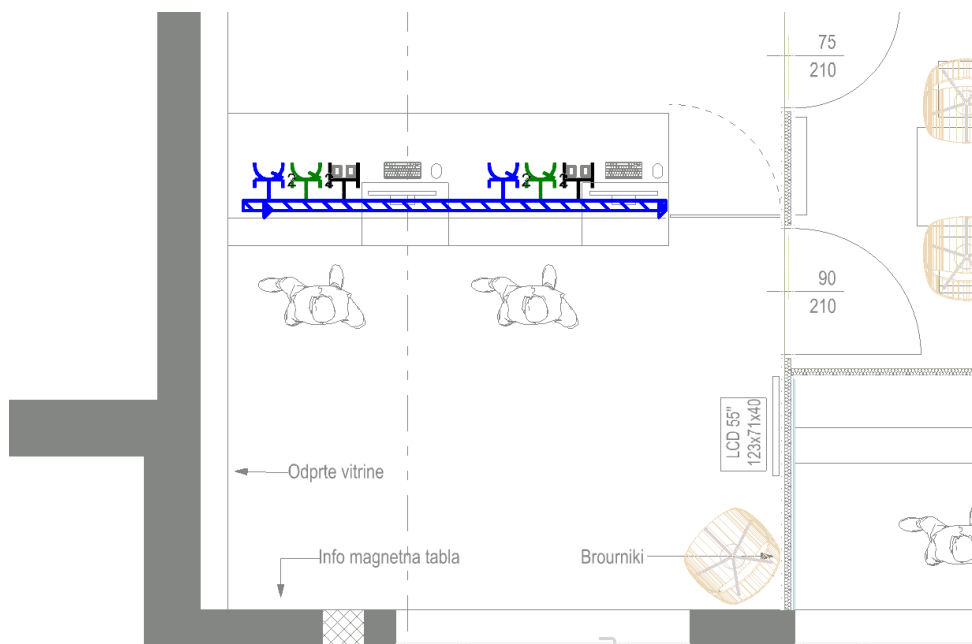
Slika 14: Primer integracije atributne tabele v IFC-model
(Lastni vir)

4.3 Obdelava risb

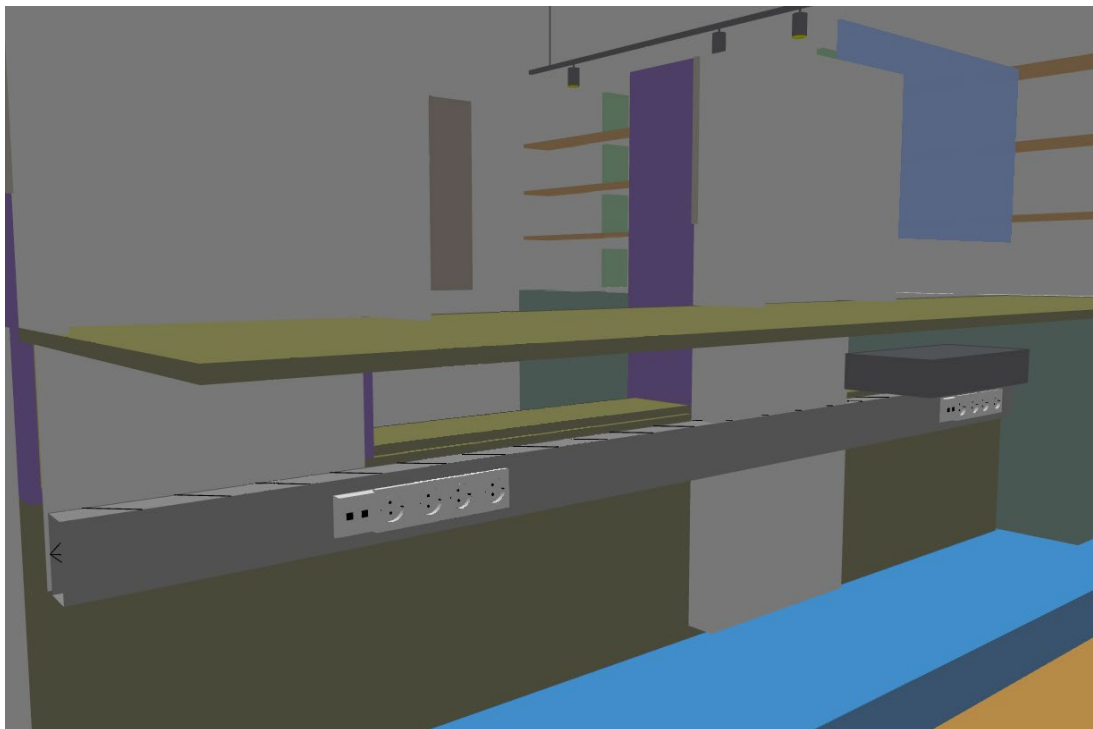
DDScad omogoča vse funkcije projektiranja v 2D-tlorisu. Obdelava risbe se začne z uvozom tlorisa arhitekture v DWG-obliki. Ob uvozu se odpre okno, v katerem lahko uporabnik že na začetku določi parametre uvoza datoteke (slika 9). Za začetek se izbere lokacija uvožene datoteke. DWG-podlogi je možno določiti barvo, plast, pozicijo in ostale parametre. Uporabnik lahko med projektiranjem prosto preklaplja med 2D- (slika 10) in 3D-modelom (slika 11).



Slika 15: Pojavno okno za uvoženo datoteko
(Lastni vir)



Slika 16: 2D-pogled na parapetni kanal v tlorisu
(Lastni vir)



*Slika 17: 3D-pogled na parapetni kanal v modelu
(Lastni vir)*

4.4 Samodejni izpisi

DDSCAD se od ostalih BIM-programov razlikuje tudi po tem, da so nekatere funkcionalnosti znotraj programa avtomatizirane. To projektantom prihrani čas med procesom projektiranja in omogoča večjo natančnost pri oblikovanju tehničnih risb. Avtomatizirano je urejanje legend načrtov. Program iz tlorisa prepozna uporabljene simbole in jih samodejno doda v generirano legendo, s kratkim opisom elementa.

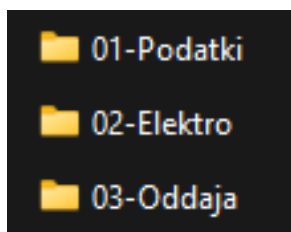
Drugi primer avtomatizacije projektiranja je ustvarjanje popisov. Program ob izbiri zelene zgradbe, nadstropja ali sobe samodejno prešteje uporabljene elemente in izmeri dolžine elementov, kot so kableske police in parapetni kanali. To omogoči projektantu, da so v njegovem popisu inštalacij navedene točne informacije glede na projektiran načrt.

Elementom projektiranega elektro modela, ki so napajani iz etažnih razdelilnikov, se lahko v programu določi mesto napajanja. Program samodejno ustvari tokokrog, ki je viden v 2D-pogledu in dodano varovalko doda v shemo. To pomeni, da se enopolne in tripolne sheme generirajo samodejno ob projektiranju. V primeru, da je treba kakšen tokokrog zamenjati, popraviti ali izbrisati, je za to na voljo enostaven vmesnik za upravljanje s shemami.

5 IZDELAVA NAČRTA ZA HIŠNO ELEKTRO INŠTALACIJO S POMOČJO DDSCAD

5.1 Priprava in poimenovanje mape projekta

Na začetku vsakega projekta je treba ustvariti projektno mapo. Ta je razdeljena na 3 glavne mape: podatki, elektro in oddaja (slika 12).



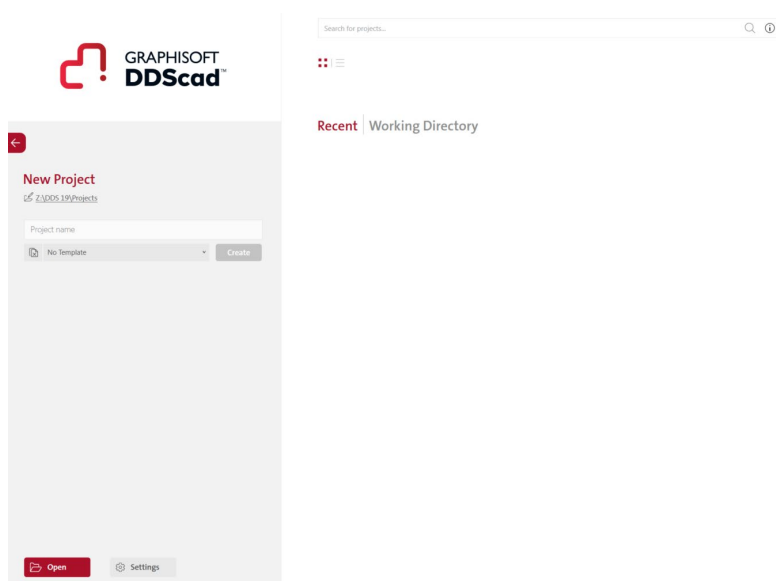
*Slika 18: Glavna delitev projektne mape
(Lastni vir)*

01-Podatki vsebuje vse prejete datoteke in dokumente, ki so posredovani. Arhitekturne podloge, IFC-modeli arhitekture in strojnih inštalacij, načrti in sheme tehničnih sistemov, razsvetljave in vse ostalo, kar je prejeto v sklopu projekta. Datoteke v tej mapi ostanejo neobdelane, da se vedno lahko poišče originalni dokument oz. načrt.

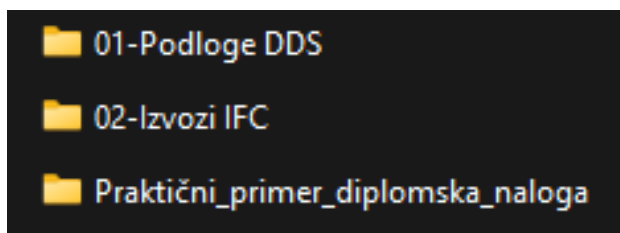
02-Elektro je mapa, v kateri so vse datoteke elektro projekta. Vsebuje glavno mapo BIM-projekta, glavno mapo za načrte v DWG, mapo za popis in dimenzioniranje.

03-Oddaja je mapa, v katero se dodajo končni načrti za vsako oddajo v obliki PDF, DWG in IFC. Tako služi ta mapa tudi kot arhiv vseh preteklih oddaj PZI in na koncu PID projekta.

Po definiranju mape projekta se lahko ustvari glavna mapa BIM-projekta. To je možno na osnovni strani DDSCADA (slika 13). Projekt se poimenuje glede na zahteve s strani BIM-projektne menedžerja in se doda v mapo, ki je namenjena za BIM-projekt (slika 14).



Slika 19: Osnovna stran DDScad
(Lastni vir)

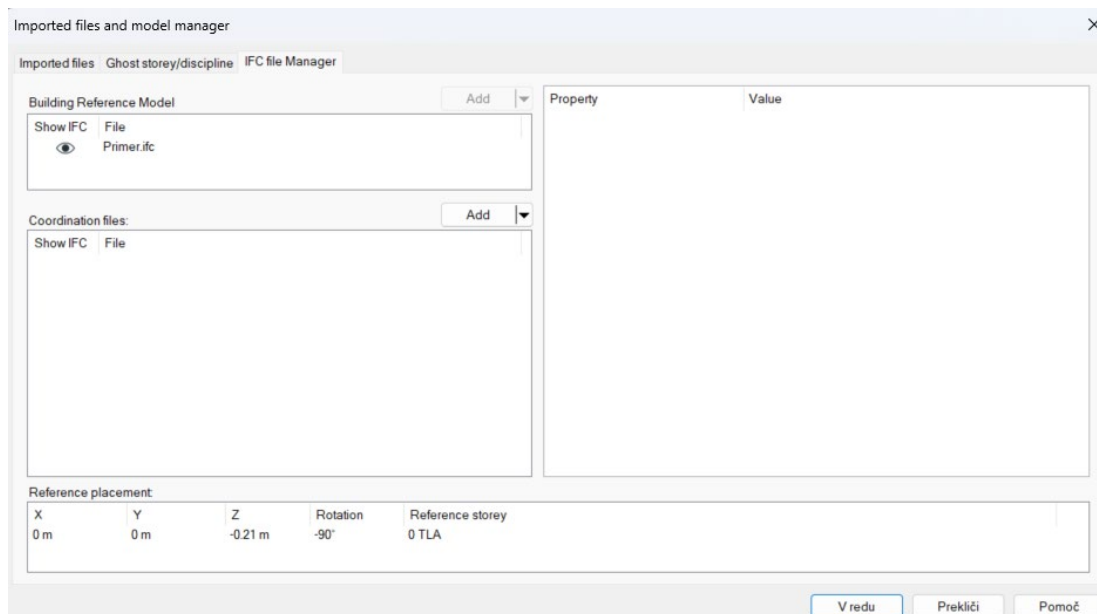


Slika 20: Delitev mape BIM-projekta
(Lastni vir)

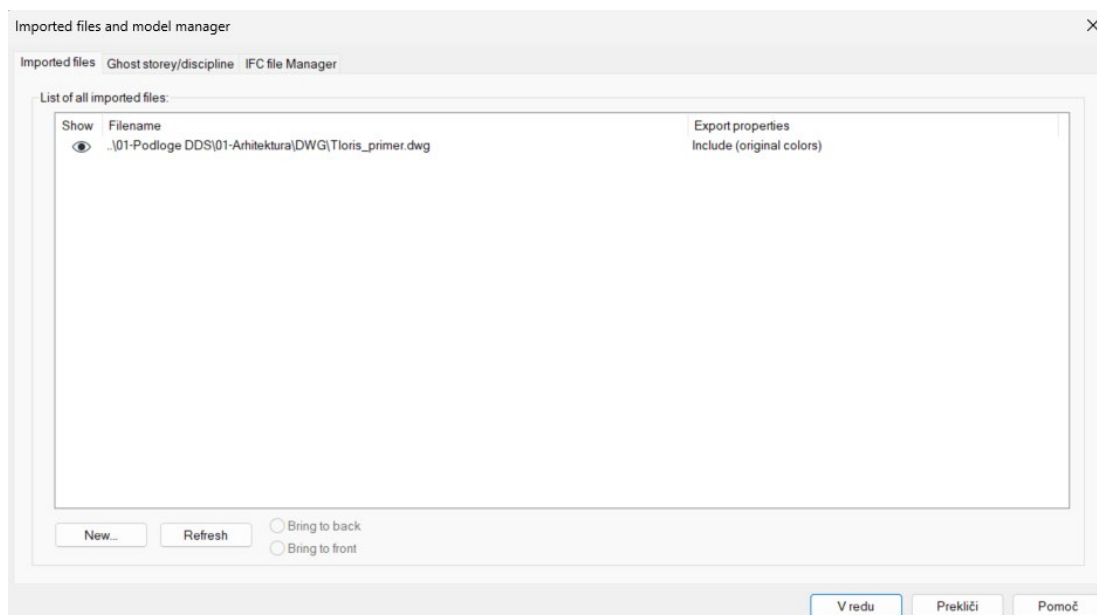
Ta vsebuje tudi podmapo za podloge, ki se bodo uporabljale med projektiranjem v DDSCADU. V osnovi to velja za tlorise arhitekture in strojnih inštalacij, vendar lahko projektant po potrebi uvozi tudi druge elemente (razsvetljava, samodejno javljanje požara, kontrola pristopa ipd.). Druga mapa vsebuje vse izvoze IFC-modela elektroinštalacij, ki jih je potrebno med procesom projektiranja poslati BIM-projektneemu menedžerju za namene rednega preverjanja kvalitete IFC-modela.

5.2 Uvoz IFC-modelov in DWG-načrtov

Pred začetkom projektiranja je v program potrebno uvoziti IFC-model arhitekture (Slika 15). Prav tako je vsakemu nadstropju posebej potrebno dodati tloris arhitekture v obliki DWG-datoteke (slika 16). V sam program lahko uporabnik uvozi tudi koordinacijske IFC-datoteke in DWG-podloge.



Slika 21: Okno za uvoz IFC-modelov
(Lastni vir)

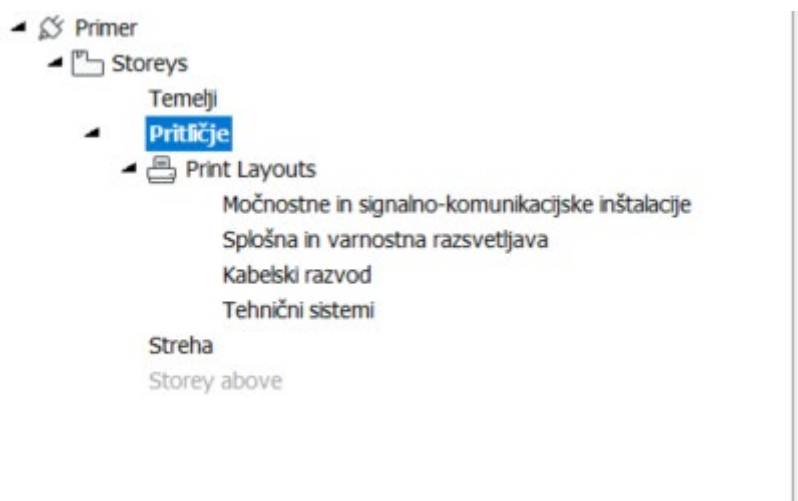


Slika 22: Okno za uvoz DWG-podlog
(Lastni vir)

Pomembno je, da sta modela arhitekture IFC in DWG skladna. V primeru, da se 3D-model arhitekture in tloris arhitekture v DWG razlikujeta, bo prihajalo do težav pri projektiranju elektroinštalacij.

5.3 Priprava »Layoutov« oz. razporeditev načrtov








Načrti elektroinštalacij se delijo smiselno po skupinah, glede na vrsto vsebovanih elementov. Glavna delitev je naslednja: načrt močnostnih in signalno komunikacijskih inštalacij, načrt splošne in varnostne razsvetljave in načrt kabelskega razvoda. Po potrebi se dodajo še načrti tehničnih sistemov, kot je samodejno javljanje požara, kontrola pristopa, videonadzor in protivlomni sistemi (slika 17).



Slika 23: Delitev elementov elektroinštalacij po načrtih
(Lastni vir)

5.4 Izdelava okvirjev in glav načrta

Za vsak posamezen »layout« oz. vrsto načrta je potrebno določiti ustrezno velikost okvirja načrta. Pri tem je treba upoštevati več faktorjev. Projektant mora najprej izbrati smiselno merilo načrta, pri katerem so vidni vsi projektirani elementi. Prostor v predvidenem okvirju pa je treba pustiti tudi za legendo projektiranih simbolov in glavo načrta (slika 18). Ta vsebuje vse informacije o projektiranem objektu, informacije o odgovornemu vodji projekta in odgovornemu projektantu elektroinštalacij.

Komunikacijske inštalacije	
	Vtičnica parapetna dvojna RJ45
Razdelilniki in komunikacijske omare	
	Razdelilnik MREŽA
	Razdelilnik UPS
	Komunikacijska omara
Vtičnice	
	Vtičnica parapetna dvojna 230V UPS
	Vtičnica parapetna dvojna 230V
Parapetni kanali in talne doze	
	Kabelski parapetni kanal

Slika 24: Samodejno generirana legenda močnostnih in signalno-komunikacijskih inštalacij
(Lastni vir)

5.5 Vnos predpripravljenih električnih simbolov

Za potrebe projektiranja lahko projektant izbere splošne simbole iz knjižnice elementov DDScad ali pa ustvari svoje. Funkcionalnost ustvarjanja svoje knjižnice elementov je ključna za implementacijo BIM-pristopa k projektiranju. To projektantu omogoča, da v svoje simbole doda natančne podatke, ki jih zahteva BIM-projekt, glede na zahtevano stopnjo razvitosti modela oz. LOD.

V urejevalnem oknu (slika 19) lahko projektant določi prav vse vidike simbola glede na svoje zahteve. V prvi vrsti so možne geometrijske spremembe 2D-simbola ali 3D-modela, ki ju lahko uporabnik izbere iz standardne knjižnice elementov DDSCAD ali pa jih ustvari sam. Elementu je možno dodeliti sloj oz. skupino elektroinštalacij, višino in vrsto montaže ter tudi specifične podatke, ki se dotikajo posameznega elementa, kot je število faz, nazivni tok, moč in podobno. Kar je ključno za implementacijo BIM-a v delovni proces, je dodeljena koda postavke, ki je specifična za vsak posamezni element. Najdemo jo v postavki »Product number«. To omogoča projektantom, da element iz IFC-modela povežejo s popisom, kjer ima vsak element prav tako svojo edinstveno kodo.

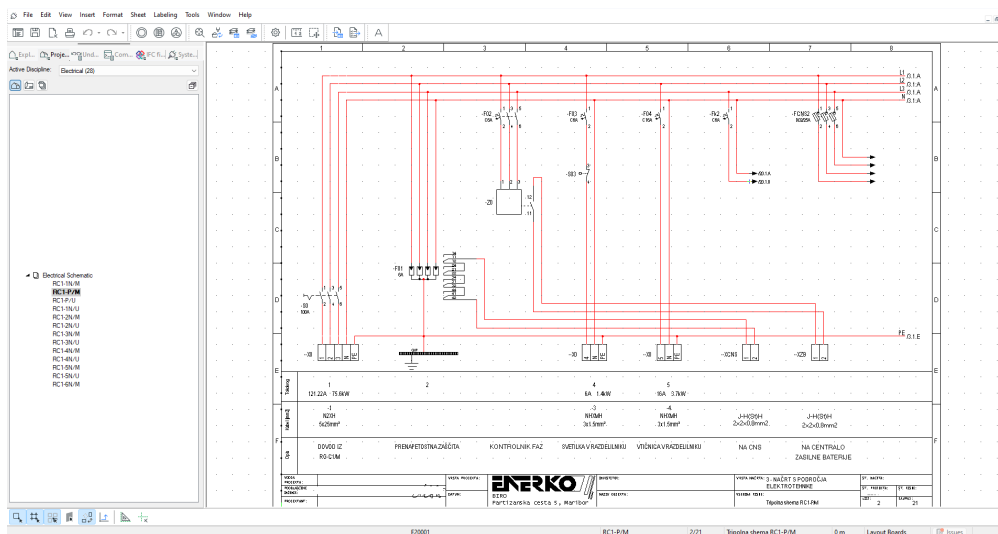
Change Product			
Product number	EL-00101	Layer	9001
Description	Vtičnica p/o enojna 230V IP20	Manufacturer	Enerko
Symbol number SK?	1 .bim	IFC Class Name	
Number of poles	3.1	Mounting	3.0.4.0
Nominal current (In)	16	Product type	#AVS
Rendering ref. number	0	Dongle code	0
Product text II		External info	
GTIN / EAN		External symbol (2D:3D)	
Pen	5	Product text I (long)	
		OK	Cancel

Slika 25: Okno za urejanje parametrov simbola
(Lastni vir)

5.6 Izdelava tripolne sheme za električni razdelilnik

Kot je že bilo omenjeno v prejšnjem poglavju, DDScad omogoča samodejno generiranje tripolnih shem električnih razdelilnikov. To je mogoče ob sprotnem določanju tokokrogov elementov, pri čemer se projektiran element (npr. vtičnica, luč) poveže na izbran tokokrog v izbranem razdelilniku.

Urejevalni vmesnik električnega razdelilnika je ustvarjen za lahko uporabo. Glavnemu odcepu sledijo odcepi za varovalke oz. inštalacijske odklopnike, ki jih izbere uporabnik sam. Dodanemu tokokrogu se doda kratek opis, ki je prav tako dodan v samodejno generirano shemo (slika 20).




Slika 26: Primer samodejno generirane tripolne sheme
(Lastni vir)

5.7 Priprava za plot

Za začetek je treba za izbrani načrt ustvariti okno, ki zajema celoten projektiran tloris. To se v programu imenuje »part model«. Ustvarjeno okno ustrezno poimenujemo in ga vstavimo v pred pripravljen »layout« z ustrezno velikim okvirjem. Pomembno je, da za načrt izberemo tako merilo, da so vsi projektirani elementi jasno vidni v projektiranem tlorisu.

V okvirju načrta je treba pustiti dovolj prostora za glavo načrta in legendo. V glavi so izpolnjeni vsi pomembni podatki o projektu, odgovornem vodji projekta in odgovornem projektantu elektroinštalacij (slika 21). Uporabnik DDScad lahko za glavo načrta uporabi osnovno glavo, ki jo ponudi program, ali pa si to prilagodi glede na svoje želje (slika 22).

Customer	Constr.Project
	Site



Index	Changes	updated on	updated by

Sheet:	Project:		
Size:	Drawing:		
Source:			
File: Prak6001			
State:			
	Date	Name	Discipline:
Crea.	27. 07. 2024		
Upd.	27. 07. 2024		Scale:

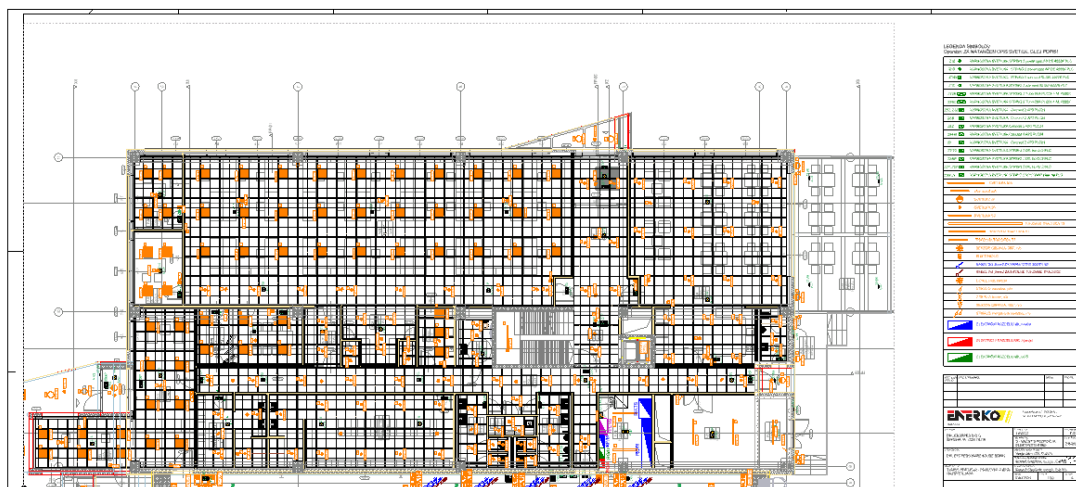
Slika 27: Osnovna glava načrta v DDScad
(Lastni vir)

ŠTEVILKA/ INDEKS:	OPIS SPREMEMBE:	DATUM:	PODPIS:
		Partizanska cesta 5, 2000 Maribor tel.: (02) 3327-015, fax: (02) 3327-016	
BIRO d.o.o.			
INVESTITOR:	ŠT. PROJEKTA:	VRSTA PROJEKTA:	
	VRSTA NAČRTA: 3 - NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	ŠT. NAČRTA:	
NAZIV OBJEKTA:	ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:		
	ODGOVORNI PROJEKTANT NAČRTA:		
VSEBINA RISBE:	PROJEKTANT NAČRTA:		
	DATUM:	MERILO: 1:100	ŠT. RISBE

*Slika 28: Uporabniško ustvarjena glava podjetja Enerko Biro, d. o. o.
(Lastni vir)*

Za konec je k načrtu treba dodati legendo projektiranih elementov. Pomembno je, da so ti elementi risani v enakem merilu kot elementi v načrtu samem. Uporabnik lahko v tem primeru uporabi možnost samodejnega generiranja legende. To je možno le v primeru, ko so vsi uporabljeni elementi jasno definirani v programu. V primeru, da vsi elementi niso dodani v knjižnici programa, je treba legendo ustvariti ročno.

Končen načrt, ki je pripravljen za plot, mora vsebovati vse omenjene elemente, od natančno projektiranega tlorisa do ustrezno izpolnjene glave načrta in legende, ki vsebuje vse elemente v prikazanem načrtu (slika 23).



Slika 29: Primer načrta večjega projektiranega objekta
(Lastni vir)

6 ZAKLJUČEK

Uporaba BIM-tehnologije pri izdelavi projektne dokumentacije prinaša številne prednosti v primerjavi z uveljavljeno uporabo CAD-orodij. Skozi proces izdelave načrtov za hišno elektro inštalacijo z uporabo BIM-orodja in izvedeno analizo primera lahko zaključimo, da prinaša BIM natančen in učinkovit pristop k projektiranju. Uporaba BIM-orodij in industrijsko uveljavljenih standardov omogoča boljšo koordinacijo med posameznimi strokami, lažje odpravljanje napak in posledično nižje stroške.

Implementacija BIM-a se sooča z nekaterimi izzivi, kot je potreba po usposabljanju kadra in prilagoditev uveljavljenega delovnega procesa. Projektanti se morajo seznaniti ne le z novim pristopom, temveč tudi s konstantno se razvijajočo programsko opremo.

Kljub temu pa bo BIM v prihodnosti predstavljal nepogrešljivo orodje vsakega projektanta. Po uspešni implementaciji se bo vloga BIM-a le še povečevala, prednosti pa bodo vedno bolj očitne in nepogrešljive. Za uspešen prehod in nadaljnjo uporabo bo potreben konstanten razvoj programske opreme, raziskovanje in izobraževanje, del katerega je tudi to diplomsko delo, sta prav tako eden izmed ključnih členov implementacije.

7 LITERATURA IN VIRI

Inženirska zbornica Slovenije. (2018). *Priročnik za pripravo projektne naloge za implementacijo BIM-pristopa za gradnje*. Pridobljeno 31. 5. 2024 z naslova <http://arhiv.izs.si/prirocniki-publikacije/drugi-prirocniki-izs/prirocnik-za-pripravo-projektne-naloge-za-implementacijo-bim-pristopa-za-gradnje/>

Pogljajen, S. (2015) *Primer uporabe BIM za trajnostno načrtovanje v Sloveniji*. Diplomsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Pridobljeno 31. 5. 2024 z naslova <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=72821>

SIBIM. (2021). Pridobljeno 20. 7. 2024 z naslova <https://www.sibim.eu/>

Kovačič, A. (2023). *Analiza uporabnosti in razširjenosti BIM projektiranja*. Diplomsko delo. Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, UM. Pridobljeno 20. 7. 2024 z naslova <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=85079&lang=slv>

DDScad. (2024). Pridobljeno 20. 7. 2024 z naslova <https://graphisoft.com/solutions/ddscad>

Fridrich, J., Kubečka, K. (2014). BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education [elektronska izdaja]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 141:763-767.

Farooq, J., Sharma, P. (2017). Applications of Building Information Modeling in Electrical Systems Design [elektronska izdaja]. *Journal of Engineering Science and Technology Review* 10(6):119-128.

BIM. (2024). Gartner arhitekti d.o.o.. Pridobljeno 20. 7. 2024 z naslova <https://www.gartner-a.com/bim>