

# PRIMJENA BricsCAD I IntegraCAD SOFTVERA ZA IZRADU HVAC PROJEKATA

---

Kovač, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:228:487359>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Professional Studies](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Stručni prijediplomski studij Konstrukcijsko strojarstvo

**KARLO KOVAČ**

**ZAVRŠNI RAD**

**Primjena BricsCAD i IntegraCAD softvera za  
izradu HVAC projekata**

Split, rujan 2024.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Stručni prijediplomski studij Konstrukcijsko strojarstvo

**Predmet:** Tehničko crtanje i CAD

**ZAVRŠNI RAD**

**Kandidat:** Karlo Kovač

**Naslov rada:** Primjena BricsCAD i IntegraCAD softvera za izradu HVAC  
projekata

**Mentor:** Danijela Pezer, v. pred.

**Komentor:** Juraj Hrga dipl. ing. str.

Split, rujan 2024.

**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**Sveučilišni odjel za stručne studije**

**Studij:** Stručni prijediplomski studij Konstruktivno strojarstvo  
**Predmet:** Tehničko crtanje i CAD  
**Nastavnik:** Danijela Pezer, v. pred.

**ZADATAK**

**Kandidat:** Karlo Kovač

**Zadatak:** Primjena BricsCAD i IntegraCAD softvera za izradu HVAC projekata

U radu je potrebno:

- Dati kratak uvod
- Kratko opisati izradu termotehničkih HVAC projekata
- Kratko opisati BricsCAD i IntegraCAD softvere
- Opisati proces izrade HVAC dokumenta uz pomoć BricsCAD i IntegraCAD softvera
- Na konkretnom primjeru dati usporedbu BricsCAD i IntegraCAD softvera, uz navođenje prednosti i nedostataka korištenih softvera
- Izvesti zaključke

## SAŽETAK

U ovom radu je opisana izrada HVAC projekata s alatima IntegraCAD i BricsCAD. Prikazano je rješenje ventilacije, grijanja i hlađenja. Proces izrade prikazan je u koracima: konceptualni dizajn (idejno rješenje), proračuni gubitaka i dobitaka topline te ventilacije, izrada nacrti i tehničke dokumentacije.

Na primjeru privatne kuće prikazani su koraci koji su opisani kroz rad, te je nakraju priložena nacrtno-tehnička dokumentacija. Objekt zahtjeva grijanje i hlađenje u vidu klimatizacijskih jedinica, ventilaciju garaže i kupaona te podno grijanje. Opisani su programi IntegraCAD i BricsCAD, izvršena je usporedba programa BricsCAD-a i AutoCAD-a, te njihova uloga u izradi dokumentacije.

Ključne riječi: BricsCAD, IntegraCAD, HVAC

## **SUMMARY (Application of BricsCAD and IntegraCAD software for creating HVAC projects)**

This paper describes the creation of HVAC projects with IntegraCAD and BricsCAD tools. The ventilation, heating and cooling solution will be displayed. The manufacturing process is presented in steps: conceptual design (conceptual solution), calculations of losses, gains and ventilation, drawing up of blueprints and technical documentation.

On the example of a private house, steps are shown that will be described throughout the work and ultimately also the workshop drawings. The building requires heating and cooling in the form of air conditioning units, ventilation of the garage and bathroom, and underfloor heating. The programs IntegraCAD and BricsCAD are also described, as well as a comparison of BricsCAD and AutoCAD and their role in creating documentation.

Keywords: BricsCAD, IntegraCAD, HVAC

**SADRŽAJ**

1. Uvod.....	1
2. Osnove termodinamike .....	3
2.1 Uvod u termodinamiku.....	3
2.2 Važnost termotehničkih proračuna.....	5
3. BricsCAD i IntegraCAD softveri.....	7
3.1 Opis BricsCAD softvera.....	7
3.2 Opis IntegraCAD softvera.....	8
4. Izrada HVAC dokumenata pomoću BricsCAD i IntegraCAD .....	11
4.1 Proces izrade projekata.....	11
4.2 Faza konceptualnog dizajna .....	11
4.3 Razrada detaljnih proračuna.....	13
4.3.1 . Proračun gubitaka topline.....	13
4.3.2 . Proračun dobitaka topline.....	19
4.4 Izrada nacрта .....	25
4.5 Izrada tehničke dokumentacije.....	38
4.6 Prednosti i nedostaci BricsCAD-a i BIM kompatibilnost.....	39
5. Zaključak.....	41
6. Literatura.....	42
Prilozi-Tehnička dokumentacija .....	43

**Popis slika**

Slika 1.1-BricsCAD [1] .....	1
Slika 1.2-IntegraCAD [2].....	2
Slika 2.1-Ilustracija prijenosa topline [3].....	4
Slika 3.1- Primjer mogućnosti softvera Ultimate verzije [2].....	7
Slika 3.2- Primjer proračuna podnog grijanja u softveru [5] .....	9
Slika 3.3- Slika kataloga [5].....	10
Slika 4.1- Primjer idejnog projekta.....	12
Slika 4.2-Prozor gdje se upisuju projektni uvjeti za objekt i njegovu lokaciju .....	14
Slika 4.3 Tablica unosa podataka.....	17
Slika 4.4- Prozor gdje se unose osnovni podaci za izračun dobitaka .....	20
Slika 4.5-Proračun dobitaka.....	21
Slika 4.6- Grafički prikaz rezultata dobitaka .....	23
Slika 4.7- Rezultati gubitaka.....	24
Slika 4.8- Rezultati gubitaka.....	24
Slika 4.9- Primjer arhitektonske podloge objekta.....	25
Slika 4.10- Tlocrt garažnog prostora objekta.....	26
Slika 4.11- Slojevi prozor .....	27
Slika 4.12- Primjer iscrtavanja freonskih bakrenih vodova.....	29
Slika 4.13-Primjer rascrtanih jedinica i vodova jednog kata .....	30
Slika 4.14- Oznake na vanjskim jedinicama sustava .....	31

Slika 4.15- Primjer ucrtavanja kondenzata .....	32
Slika 4.16-Ventilacija garažnog prostora.....	34
Slika 4.17-Legenda oznaka ventilacijskog sustava.....	34
Slika 4.18- Slika detalja A .....	35
Slika 4.19- Primjer prolaza cijevi kroz šaht.....	36
Slika 4.20-Primjer elektro podnog grijanja.....	37
Slika 4.21-Tlocrt kata sa svim instalacijama .....	37
Slika 4.22 –Primjer jednog kata spremnog za pretvorbu u PDF.....	38



## **Popis tablica**

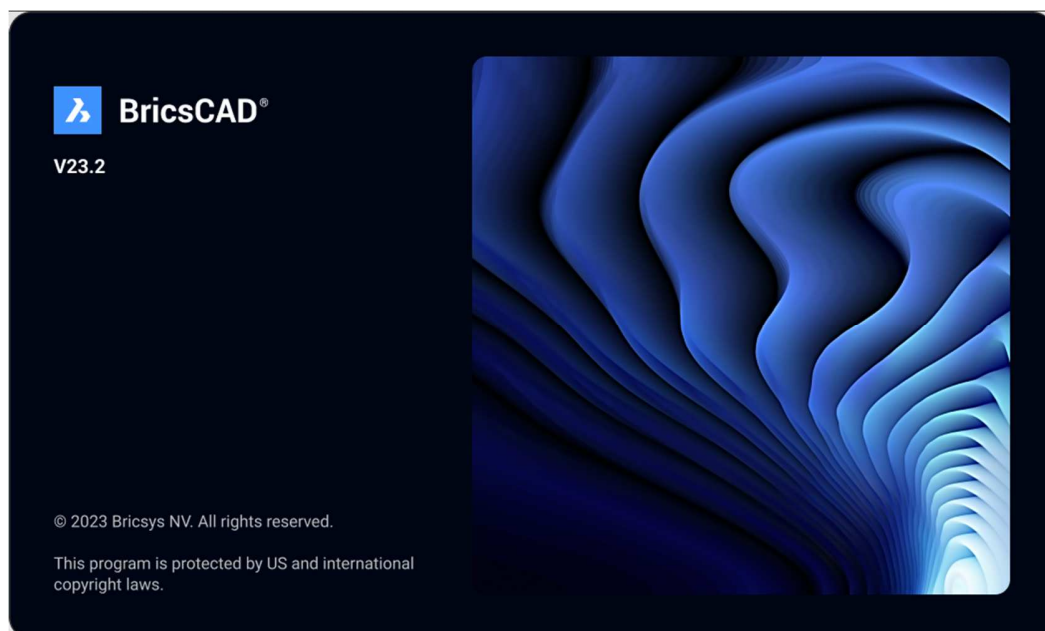
Tablica 2.1- Temperatura unutarnjih prostorija prema HRN EN 13790 [4].....	6
Tablica 4.1-Koeficijenti prolaza topline [7].....	18

## 1. Uvod

U moderno vrijeme prelazak s analognih procesa u digitalni je promijenio način kako svijet funkcionira. Projektiranje kao struka osobito je napredovala nakon što su olovku, tuš, ravnalo i ručne proračune zamijenili još precizniji i brži softveri. Softveri koji su razvijeni se također koriste u projektiranju grijanja, hlađenja i ventilacije (HVAC). Alati koji se koriste su znatno olakšali i ubrzali procese izrade ali i samu točnost jer računalni programi koriste fiksne parametre te proračune koji su standard u cijelome svijetu.

Također je bitno u projektiranju naglasiti norme prema kojima se izrađuje projekt. Svaki problem zahtijeva određena rješenja koja su standardizirana kroz norme.

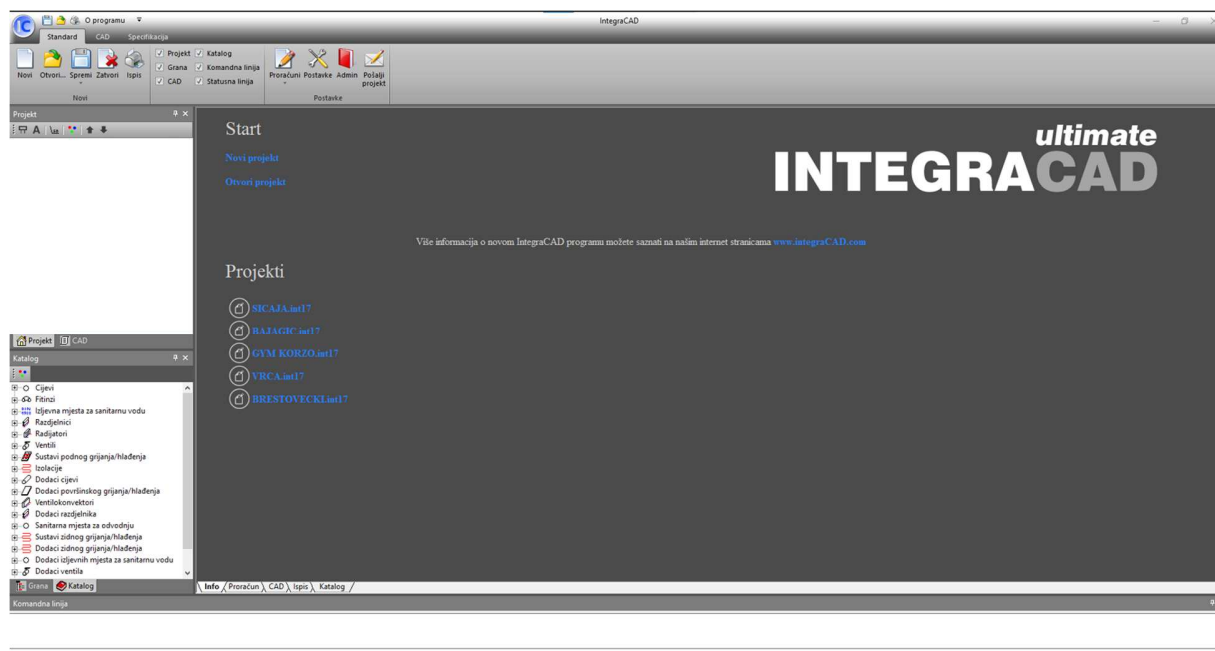
BricsCAD je program koji se koristi za crtanje (dizajniranje) u 2D-u ili u 3D-u (slika 1.1). Program nudi široki raspon ugrađenih alata kako bi olakšao i ubrzao proces crtanja. Također program ima mogućnost dodavanja proširenja tj. PlugIn-ova koji proširuju kompatibilnost i svestranost programa. Prvenstveno se u ovom radu pokriva 2D crtanje projekata ali će biti spomenute i druge mogućnosti.



*Slika-1.1-BricsCAD [1]*

IntegraCAD je program dizajniran specifično za HVAC projektiranje (slika 1.2). Spomenuti program nudi mogućnost izračuna grijanja, hlađenja, dimenzija cjevovoda, dimenzioniranje različite opreme (fancoil-ova, radijatora, drenažnog cjevovoda) i još mnoštvo drugih opcija. Pri izračunu program nudi simulacije i dizajne koje je moguće ispisati u MS Excel i u CAD formatu.

Program koristi razne norme i parametre pri izračunu koji su ugrađeni u isti taj program a korisnik sam bira koji su u uporabi ovisno o zahtjevima projekta.



Slika 1.2-IntegraCAD [2]

## **2. Osnove termodinamike**

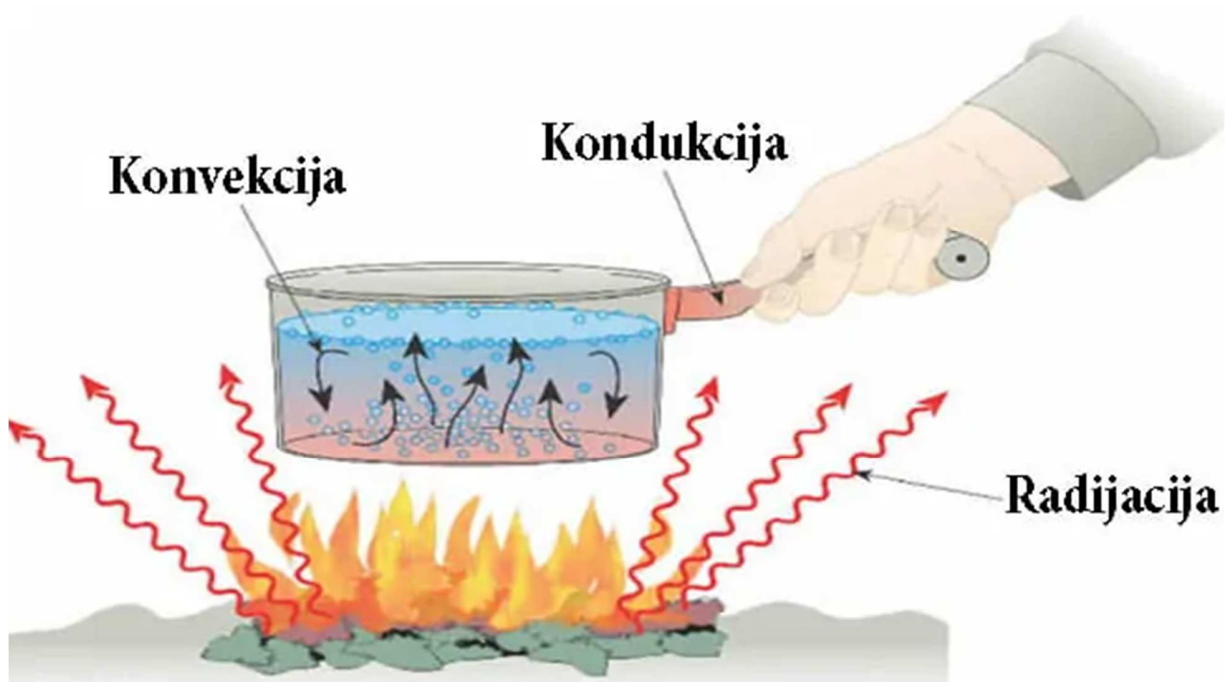
### **2.1 Uvod u termodinamiku**

Termodinamika je grana fizike koja se bavi proučavanjem prijenosa topline, energijom te njezinim pretvorbama između sustava i okoline.

Toplina i temperatura nisu isti pojmovi. To se najbolje može objasniti kroz primjer s prostorijama različitih veličina, istim izvorom topline, količinom gorive tvari i istim medijem koji se zagrijava (zrak). Temperature prostorija će biti različite. Veća prostorija će imati manju temperaturu od manje jer ista količina topline ne može zagrijati veću količinu zraka i postići istu temperaturu kao manja prostorija. Kako bismo dobili ujednačene temperature većoj prostoriji moramo predati veću količinu topline.

Izmjene topline vrše se na sljedeće načine (slika 2.1):

- Radijacija ili zračenje
- Provođenje topline ili kondukcija
- Konvekcija ili prijelaz topline



Slika 2.1-Ilustracija prijenosa topline [3]

- a) Radijacija ili zračenje je izmjena topline koja se vrši preko elektromagnetskih valova između tijela različitih temperatura. Prijenos topline se vrši bez materijalnog posrednika tj. između tijela je proziran ili propustan medij
- b) Kondukcija ili provođenje topline je izmjena topline u krutim tijelima i u nekim tekućinama u određenim uvjetima. Toplina se prenosi na atomskoj razini te na način da se atomi sudaraju zbog svojih energija (titranja).
- c) Konvekcija opisuje prijenos topline između krutog tijela i fluida u gibanju. U fluide spadaju tekućine i plinovi. Način na koji se konvekcijom prenosi toplina je prirodnom ili prisilnom konvekcijom.

Proračun gubitaka i dobitaka toplinske energije u objektu koji projekt pokriva koristi sva tri načina prijenosa topline. IntegraCAD program u svojem softveru sadrži sve proračune te od korisnika zahtjeva minimalne informacije da bi se dobio precizan izračun.

## 2.2 Važnost termotehničkih proračuna

Pravilan izračun gubitaka i dobitaka toplinske energije igra veliku ulogu u proračunu HVAC projekata. Prema rezultatima iz proračuna se odabire oprema koja će se koristiti za grijanje, hlađenje i ventilaciju prostora.

Parametri koji su bitni u izračunu prema EN 12831 [2]:

- Klimatski podaci (srednja vanjska temperatura za proračunski period [°C])
- Srednja dozračena sunčeva energija za proračunski period [ $\frac{M*}{m^2}$ ]
- Unutarnja proračunska temperatura pojedinih temperaturnih zona [°C]
- n- broj izmjena zraka svake proračunske zone u jednom satu [ $h^{-1}$ ]
- Podaci o zgradi (objektu)

Tablica 2.1- Temperatura unutarnjih prostorija prema HRN EN 13790 [4]

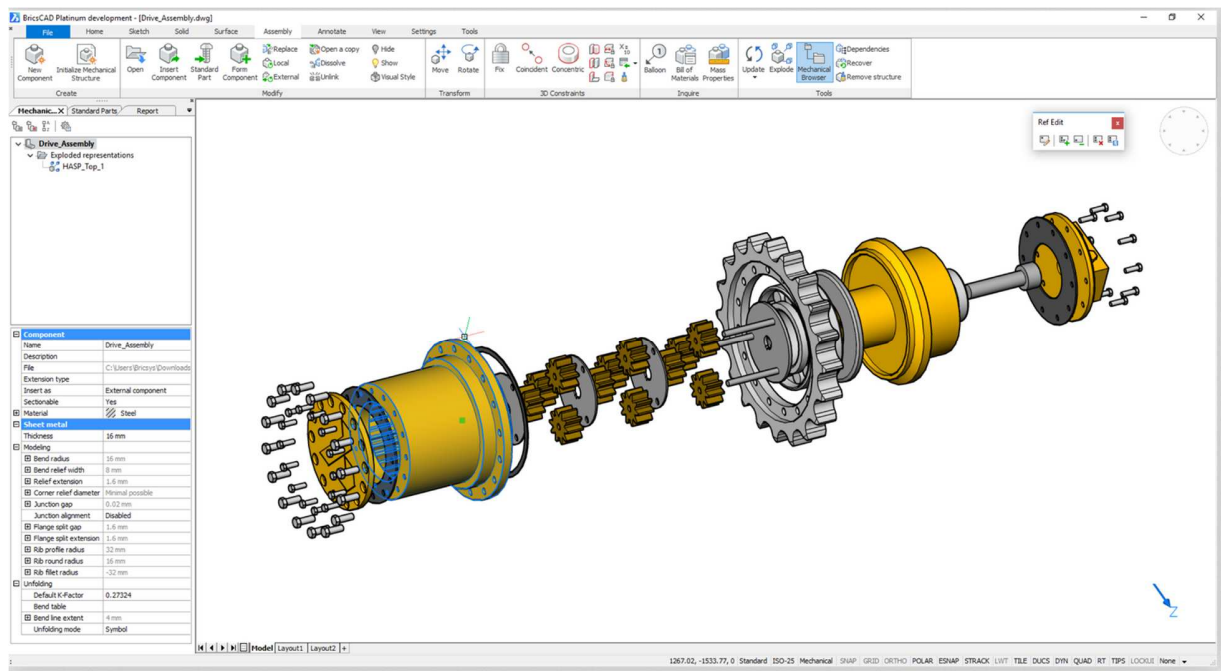
Vrsta prostora	Sezona grijanja zimi $\vartheta_{int}$ , °C	Kontinentalna Hrvatska - sezona hlađenja $\vartheta_{int}$ , °C	Primorska Hrvatska - sezona hlađenja $\vartheta_{int}$ , °C
Obiteljske kuće	20	22	24
Stambene zgrade	20	22	24
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene	20	22	24
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	20	22	24
Vrtići	22	22	24
Knjižnice – prostorije za čitanje	20	22	24
Knjižnice – prostorije s policama	20	22	24
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	22	22	24
Hoteli, moteli i sl.	20	22	24
Muzeji	20	22	
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	20	22	24
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	20	22	24
Sportske zgrade	18	22	24
Radionice i proizvodne hale	18	22	24
Kongresni centri	20	22	24
Kazališta i kina	20	22	24
Kantine	20	22	24
Restorani	20	22	24
Kuhinje	20	22	24
Serverske sobe, kompjuterski centri	-	24	26
Spremišta opreme, arhive	16	22	24
Bazeni	26	26	26
Zgrade koje nisu navedene	20	22	24

### 3. BricsCAD i IntegraCAD softveri

#### 3.1 Opis BricsCAD softvera

BricsCAD je softver namijenjen za izradu CAD (Computer-Aided Design) nacрта. Program je razvio Erik de Keyser rodnom iz Belgije. Prvi projekt koji je izradio bio je Bricsys 24/7 te nakon dosta iteracija i razvoja raznih softvera svi su se objedinili 2004-te godine u BricsCAD.

Glavne značajke uključuju podršku za DWG formate, 3D modeliranje, izradu strojarskih komponenti poput animacija sklopova, sheet metal dizajna, eksplodirane detaljne pogleda sklopova te integraciju s BIM (Building Information Modeling).



Slika 3.1- Primjer mogućnosti softvera Ultimate verzije [2]

Pri vrhu prozora (slika 3.1) mogu se vidjeti sve komande koje su potrebne za izradu 3D modela. Razni alati za oblikovanje, pozicioniranje i spajanje modela koji se izrađuje. Lijeva strana sadrži prozor s slojevima i njihovim informacijama te se mogu se birati pojedini slojevi s mogućnošću isključivanja ostalih.

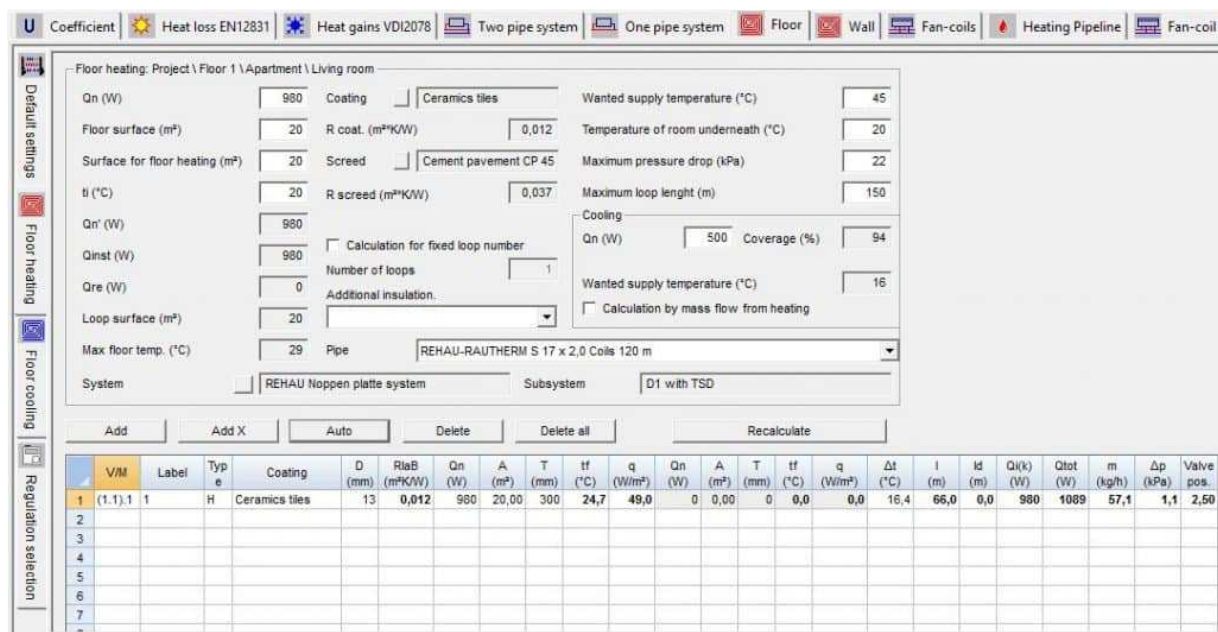


BricsCAD nudi sve spomenute funkcije u inačici programa zvanog BricsCAD Ultimate koja objedinjuje sve BricsCAD verzije u jednom paketu. Ukoliko korisnik nema potrebe za nekim funkcijama te ne vidi potrebu plaćanja troškova licence za funkcije koje nisu potrebne, ima izbor pojedinih inačica programa koja odgovara željama.

### **3.2 Opis IntegraCAD softvera**

IntegraCAD je softverski paket za projektiranje strojarskih instalacija koji omogućuje rješavanje svih zadataka vezanih uz proračun (slika 3.2). Mogućnosti proračuna koje softver nudi su: proračun grijanja i gubitaka topline prema EN 12831, U-koeficijente, proračun dobitka topline VDI 2078, izbor radijatora u dvocijevnom i jednocijevnom sustavu, proračun cijevne mreže grijanja, površinsko (podno i zidno) grijanje i hlađenje, izbor ventilokonvektora, proračun cijevne mreže ventilokonvektora, proračun mreže ventilacijskih kanala te proračun sanitarne vode i odvodnje.

IntegraCAD omogućuje ispis rezultata proračuna i popis materijala te njihov izvoz u .xls format. Softver je kompatibilan i s CAD formatima te može izvoditi i iscrtavati proračune direktno na podlogama projekta.

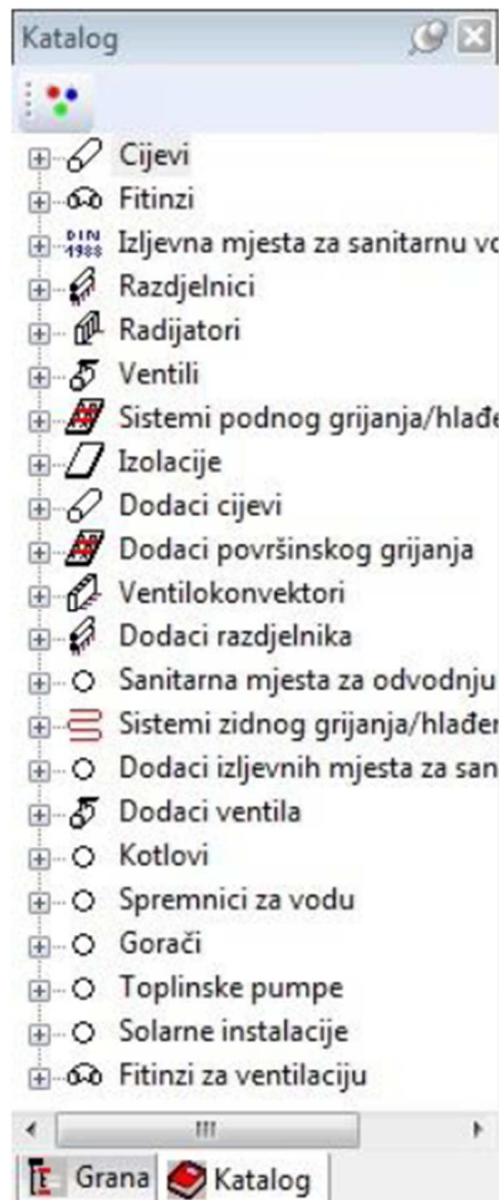


Slika 3.2- Primjer proračuna podnog grijanja u softveru [5]

Na slici se može vidjeti prozor gdje korisnik upisuje podatke za proračun podnog grijanja (slika 3.2). Pri vrhu prozora se mogu vidjeti ostale opcije za proračun koje je korisnik izabrao. Lijeva strana sadrži sve pod prozore koji su potrebni za ispuniti sve uvjete za proračun.

Učitavanjem .dwg ili .dxf formata nacрта omogućava 2D i 3D crtanje cijevi i kanala jednom linijom, automatsko dimenzioniranje cijevi i kanala, izbor fittinga, proračun iz crteža.

Ono što olakšava rad te ispis korištenih materijala je katalog proizvoda koji je sastavni dio programa (slika 3.3). Katalog sadrži razne proizvođače zajedno sa slikama i tehničkim karakteristikama prema kojima se vrši proračun te njihov odabir.



Slika 3.3- Slika kataloga [5]

## **4. Izrada HVAC dokumenata pomoću BricsCAD i IntegraCAD**

### **4.1 Proces izrade projekata**

U ovom poglavlju objasniti će se proces izrade projekta termotehnike te će se kroz primjer projekta pojasniti koraci izrade. Kroz korake izrade opisat će se uloga BricsCAD i IntegraCAD u projektiranju grijanja te hlađenja.

Projekt započinje nakon što arhitekt tj. glavni projektant pošalje prve arhitektonske podloge koje će svi uredi različitih struka projekatana dobiti. Na spomenutim podlogama će se iscrtavati pripadajući projekt gdje je između ostalog ključno da svi uredi uključeni u projekt imaju završni glavni projekt na istim tim podlogama kako ne bih došlo do nepodudaranja projekata. Važnost usklađivanja je da se u fazi izvođenja ne preklapaju instalacije. Projektanti su dužni usporediti projekte prije predaje glavnom projektantu.

Koraci izrade termotehničkog projekta su:

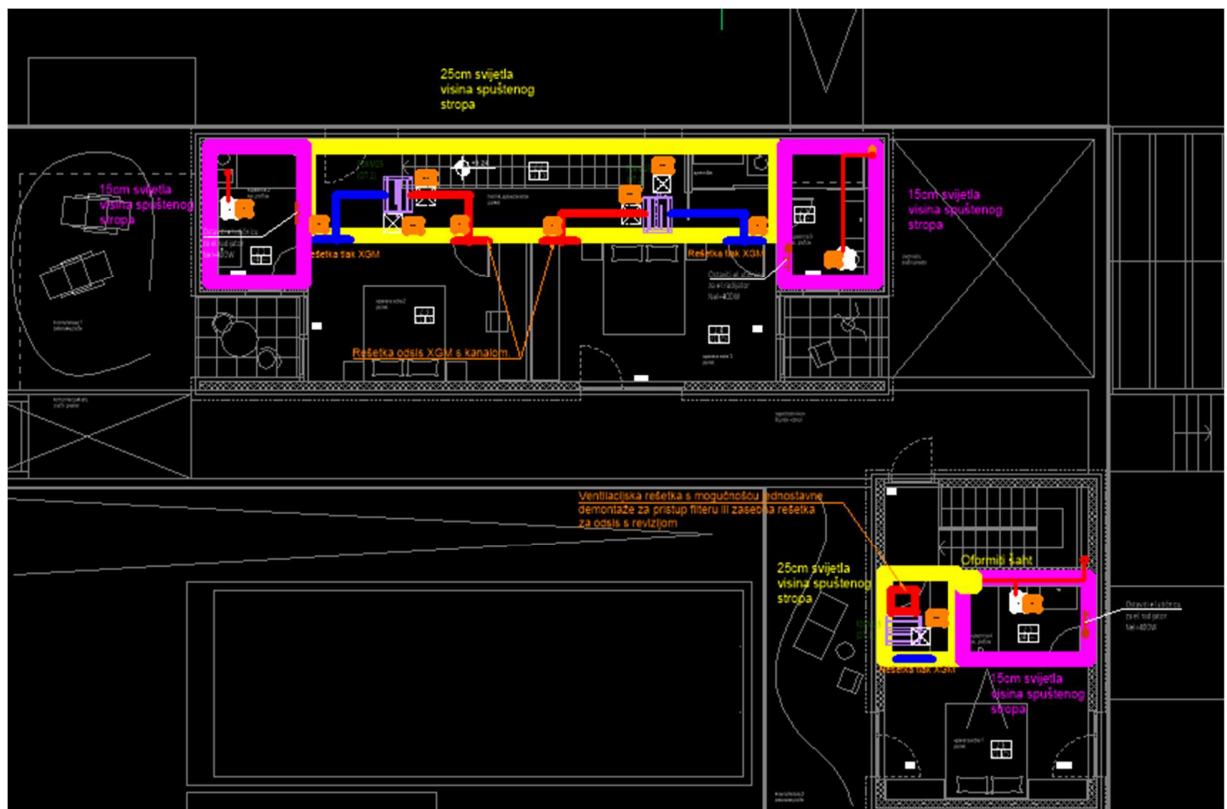
- Ugovaranje zahtjeva objekta te odabir opreme (faza konceptualnog dizajna)
- Izrada proračuna potrebnih za odabir opreme (razrada detaljnih proračuna)
- Izrada nacrt
- Izrada tekstualnog dijela projekta (izrada tehničke dokumentacije)
- Ujedinjenje tekstualnog djela i nacrt

### **4.2 Faza konceptualnog dizajna**

Prvi korak u izradi HVAC (termotehničkih) projekta je konceptualni dizajn. Ova faza uključuje definiranje osnovnih zahtjeva sustava, procjenu opterećenja i preliminarno dimenzioniranje opreme. Oprema se bira prema zahtjevima investitora te zahtjevima samog objekta. Oprema koja se namjerava koristiti mora zadovoljiti više uvjeta: ekonomičnost,

namjeru korištenja, lokacija ugrađivanja, dugotrajnost sistema, mogućnost servisa te da bude relevantna s nadolazećim regulativama. Ovisno za kategoriju namjene samog proizvoda donesene regulative diktiraju koju opremu proizvođač smije imati u ponudi.

BricsCAD omogućuje korisnicima da brzo skiciraju osnovne sheme i modele te preko njega se može idejno pokazati kako se instalacije namjeravaju ugraditi. Idejni nacrti se izrađuju na što jednostavniji način (slika 4.1).



Slika 4.1- Primjer idejnog projekta

Pri izradi idejnih projekata koriste se jednostavni oblici poput ravnih linija koje predstavljaju vodove cijevi i ventilacijske kanale te pravokutnici ili predefimirani blokovi kako bi se dočarao izgled opreme u prostoru gdje se nalazi. Zbog jednostavnosti idejnog projekta za prezentacijske svrhe mora se imati na umu da linije i oblici koji predstavljaju opremu zadovoljavaju tehničke uvjete. Cijevi i oprema se odabiru po proračunu te sa zahtjevima veće

snage uglavnom rastu i dimenzije opreme. Pri izradi idejnog projekta iskustveno se ucrtavaju trase koje vode opremu jer se mora voditi računa o prostoru u kojem se nalaze te mogu li stati dimenzijski.

### **4.3 Razrada detaljnih proračuna**

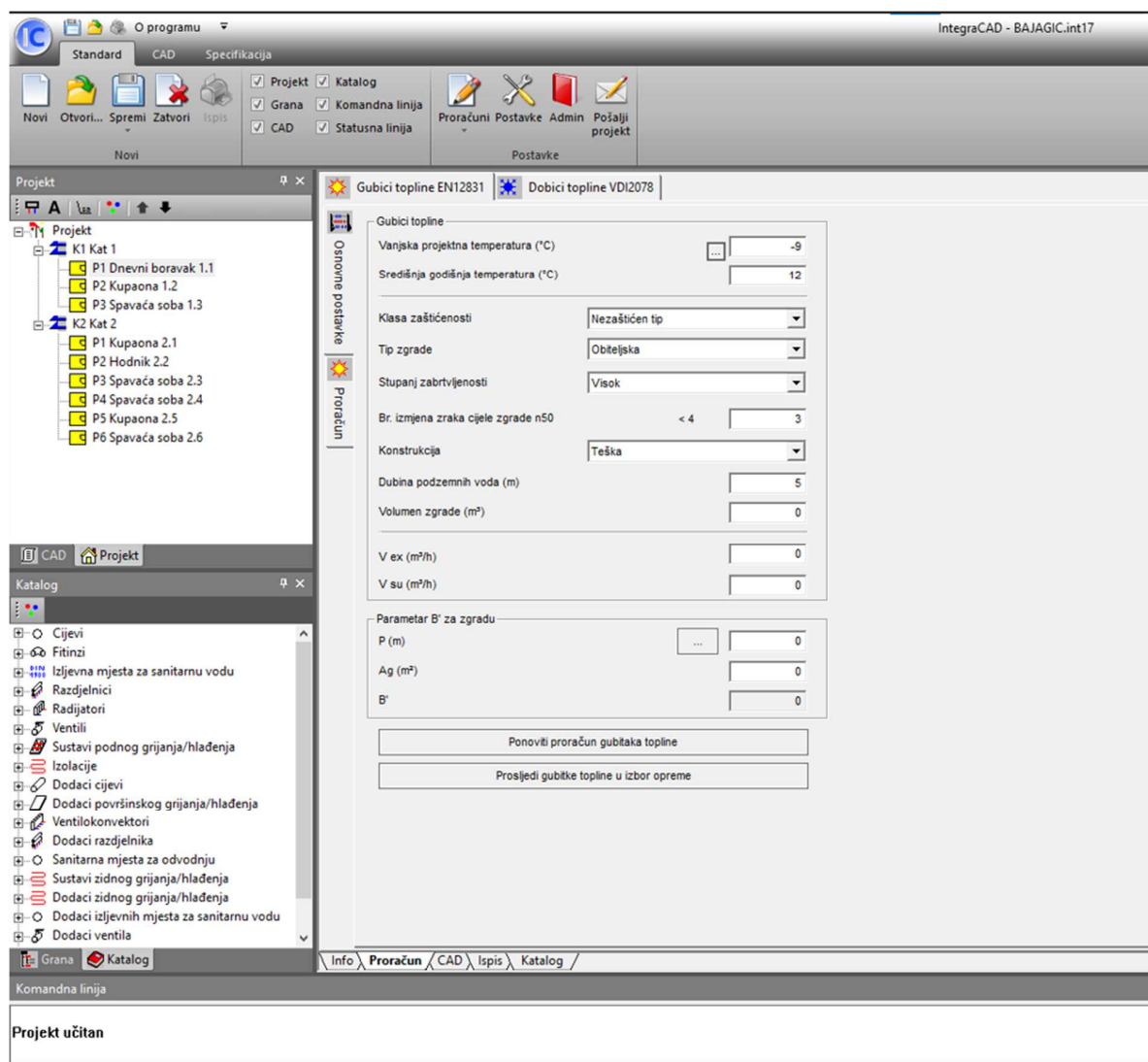
Nakon konceptualnog dizajna, detaljni proračuni su ključni za precizan dizajn sustava. Potrebni proračun za objekt koji se koristi kao primjer u ovom radu zahtijeva proračun toplinskih gubitaka, dobitaka te ventilacije garažnog prostora. IntegraCAD će se koristiti za izradu proračuna gubitaka i dobitaka topline. Ventilacija garaže se proračunava prema normi VDI 2053-1:1995:08 [6].

#### **4.3.1 . Proračun gubitaka topline**

Proračun transmisijskih i ventilacijskih gubitaka topline za sve prostore unutar građevine izveden je računalnim programom i dan je u prilogu proračuna. Za početak proračuna svaki objekt ima svoju lokaciju te prema toj lokaciji se uzimaju ulazni podaci (projektni uvjeti) (slika 4.2).

Projektni uvjeti za grad Knin su:

- vanjska projektna temperatura:  $t_v = - 9^{\circ} \text{ C}$
- relativna vlažnost:  $\varphi = 29 \%$
- predio: normalan, sa jakim vjetrom ( 6 m/s )



Slika 4.2-Prozor gdje se upisuju projektni uvjeti za objekt i njegovu lokaciju

Koeficijenti prolaska topline ( $U$ ) koji se koriste odabrani su prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, NN 70/18, NN 73/18, NN 86/18) (tablica 4.1). Projektne temperature unutar prostorija koje se odabiru prema HRN EN 13790 (tablica 2.1) upisane su u nacrtima uz oznaku dotične prostorije.

Proračun je izveden prema normi EN 12831. Proračunom se određuju gubici topline uslijed transmisije kroz građevne elemente, gubici topline zbog ventilacije (prirodne ili mehaničke) te eventualno dodatni toplinski učin za ponovno zagrijavanje zgrade (samo kod zgrada sa prekidom grijanja), kako slijedi:

$$\Phi_{HL,i} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [W]$$

Transmisijski gubici topline računaju se prema:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \quad [W]$$

gdje je:

$\Phi_{T,i}$  [W/K] transmisijski toplinski gubici,

$H_{T,ie}$  [W/K] koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka prema okolici,

$H_{T,iue}$  [W/K] koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka prema negrijanim prostorijama,

$H_{T,ig}$  [W/K] koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka prema tlu,

$H_{T,ij}$  [W/K] koeficijent transmisijskih toplinskih gubitaka prema grijanim prostorijama,

$\Theta_{int,i}$  [°C] temperatura prostorije,

$\Theta_e$  [°C] vanjska projektna temperatura.



Gubici topline uslijed ventilacije računaju se prema:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

gdje je:

$H_{V,i}$  [W/K] koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka,

$\theta_{int,i}$  [°C] temperatura prostorije,

$\theta_e$  [°C] vanjska projektna temperatura.

Dodatni toplinski učin za ponovno zagrijavanje zgrade računa se prema:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH,i} \quad [W]$$

gdje je:

$A_i$  [m<sup>2</sup>] površina poda grijane prostorije,

$f_{RH,i}$  korekcijski faktor ovisan o vremenu ponovnog zagrijavanja.

Prema ovim normama i standardima se temelji izračun gubitaka IntegraCAD. Način na koji korisnik dobije izračun je da upisuje podatke prostorija u određena polja (slika 4.3).

Gubici topline EN12831 Dobici topline VDI2078 Cjevna mreža grijanja

Ulazni podaci za prostoriju

A/a (m<sup>2</sup>/m) 32 Theta su,i (°C) -4 Theta int,i (°C) 21  
 b (m) 1 V su,i (m<sup>3</sup>/h) 0 T (m) 5  
 c (m) 3,05 Br. otvora 0 Gw 1  
 h (m) 0,18 e i 0 f g1 1,45  
 V (m<sup>3</sup>) 189,1 n min (1/h) 0,5 f h,i 1  
 f vi 1 f RH 0

Rezultati proračuna

Theta e (°C) -4 Phi T,i (W) 2628  
 Phi V,inf (W) 0 Phi V,i (W) 804  
 Phi V,min (W) 804 Phi RH (W) 0  
 Phi V,mech,inf 0 Phi (W) 3432  
 Phi V,su (W) 0 PhiA (W/m<sup>2</sup>) 55  
 Phi V,mech (W) 0 PhiV (W/m<sup>2</sup>) 18

Prosljedi gubitke topline

ID	Stijena prema	SS	Br.	DUŽ (m)	V/Š (m)	A (m <sup>2</sup> )	O	A' (m <sup>2</sup> )	P (m)	B' (m)	Z (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	Ueq (W/m <sup>2</sup> K)	Theta a	ek	bu	fij	fg2	TM (W/K)	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
1	POD zemlji (pod)	hor.	1	62,00	1,00	62,00	+	62,00	31,50	3,94	0,0	0,500	0,30		1,0	0,00	0,00	0,24	0,000	6,473	161
2	VS okolici	J	1	10,20	2,80	28,56	-	28,56	0,00	0,00	0,0	1,800	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	51,408	1285
3	VZ okolici	J	1	10,20	3,13	31,93	+	3,37	0,00	0,00	0,0	0,600	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	2,022	50
4	VS okolici	I	1	1,40	2,80	3,92	-	3,92	0,00	0,00	0,0	1,800	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	7,056	176
5	VZ okolici	I	1	1,40	3,13	4,38	+	0,46	0,00	0,00	0,0	0,450	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,207	5
6	VZ okolici	I	1	1,80	3,13	5,63	+	5,63	0,00	0,00	0,0	0,450	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	2,533	63
7	UV negrijanoj prostoriji	I	1	1,50	2,10	3,15	-	3,15	0,00	0,00	0,0	2,400	0,00	-4	1,0	1,00	0,00	0,00	0,000	7,560	189
8	UZ negrijanoj prostoriji	I	1	2,60	3,13	8,14	+	4,99	0,00	0,00	0,0	0,600	0,00	-4	1,0	1,00	0,00	0,00	0,000	2,994	74
9	VZ okolici	Z	1	3,70	3,13	11,58	+	11,58	0,00	0,00	0,0	0,450	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	5,211	130
10	VS okolici	Z	1	2,60	2,80	7,28	-	7,28	0,00	0,00	0,0	1,800	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	13,104	327
11	VZ okolici	Z	1	2,60	3,13	8,14	+	0,86	0,00	0,00	0,0	0,450	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,387	9
12	UZ negrijanoj prostoriji	S	1	1,80	3,13	5,63	+	5,63	0,00	0,00	0,0	0,600	0,00	-4	1,0	1,00	0,00	0,00	0,000	3,378	84
13	VZ okolici	S	1	2,00	3,13	6,26	+	6,26	0,00	0,00	0,0	0,450	0,00	-4	1,0	0,00	0,00	0,00	0,000	2,817	70
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					

Slika 4.3 Tablica unosa podataka

Proračun gubitaka je bitan jer se prema rezultatima može vidjeti koliko [kW] snage je potrebno za zagrijavanje prostorije.

Podaci bitni za proračun:

- Površina prostorije [m<sup>2</sup>]
- Dimenzije zidova prema okolišu ili terenu [m]
- Dimenzije staklenih otvora prema okolišu [m]
- Broj izmjena zraka [h<sup>-1</sup>]

- Temperatura prostorije koja se proračunava [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Razlike temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Koeficijent prolaza topline [ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ]

Koeficijent prolaza topline prikazuje koliko su različiti materijali toplinski provodljivi. Normirani koeficijenti koji se koriste za proračun se nalaze u prilogu Narodnih novina " Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama" 128/2015 [7].

Tablica 4.1-Koeficijenti prolaza topline [7]

Redni broj	Građevni dio	U [ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ]			
		$\Theta_i \geq 18^{\circ}\text{C}$		$12^{\circ}\text{C} < \Theta_i < 18^{\circ}\text{C}$	
		$\Theta_{e,mj},$ min $>3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj},$ min $\leq 3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj},$ min $>3^{\circ}\text{C}$	$\Theta_{e,mj},$ min $\leq 3^{\circ}\text{C}$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0,60	0,45	0,75	0,75
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja	1,80	1,80	3,00	3,00
3.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu	0,40	0,30	0,50	0,40
4.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,40	0,30	0,50	0,40
5.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od $0^{\circ}\text{C}$	0,65	0,50	2,00	2,00
6.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,501)	0,501)	0,801)	0,651)
7.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom	2,90	2,90	2,90	2,90
8.	Stijenka kutije za rolete	0,80	0,80	0,80	0,80

Prema tablici 4.1 se odabiru koeficijenti ovisno o građevnom dijelu i  $\Theta_{e,mj,min}$ .

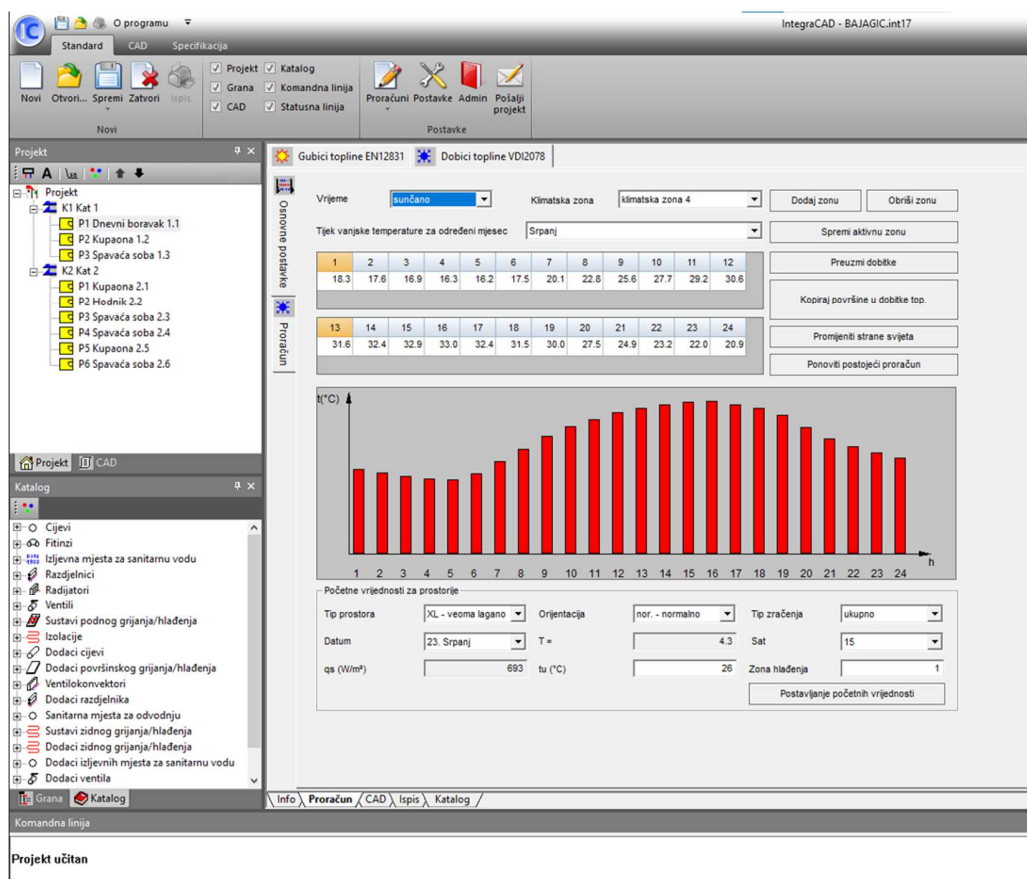
$\Theta_{e,mj,min}$  je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade.

U projektu koji se u radu koristi kao primjer bira se prvi stupac jer se nalazi u toplijem području. Koeficijenti koji se koriste su maksimalno dozvoljeni koeficijenti [7] što bi značilo da u praksi građevni dio ima bolje koeficijente tj. manji prolaz topline.

Nakon što se proračun svake prostorije ispuni prelazi se na proračun dobitaka.

#### ***4.3.2 . Proračun dobitaka topline***

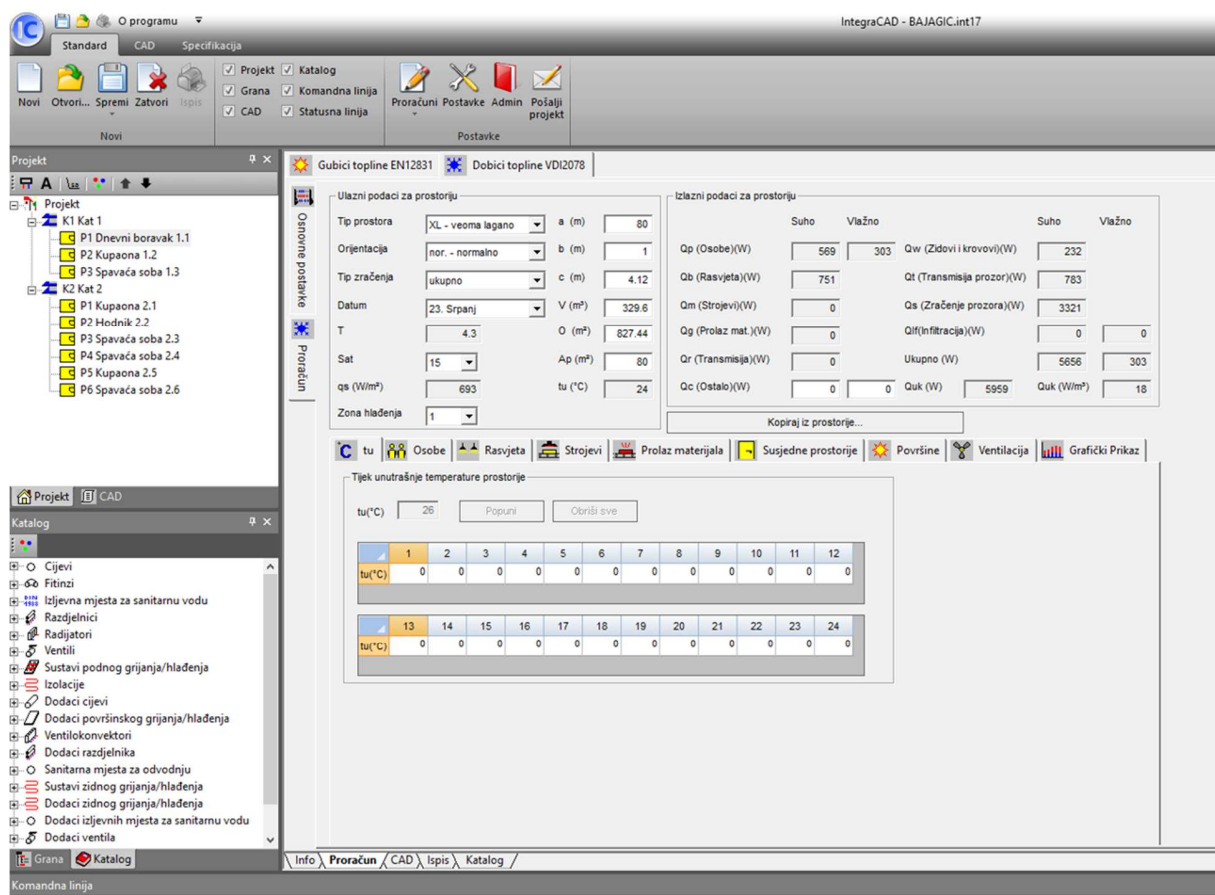
Podaci uneseni o objektu i prostorijama koje su se obradile prenose se i u proračun dobitaka. Pritiskom na opciju "Kopiraj površine u dobitke top." (slika 4.6). program nudi opciju prijenosa svi površina u daljnji proračun. Razlika od proračuna gubitaka je što sada tim površinama dajemo svojstva. Svojstva površina koja ulaze u proračun nudi sam program. Površine su: zidovi, pod, prozori i krov. Svojstva koja program nudi su prema normi VDI 2078 te ih korisnik osobno odabire s obzirom na vrstu slojeva koji su upisani u arhitekturi. Bira se debljina sloja, vrsta sloja, vrstu izolacije ako je ima, itd...



Slika 4.4- Prozor gdje se unose osnovni podaci za izračun dobitaka

U ovom prozoru se može primijetiti da program zahtjeva podatke o vremenskoj zoni, kvaliteti vremena tj. sunčano ili oblačno za te sate u danu. Razlog tome je što za dobitke rezultati dosta ovise o položaju sunca dok za gubitke nije bilo potrebno. Kod gubitaka se ne uzima u obzir jer je temperatura niska svugdje jednako dok za dobitke uvjetuje položaj sunca.

Nakon što su se ispunili osnovni podaci prelazi se na proračun.



Projekt učitani

Slika 4.5-Proračun dobitek

Za proračun dobitek različiti utjecaji se uzimaju u obzir. Korisnik mora ispuniti sve podatke koje ta prostorija sadrži i nalazi u izbornoj traci (slika 4.5). Npr. kuhinja će imati podatak vezano za strojeve ili pak prolaz materijala jer se nalaze pećnica, frižider i razni aparati te trajanje njihovog korištenja dok spavaća soba to neće imati. Za ovaj primjer će se objasniti svaka opcija.

Opcija "tu (°C)" sadrži unutrašnju temperaturu prostorije koja se obrađuje.

Opcija "Osobe" definira utjecaj osoba na toplinske dobitke prostorije. Upisuje se broj osoba te vrsta fizičkog rada koja se obavlja. Osoba koja odrađuje teži fizički rad predaje više topline od osobe koja obavlja lagani. Također se upisuje trajanje boravka osoba u prostoriji.

Opcija "Rasvjeta" definira snagu rasvjete koja se nalazi u prostoriji. U praksi se uzima 10 [W] po kvadratu prostorije da bi se dobio faktor sigurnosti jer je to i više nego što većini prostorija treba. S tom sigurnosti se dobiju veći dobitci.

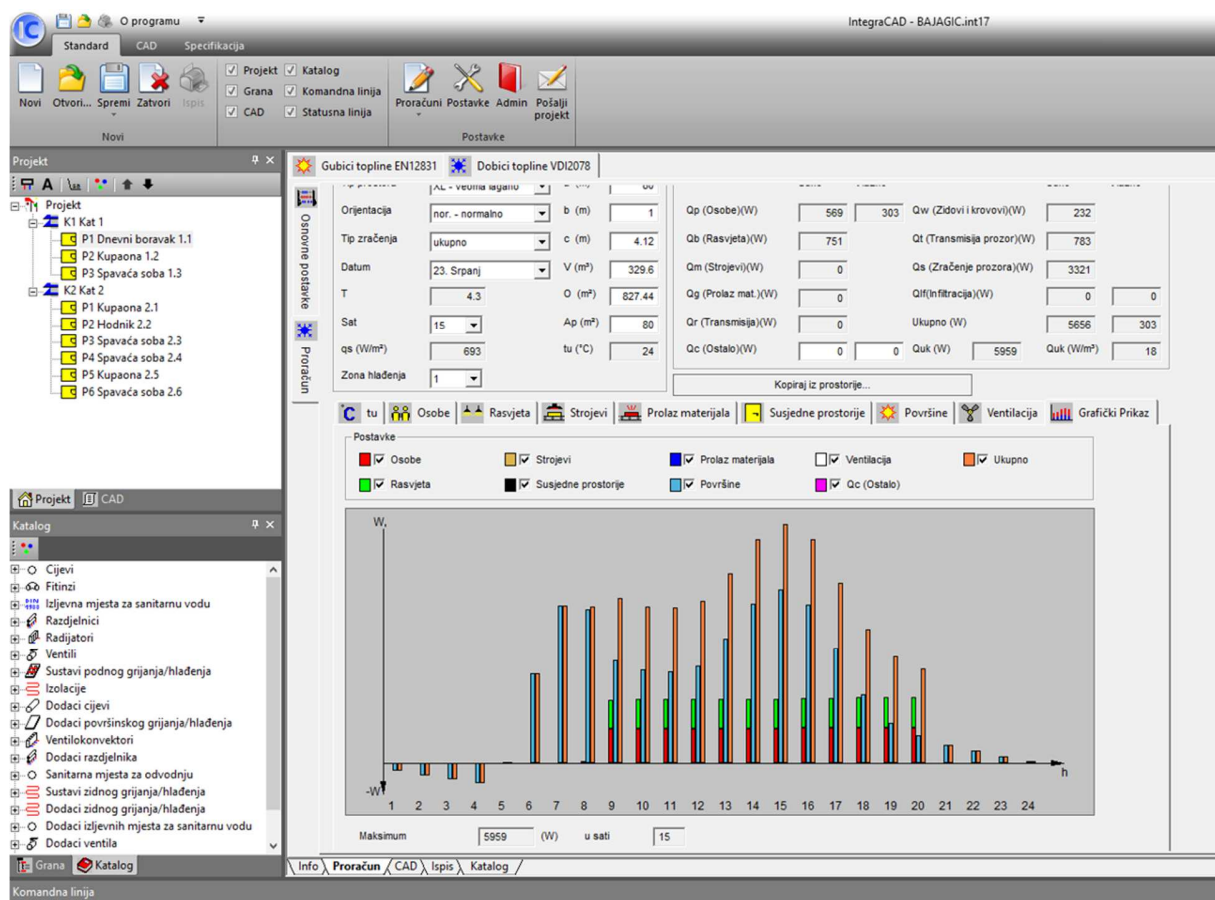
Opcija "Strojevi" definira aparate koji se nalaze u prostoriji. Korisnik mora upisati snagu aparata, broj te vrijeme korištenja istih.

Opcija "Prolaz materijala" definira utjecaj materijala povećane ili smanjene temperature koja prolazi kroz prostoriju. Ako se iz kuhinje kroz hodnik nose često vrući predmeti onda to dodaje na dobitcima u prostoru hodnika. Korisnik mora upisati učestalost i temperaturu predmeta koji se prenose.

Opcija "Susjedne prostorije" definira utjecaj susjedne prostorije. Ako npr. prostorija dobiva više sunčeve svjetlosti je samim tim temperatura susjedne prostorije veća od prostorije koja se obrađuje.

Opcija "Ventilacija" definira utjecaj ventilacije na prostoriju. Ventilatori koji nemaju svoj izvor topline kao kupaonički ventilator oduzimaju toplinu iz prostorije ili ako dovode svjež zrak tad ulazi topliji ako je period ljeta. U slučaju da se želi izbjeći ta situacija onda se ugrađuje rekuperator topline.

Opcija "Grafički prikaz" prezentira rezultate u grafičkom prikazu nakon što se sve opcije ispune koje su potrebne.



Projekt učitani

Slika 4.6- Grafički prikaz rezultata dobitaka

Grafički prikaz prikazuje dobitke u najtoplijem danu u godini. Na apscisi se vide sati u danu, a na ordinati količina topline u vatima [W] (slika 4.8).

Kada se dovrše svi proračuni program nudi opciju ispisa rezultata u Excel formatu. Rezultati u Excel-u su prikazani u raznim formatima. Postoji mogućnost pregleda svih rezultata detaljno (po prostoriji i po površinama) ili generalizirani rezultati također su upisani svi projektni uvjeti i koeficijent koje je korisnik upisivao.



**Projekt:**

**Toplinska bilanca**

K1	Kat 1	P	Prostorija	A	ti	Qn	PnI	PnV	QnI	QnV	QnI*	QnV*
		P1	Dnevni boravak 1.1	80	21	8765	5034	1681	0	0	-4765	0
		P2	Kupatna 1.2	5	24	549	222	347	0	0	-549	0
		P3	Spaćava soba 1.3	25	21	2232	1797	525	0	0	-2232	0
			<b>Ukupno Kat 1</b>			<b>9566</b>	<b>7813</b>	<b>2553</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-9566</b>
		P4	Kupatna 2.1	16	24	721	442	279	0	0	-721	0
		P5	Hodnik 2.2	16	20	1054	818	236	0	0	-1054	0
		P6	Spaćava soba 2.3	15	21	820	391	239	0	0	-820	0
		P7	Spaćava soba 2.4	17	21	1129	878	251	0	0	-1129	0
		P8	Kupatna 2.5	5	24	407	163	244	0	0	-407	0
		P9	Spaćava soba 2.6	15	20	1140	816	222	0	0	-1140	0
			<b>Ukupno Kat 2</b>			<b>5071</b>	<b>3610</b>	<b>1461</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-5071</b>

Slika 4.7- Rezultati gubitaka

**Projekt:**

**Rekapitulacija po prostorijama**

Kat 1	P1	Dnevni boravak 1.1	Qgubo (W)	QnIzno (W)	Qukupno (W)	Datum i vrijeme
	P2	Kupatna 1.2	147	37	184 23. Rujan 17h	
	P3	Spaćava soba 1.3	3611	75	3686 22. Rujan 14h	
Kat 2	P4	Kupatna 2.1	Qgubo (W)	QnIzno (W)	Qukupno (W)	Datum i vrijeme
	P5	Hodnik 2.2	1632	85	1717 21. Lipanj 17h	
	P6	Spaćava soba 2.3	1063	75	1138 22. Rujan 14h	
	P7	Spaćava soba 2.4	2061	75	2136 22. Rujan 14h	
	P8	Kupatna 2.5	131	42	173 23. Sijanj 17h	
	P9	Spaćava soba 2.6	1390	75	1465 24. Kolovoz 15h	

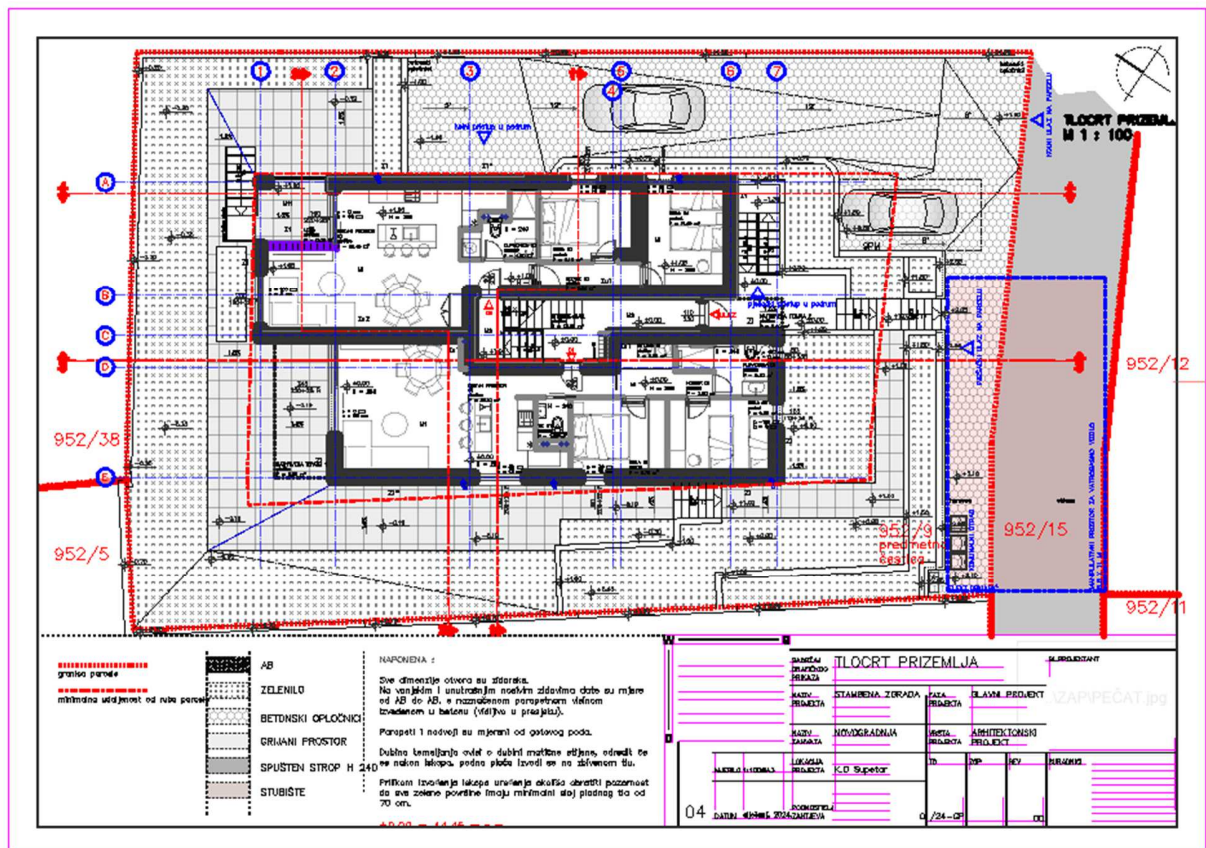
Slika 4.8- Rezultati gubitaka

Na slikama 4.9 i 4.10 se mogu vidjeti rezultati proračuna s osnovnim podacima prezentirani u Excel tablici. Također se može vidjeti da se pružaju različiti sheet-ovi s različitim verzijama rezultata. U slučaju da korisniku trebaju neki specifični podaci o prostoriji može se naći u odgovarajućem sheet-u.

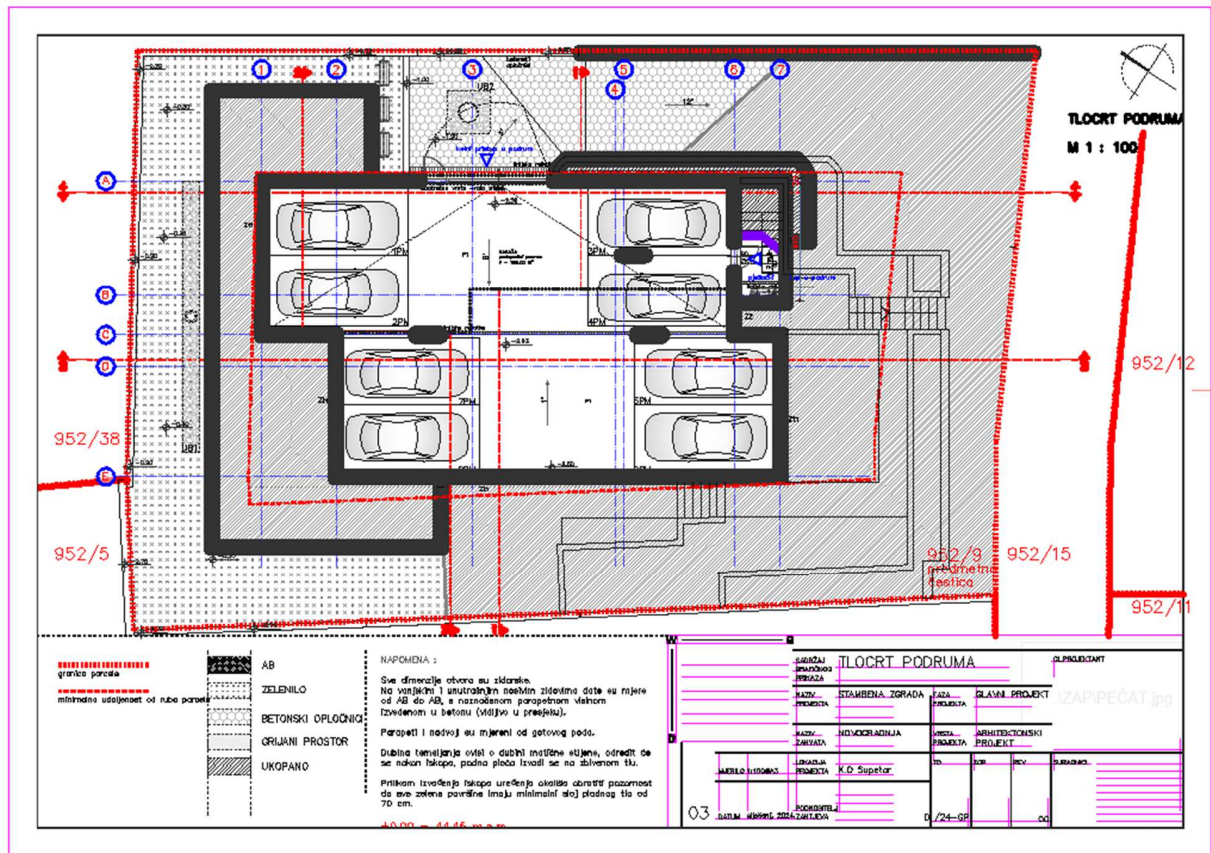
## 4.4 Izrada nacрта

Pri izradi nacrtu u 2D ili 3D se koristi BricsCAD. U ovom primjeru će se prikazati isključivo 2D jer ovaj tip projekta nema potrebe za 3D modeliranjem također arhitektonske podloge nisu u 3D formatu.

Pri početku izrade nacrtu potrebno je prilagoditi podloge koje je arhitekt poslao. Neke informacije koje se nalaze u nacrtu za projekt strojarstva nisu bitne.



Slika 4.9- Primjer arhitektonske podloge objekta



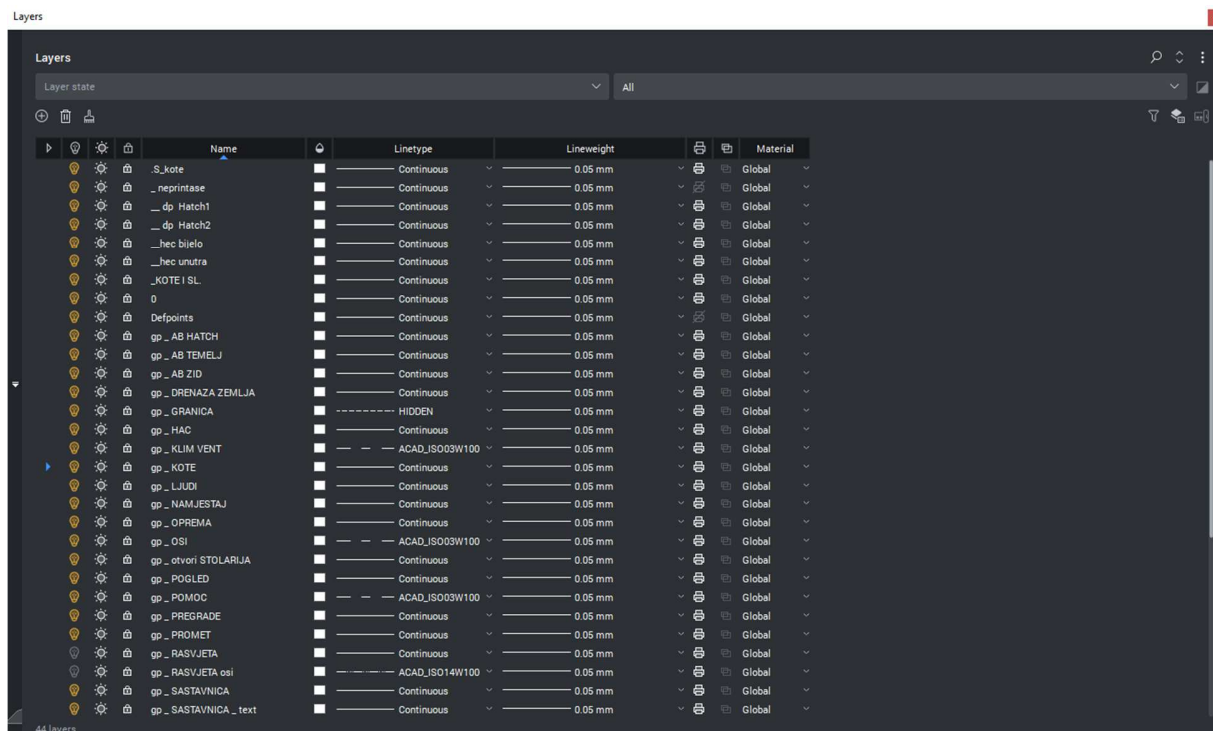
Slika 4.10- Tlocrt garažnog prostora objekta

Na slikama 4.9 i 4.10 se mogu vidjeti podloge poslane od strane arhitekta. Razne šrafure, dimenzije, obilježja parcele, itd... U donjem desnom kutu stoji sastavnica. Ona sadrži osnovne podatke o arhitektonskom uredu, projektantima, informacije o objektu i investitoru. Podaci o investitoru su izbrisani iz sigurnosnih razloga.

Sve navedene informacije su trivijalne za strojarski projekt. Zbog preglednosti nacrtu se brišu spomenute informacije da ne bih došlo do preklapanja s nacrtanim instalacijama.

Nacrt koji je očišćen se zove "MATRICA". Na primjeru projekta ovog rada pozadina je crne boje te se arhitektonske podloge prebacuju na crnu podlogu također. Razlog tome je što se alatom "Match properties" svi slojevi u nacrtu prebacuju u bijelu boju i debljina linije u 0,05 da strojarski nacrti budu u većem izražaju. Slojevi od arhitekta se prebacuju u bijelu boju zbog crne pozadine ali također kad se zaključaju pojedini slojevi linije se prebacuju u sivu boju. Na takav način se lako uoče otključani ili zaključani slojevi. Sve navedeno se odrađuje u prozoru

zvan "Slojevi (Layers)"(slika 4.13) nakon što svi označeni slojevi su prebačeni u "By layer" svojstva.



Slika 4.11- Slojevi prozor

Nakon prebačenih svojstava slojeva uklanjaju se i nacrti koji nisu potrebni poput geodetske situacije jer u ovom projektu nema razloga za provlačenjem instalacije dalje od objekta. Geodetska situacija bi bila potrebna u projektu Vode i Kanalizacije na primjer zbog kotiranih cijevi i šahtova.

Očišćena podloga tj. MATRICA sačuva se u posebni folder. Sve datoteke koje su modificirane od korisnika moraju imati zadnji datum upisan u naziv da ne dođe do preklapanja ili neusklađenosti. MATRICA se prebacuje u drugi folder te dobiva svoj naziv TD-STR-XXX/YY

Oznake u TD-STR-XXX/YY predstavljaju sljedeće:

- TD oznaka predstavlja-Tehnički dnevnik

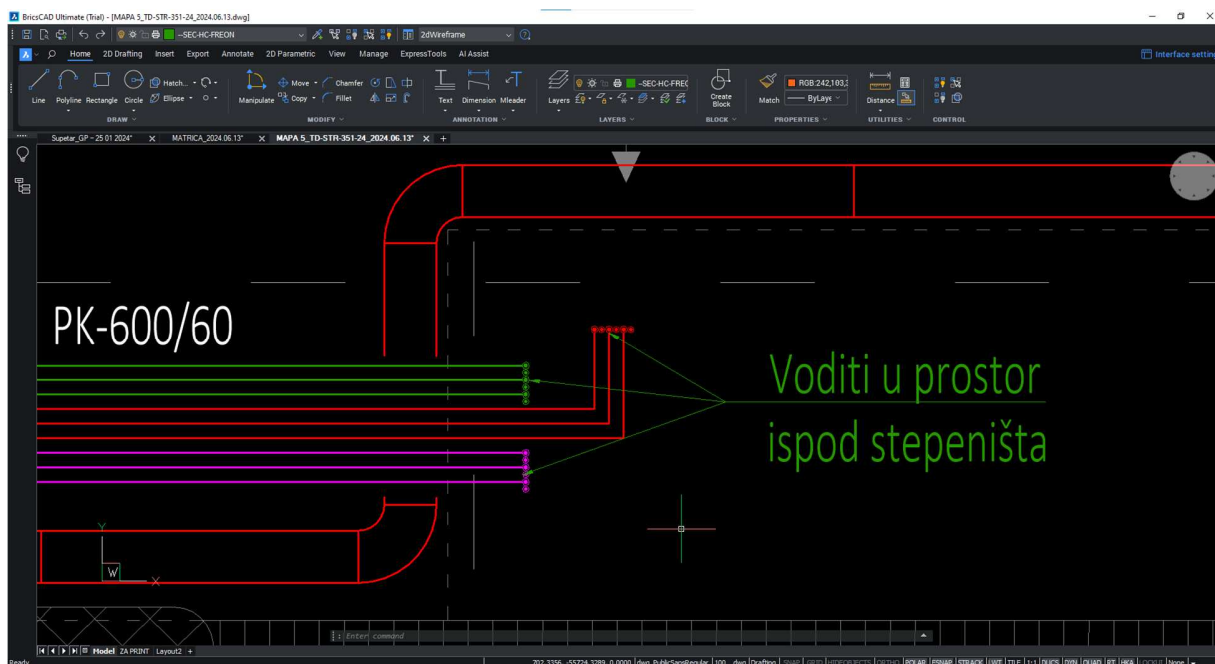


- STR oznaka predstavlja da je Strojarski projekt
- XXX predstavlja broj Tehničkog dnevnika dotičnog ureda koji izrađuje projekt
- YY je godina u kojoj je projekt napravljen tj. započet

Oznake koje se dodjele projektu te pošalju s projektom na odobravanje se ne mogu mijenjati. U slučaju izmjene svi u uredu moraju izraditi nove naslovne stranice koje će biti spomenute kasnije u radu. Oznake se moraju poklapati svim uredima te umjesto mijenjanja se stavlja dodatak poput "Ispravak 1"

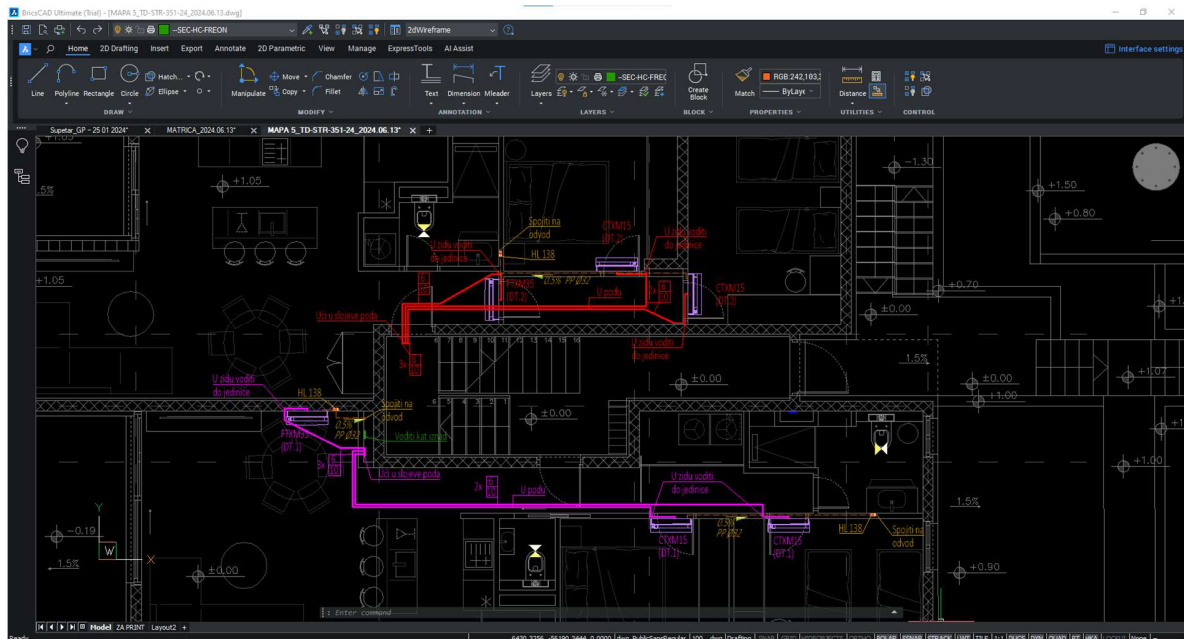
Pri početku izrade nacrtu uzimaju se u obzir zahtjevi investitora te idejni projekt. Prema tome se započinje crtanje projekta. U spomenutom projektu projektira se ventilacija garaže, sanitarije te grijanje i hlađenje prostorija pojedinih stanova. Kada se pregledaju ograničenja koja oprema zahtjeva započinje njihovo smještanje po objektu. Mora se voditi računa na tehničke zahtjeve, razinu buke ali i da se ne naruši estetika objekta.

Kad su smještene jedinice moraju se ucrtati freonski bakreni vodovi koji spajaju vanjsku i unutarnju jedinicu (slika 4.13). Zbog malih dimenzija se prezentiraju jednom crtom. U slučaju da se crta cijela debljina kad se udalji pogled objekta tada bi se pretvorilo u jednu debelu crtu te bi zasjenilo ostatak nacrtu oko vodova.



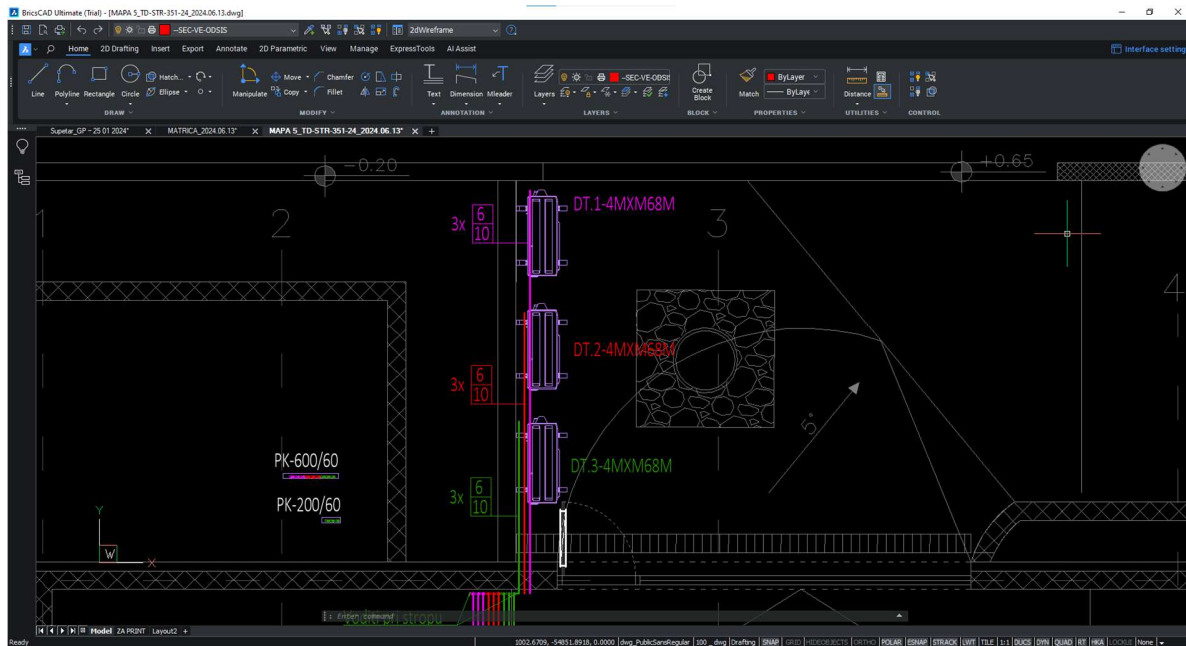
Slika 4.12- Primjer iscrtavanja freonskih bakrenih vodova

Nakon iscrtavanja vodova svih jedinica provjerava se zbroj duljina od vanjske jedinice do unutarnje u slučaju da ne zadovoljava tehničke uvjete. Klima jedinice korištene su marke DAIKIN. DAIKIN-ov D-portal nudi od cijelog asortimana 2D i 3D nacрте te samo uredi koji predstavljaju DAIKIN imaju pristup. Također u BIM programima za dizajn moguće je preuzeti i u tom formatu gdje se dobije 3D blok s renderom te specifikacijom jedinice ugrađene u sami blok.



Slika 4.13-Primjer rascrtanih jedinica i vodova jednog kata

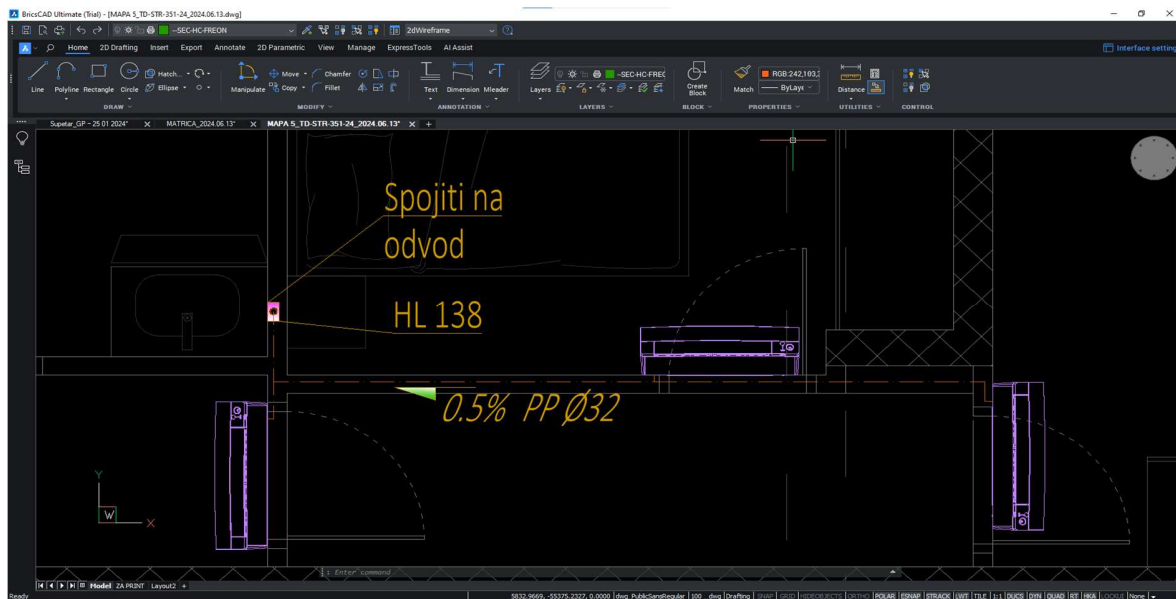
Na slici 4.14 se može vidjeti da su vodovi za pojedine trase ucrtane različitim bojama. Razlog tome je da se razlikuju odvojeni sustavi. U ovom slučaju nazivu jedinice se dodaje "DT x" (Dizalica topline i njen redni broj (X)) gdje vanjska jedinica povezana na taj sustav također ima isti dodatak (slika 4.16). Taj dodatak služi u slučaju da se rad preda u crno bijeloj boji da se i dalje mogu razlikovati sustavi da ne dođe do zabune .



Slika 4.14- Oznake na vanjskim jedinicama sustava

Također pri smještaju jedinica mora se voditi računa o odvodu kondenzata koji se također zbog manjih dimenzija crta jednom crta točka crta linijom (slika 4.15). Mora se voditi računa da cijevi moraju imati minimalni pad od 0,5% te da ne smiju prolaziti kroz površine koje su podložne probijanju. U ovom primjeru linije su označene smeđom bojom te se upisuju prikladne oznake.





Slika 4.15- Primjer ucrtavanja kondenzata

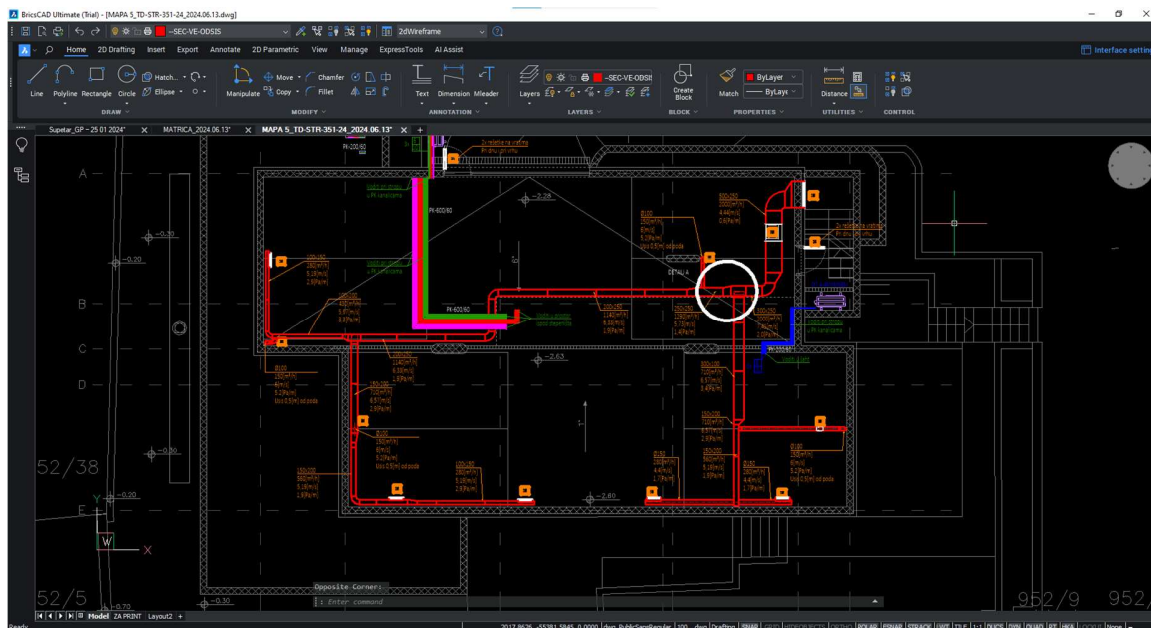
Oznake koje su dodijeljene su:

- PP Ø32-označava vrstu cijevi a to je plastična kanalizacijska cijev promjera 32 [mm]
- 0,5%- označava postotak pada cijevi dok strelica daje do znanja na koju stranu je pad
- HL 138- je proizvod marke Hutterer & Lechner i predstavlja sifon za spoj s kanalizacijskom mrežom

Za ventilaciju garaže se proračun dobio prema normi VDI 2053-1:1995:08 [6]. Prema podacima se dobije da s obzirom na kvadraturu garaže koja je veća od 100 [m<sup>2</sup>] i broj automobila potrebna količina izmijenjenog zraka po automobilu je 250 [m<sup>3</sup>/h]. Prema tom podatku odabire se uređaj koji može napraviti protok od 2000 [m<sup>3</sup>/h]. Razvod za ventilaciju garaže je u obliku pravokutnih kanala.

Pri iscrtavanju ventilacije treba voditi računa o dimenzijama i pravilnoj raspodjeli protoka zraka. Ventilacijski uređaj mora biti smješten gdje najmanje smeta i gdje buka ima najmanju ulogu ali da može biti pristupačan u vidu servisiranja i odražavanja. Pri iscrtavanju mreže ventilacije bitno je da optok odsisnog zraka bude podjednak, ujednačen i da je cijeli prostor jednako tretiran. U ovom slučaju zbog rasporeda garaže i ulaznih vrata koji će biti najveći

izvor svježeg zraka (zbog ventilacijskih rešetki oznake R3) odsisne rešetke (oznake R2) su većinski u jednom kraju garaže. Da bi se dobio povoljni protok idealno je postaviti dovod svježeg zraka nasuprot odsisa otpadnog zraka. Ventilacijski kanali Ø100 [mm] su postavljeni pri podu uz automobile da direktno uzimaju ispušne plinove. Dimenzioniranje kanala ovisi o količini zraka [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] i dimenzija prostora. U nacrtu (slika 4.16) se može vidjeti da su kanali dosta plitki ali široki zbog visine prostorije i da bi zadovoljili pad tlaka koji uređaj može savladati.

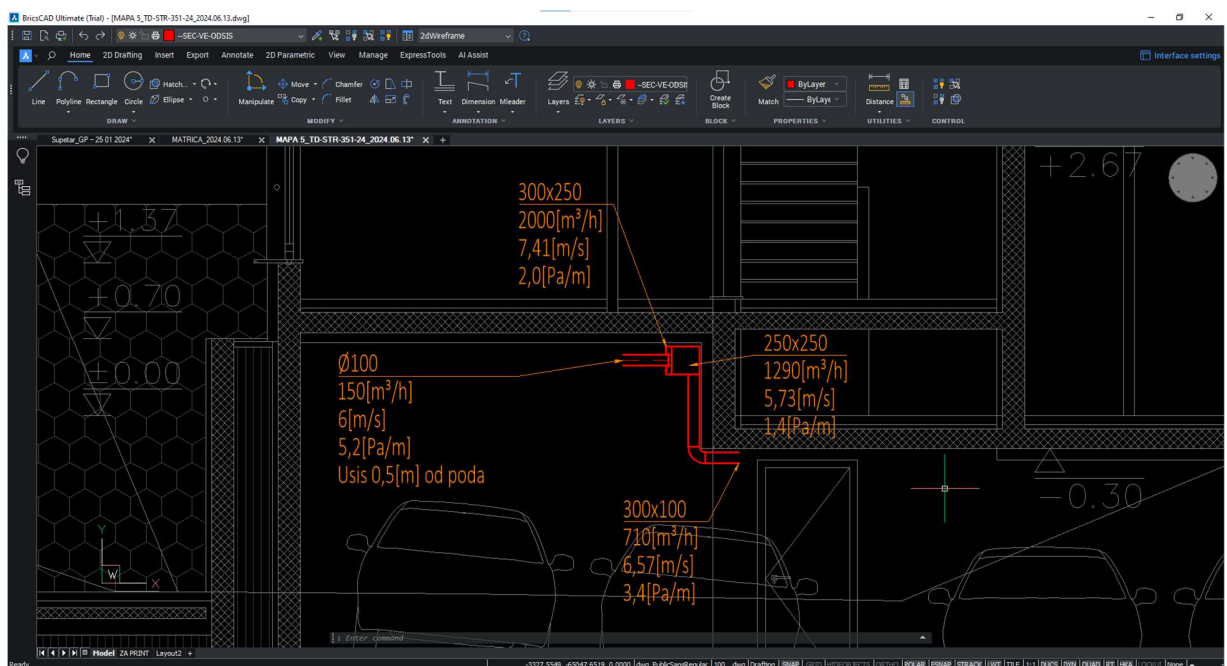


Slika 4.16-Ventilacija garažnog prostora

<b>V1</b> - RS 50-25-EC sileo V=2000[m <sup>3</sup> /h] dp=250[Pa] Zvučni tlak=50[dB(A)] Nel=0.4[kW]; 230[V] DS: Fleksibilni konektor FFK Filter Uključuje se preko CO osjetnika i regulatora Step-switch S.5SEC-2, 0-10[V] (dio elektro projekta)	<b>R1</b> - WGL-AL-3-797x322-ER 2000[m <sup>3</sup> /h] 2,16[m/s] 20[Pa]
<b>V2</b> - ER60-UP/G V=60[m <sup>3</sup> /h] dp=150[Pa] Zvučni tlak=36[dB(A)] Nel=21[W]; 230[V] Regulator: / Uključuje se preko sklopke	<b>R2</b> - TR-AG/425x125-A1 280[m <sup>3</sup> /h] 3[m/s] 5[Pa]
	<b>R3</b> - AGS-T-/625x225 500[m <sup>3</sup> /h] 2.52[m/s] 19[Pa]
	<b>R4</b> - WGK-AL-3/397x197/ER
	<b>Z1</b> - VFR/100

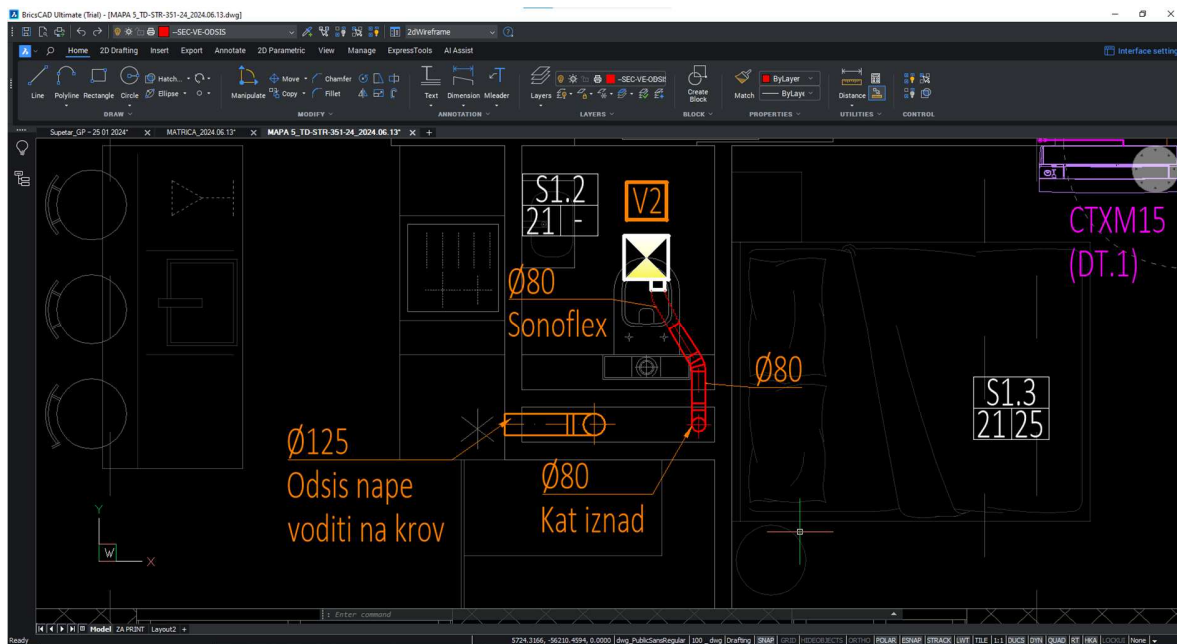
Slika 4.17-Legenda oznaka ventilacijskog sustava

Zbog preglednosti nacrtu oznake komponenta korištenih se označuju simbolima (slika 4.17). Podaci koji se vežu uz iste se upisuju u legendu u suprotnom bi nacrt bio nečitljiv i lako može doći do greške. Uz kanale se upisuju dimenzije, količine protoka zraka [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] u pojedinom segmentu te pripadajući pad tlaka [ $\text{Pa}/\text{m}$ ] da pri izvođenju balansiranja rešetki i razvoda podaci budu jasni. Može se uočiti na nacrtu segment koji je označen s "detalj A" (slika 4.18). Zbog skoka u ploči stropa mora se izvesti prijelaz na drugi kraj garaže te je iscrtan detalj u presjeku.



Slika 4.18- Slika detalja A

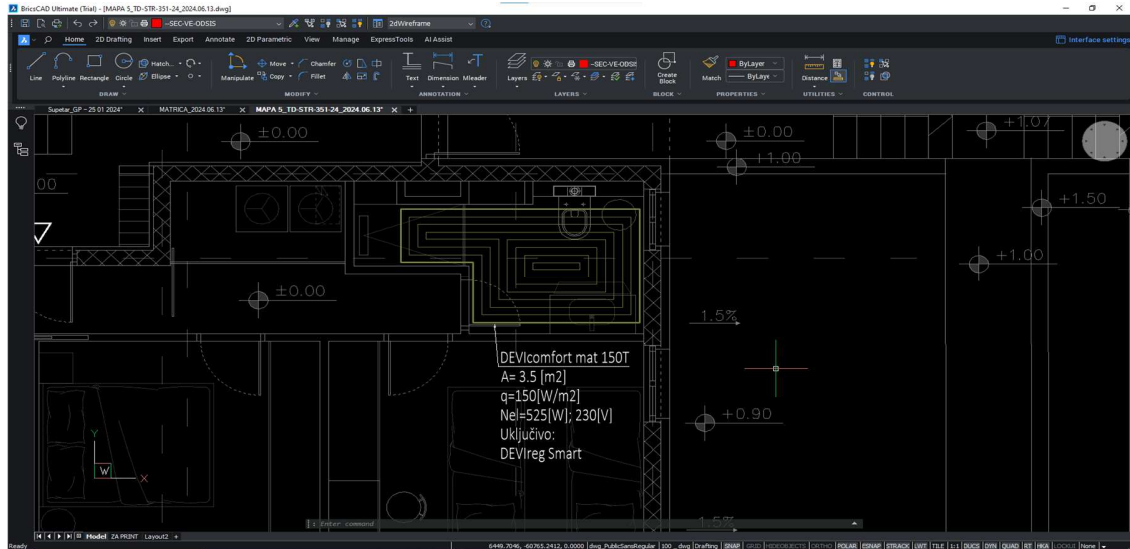
Pri ventilaciji kupaona koristi se nadžbukni i podžbukni kupaonski ventilator (slika 4.19). Ventilatori se spajaju na jedan kanal koji prolazi kroz zajednički šaht namijenjen za provod instalacija. Šaht se koristi ponajviše jer neometano instalacije cijevi mogu prolaziti kroz zgradu do izlaza na krovu. Cijevi vode i kanalizacije, kupaonske ventilacije, odsis napa, freonske bakrene cijevi i kondenzat zauzimaju većinski dio šahta te se distribuira po katovima i stanovima.



Slika 4.19- Primjer prolaza cijevi kroz šaht

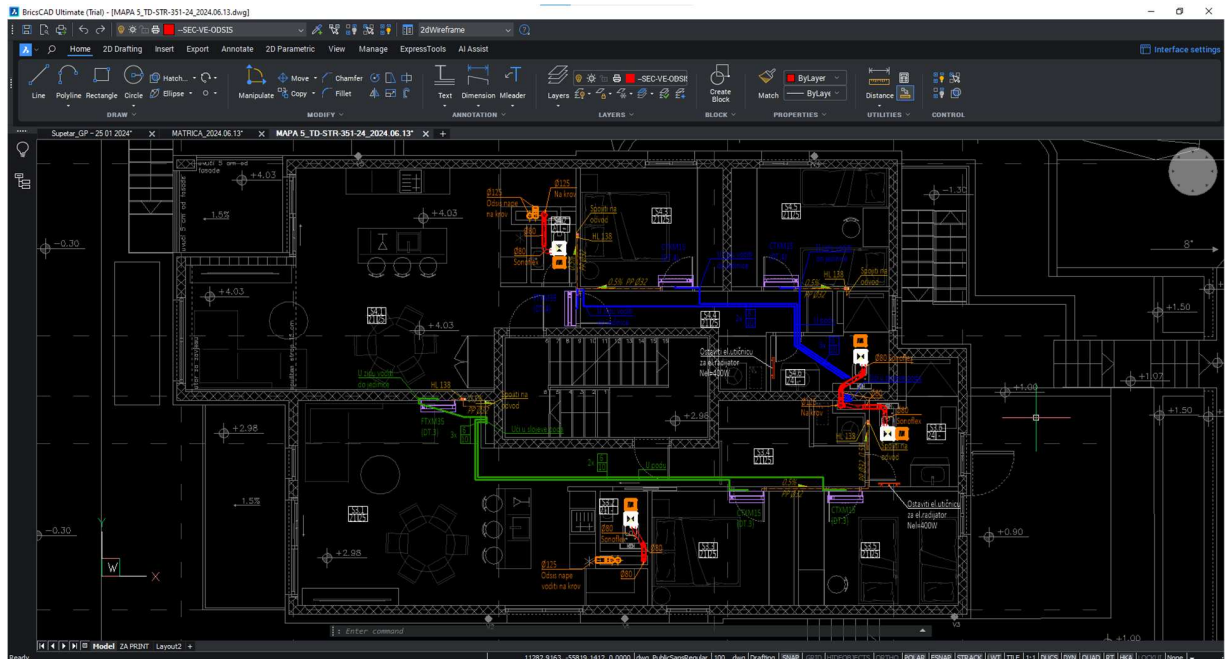
Cijevi ventilacije i odsisa napa završavaju na krovu gdje izbacuju zrak iz šahta. Cijevi nape se vode zasebno po katu da ne dođe do preopterećenja cijevi i na kraju zastoja zbog masnoća.

Odvojeno od nacрта se zasebno ucrtava elektro podno grijanje u kupaonama (slika 4.20). Kad bi se crtalo zajedno s ostalim instalacijama preklapale bi se instalacije te bi bilo nečitljivo.



Slika 4.20-Primjer elektro podnog grijanja

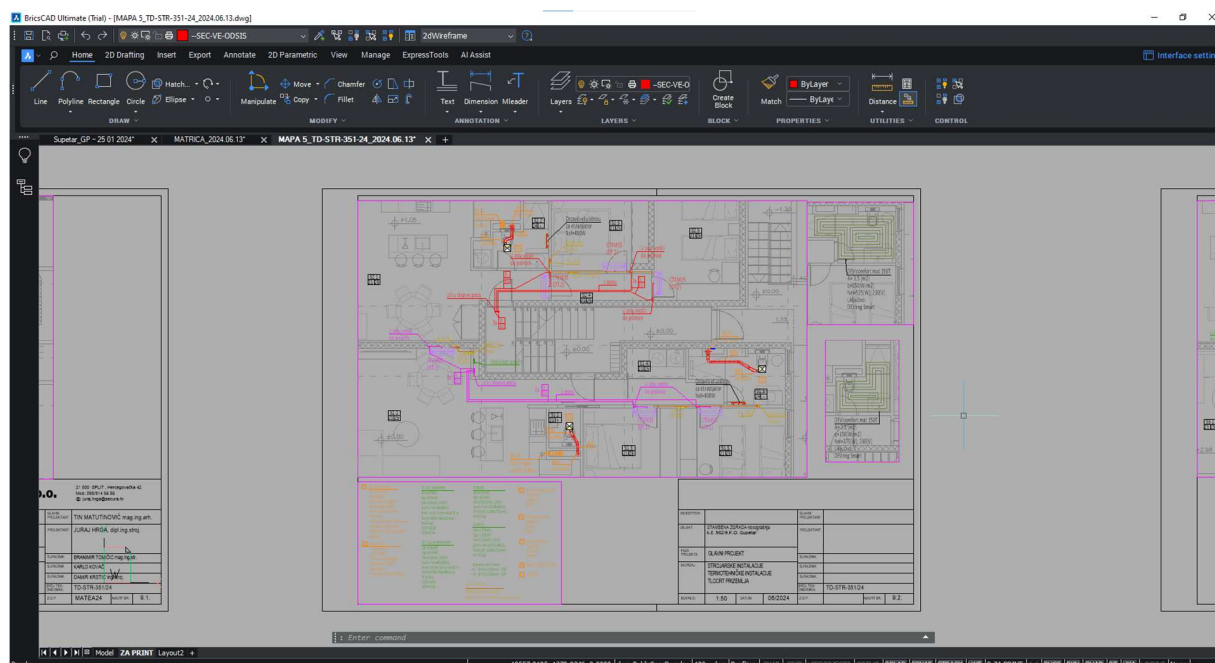
Kad su sve instalacije ucrtane (slika 4.21) na svim katovima i sve oznake su na pripadajućem mjestu nacrti se pripremaju za izradu sastavnica u A3 formatu.



Slika 4.21-Tlocrt kata sa svim instalacijama

## 4.5 Izrada tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija se sastoji od dva dijela: nacrti i tekstualni dio projekta. Nacrti se pripremaju za prikaz u dokumentaciji tako da se po veličini tlocrta odabire dovoljno velik format papira koji je u ovom slučaju A3. Izrađuje se okvir u kojem će stati tlocrt te sastavnica. U sastavnici se nalaze detalji o investitoru, objektu, uredu koji izrađuje projekt, glavnom projektantu, suradnicima, oznake projekta, mjerilo te redni broj nacrtu. Svaki kat ima svoju pripadajuću stranicu s rednim brojem. U nacrtu se trebaju vidjeti instalacije, oznake te legenda istih. Cijeli proces izrade se događa u prozoru Layout (slika 4.22) gdje program ima funkciju prikaza tlocrta kroz nevidljive okvire pomoću komande Viewport.



Slika 4.22 –Primjer jednog kata spremnog za pretvorbu u PDF

Svaki nacrt ima svoj redni broj i naziv te se upisuju u tekstualni dio tehničke dokumentacije.

Pri izradi tekstualnog dijela ima određeni obrazac koji se mora poštivati. Postoji devet poglavlja koji svaki tekst mora sadržavati s pod poglavljima a oni su:

Opći dio- sadrži sve osnovne informacije o projektu, investitoru i projektantskim uredima uključenim u projekt.



Projektni zadatak-opisuje se problem koji se mora riješiti u strojarском projektu termotehnike.

Tehnički opis-sadržava opis sistema koji se koriste za projekt grijanja hlađenja i ventilacije.

Tehnički proračun-navode se norme prema kojima se izvodi proračun te rezultati istih.

Prikaz primijenjenih propisa i tehničkih rješenja za zaštitu od požara- ističe važnost izjave materijala koji se koriste i njihova svojstva te norme koje zadovoljavaju.

Prikaz predviđenih mjera i tehničkih rješenja za primjenu pravila zaštite na radu- iskazuje podatke o materijalima koji su korišteni. Navode se njihova svojstva, tehnički podaci te opće i tehničke uvjete izvođenja istih.

Iskaz procijenjenih troškova gradnje-projektant daje svoju procjenu troškova instalacija te izvođenja radova termotehničkih instalacija.

Grafički dio- Sadrži popis nacrtā termotehničkog projekta.

Pri izradi tekstualnog dijela mora se pripaziti na detalje koji se nalaze u tekstu. Ne smije biti neusklađenosti nacrtā i teksta, zakoni i norme koji su navedeni moraju biti zadnji koji su izdani u Narodnim Novinama te informacije o projektu moraju biti točne i usklađene s drugim projektantima na projektu.

Pri završetku se nacrti i tekst pretvaraju u PDF format te objedinjuju u jedan. Zatim glavni projektant stavlja svoj pečat i potpis što potvrđuje da je projekt gotov. Zatim se vodi na print gdje se uvezuje cijeli projekt te se trobojni konac ( jamstvenik) lijepi na naslovnu stranicu preko kojeg se stavlja pečat ureda koji je izradio projekt.

#### **4.6 Prednosti i nedostaci BricsCAD-a i BIM kompatibilnost**

BricsCAD se ističe u svojim specijaliziranim alatima koji su dostupni već na njihovoj stranici zajedno s programom u obliku proširenja. Korisniku je lako pregledna kompatibilnost i funkcije specijaliziranih proširenja koji su vezani za BricsCAD. Proširenja koja se mogu birati pokrivaju polja arhitekture, strojarstva i elektrotehnike. Prednost BricsCAD-a koji ima jednu



od opcija ugrađenih je mogućnost brzog odabira već postojećih materijala i instalacija te se dosta lakše izradi realističniji i precizniji projekt. Primjer tome može biti ventilacija garaže koja je spomenuta pri izradi projekta (slika 4.16). Kanali su ručno ucrtani te su informacije manualno ispisane. Bricsys nudi proširenje AX3000 specifično za BricsCAD koji pomoću već ugrađenih parametara sam iscrtava kanale. Korisnik mora ispuniti parametre potrebne te proširenje samo iscrta i definira informacije koje su iscrtane. Ta funkcija je dostupna za BricsCAD što ukazuje na njegovu popularnost i stupanj kompatibilnosti.

Nedostatci mogu uključivati manju bazu korisnika i nedostatak određenih specijaliziranih alata u usporedbi s programom poput AutoCAD-a. Za dodavanje određenih alata moraju se koristiti dodatni softveri koji povezuju BricsCAD i alate. Korisnicima je prelazak s dosta poznatijeg AutoCAD-a bio dosta brz proces glede prilagođavanja ali neke funkcije su nedostajale koje su značile vremenski. Jedna od tih funkcija je manjak mogućnosti prebacivanja tj. dostupnost već sređenih slojeva koje je tvrtka izradila. Potrebno je manualno prebacivati sve iz baze podataka.

BIM (Building Information Modeling) je skup procesa i metoda koji omogućuju da više sudionika radi na istom projektu. Odlikuje se točnošću i univerzalnosti jer koristi informacije stvarnih proizvoda te projekt ne funkcionira ako je netočno napravljeno. Omogućuje 3D poglede u svim dijelovima projekta te izvlačenja svih stavki s njihovim količinama tj. duljinama. BricsCAD nema direktnu podršku za BIM te se mora kupiti s ugrađenom BIM verzijom programa te s njim može rukovati sa svim BIM projektima. BricsCAD u BIM inačici sadrži sve komponente osnovnog programa te korisnik može birati hoće li raditi u BIM-u ili 2D/3D projektiranju.

## 5. Zaključak

Kroz primjere se može vidjeti koliko brzo i efikasno HVAC projekt može biti izrađen. Softveri koji su specijalizirani za izradu HVAC projekata poput IntegraCAD omogućuju brzu, točnu i jednostavnu izradu potrebnih dijelova projekta. BricsCAD među ostalih funkcija korisniku nudi mnoštvo alata i funkcija za izradu grafičkog dijela projekta. Crtanje je olakšano komandama i prilagodbi programa da nudi opcije napravljene specifično za HVAC. Mogućnost unosa blokova s informacijama, ekstenzije koji sami rješavaju potrebni zadatak je jedno od raznih načina kako je olakšalo rad prelaskom na digitalno crtanje i dizajniranje. Uz HVAC na tržištu su razni softveri koji su specijalizirani za razne oblike struke te osnovni programi poput BricsCAD-a su samo baza preko koje mogućnosti rastu za olakšani rad. AutoCAD je među najpoznatijim ako ne i najpoznatiji CAD program i korisnici diljem svijeta ga koriste. Zbog svoje jedinstvenosti i duge povijesti s CAD dizajnom projektanti su skloniji sigurnoj opciji. Pojavom novih CAD programa na tržištu poput BricsCAD-a se stvara konkurencija te samim time proizvođači tih proizvoda moraju nuditi što bolju ponudu svijetu. Na osnovi mogućnosti koje nudi softver BricsCAD je počelo odabirati sve više zadovoljnih projekata i isti je sve više u primjeni. Njegov utjecaj je značajan jer cijene programa mogu biti sve povoljnije jer proizvođač želi pružiti korisnicima što bliže idealnom proizvodu.

## 6. Literatura

1. BricsCAD softver [Online].  
<https://www.bricsys.com/>
2. IntegraCAD softver[Online].  
<https://integracad.com/>
3. Što je toplinska kondukcija i kako ju demonstrirati. Dostupno na:  
<https://www.stemlittleexplorers.com/hr/pokus-toplinske-kondukcije/>
4. Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790[Online]. Dostupno na:  
[https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/meteoroloski\\_podaci/Algoritam\\_HRN\\_EN\\_13790\\_2017.pdf](https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/meteoroloski_podaci/Algoritam_HRN_EN_13790_2017.pdf)
5. Upute za IntegraCAD[Online]. Dostupno na:  
<https://www.scribd.com/document/397444075/UPUTE-INTEGRACAD>
6. Reknagel AR, Šprenger E, Šramel ER, Čeperković Z GREJANJE I KLIMATIZACIJA, INTERKLIMA d.o.o., Srbija, 2012.
7. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/2015)[Online]  
Dostupno na:  
<https://sredisnjikatalogrh.gov.hr/srce-arhiva/1584/142630/narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/438515.pdf>

# Prilozi-Tehnička dokumentacija

