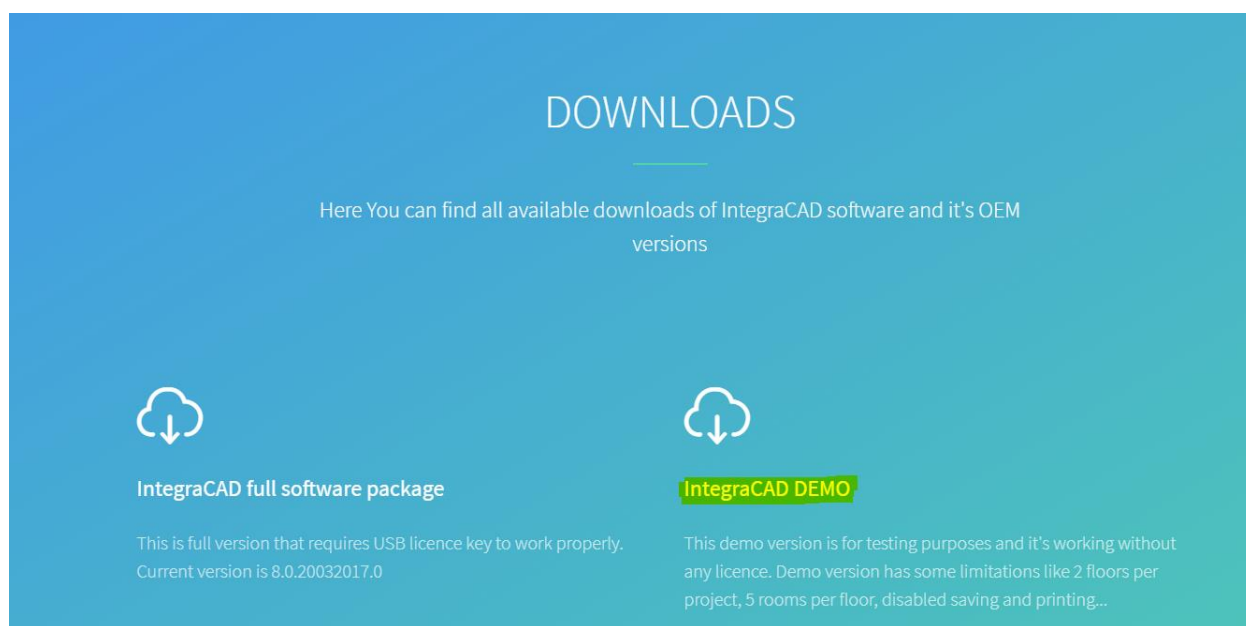


## PROGRAM ZA PRORACUN POVRŠINSKOG GREJANJA I HLAĐENJA

U ovom poglavlju biće reči o korišćenju specijalizovanih softverskih programa kojima se projektanti najčešće služe u praksi, pri projektovanju sistema površinskog grejanja i hlađenja.


Demo verziju softvera možete preuzeti na stranici klikom na IntegraCAD polje:

<http://www.integracad.com/index.html>




**DOWNLOADS**

Here You can find all available downloads of IntegraCAD software and it's OEM versions



**IntegraCAD full software package**

This is full version that requires USB licence key to work properly.  
Current version is 8.0.20032017.0



**IntegraCAD DEMO**

This demo version is for testing purposes and it's working without any licence. Demo version has some limitations like 2 floors per project, 5 rooms per floor, disabled saving and printing...

## ISTORIJAT RAZVOJA PRORAČUNSKOG SOFTVERA

Zbog složenosti i dugotrajnosti procesa proračuna sistema površinskog grejanja i hlađenja nameće se potreba za korišćenjem računara u tu svrhu. U Evropi su se prvi proračunski programi (softveri) pojavili još tokom devedesetih godina 20. veka. Ovi programi se kod nas nisu mnogo upotrebljavali u praksi, najviše zbog činjenice da su bili urađeni na stranom jeziku (nemačkom ili engleskom) što je pred korisnike postavljalo mnogobrojne probleme.

Prvi program poreklom sa prostora bivše SFRJ koji je sadržavao proračun podnog grejanja bio je IntegraCAD urađen od strane hrvatske firme Impuls d.o.o. iz Rijeke. U Hrvatskoj i Sloveniji pojavio se 2001. godine a već iduće godine i na području Srbije, Crne Gore, Bosne i Hercegovine i Makedonije. Ovaj program je u startu ispravio osnovni nedostatak dotadašnjih softvera te je bio dostupan u Hrvatskoj, Slovenačkoj, Srpskoj i Makedonskoj jezičkoj verziji. IntegraCAD je osim proračuna podnog grejanja sadržao i proračune gubitaka i dobitaka toplote, izbor radijatora i proračune cevni mreža, te je delovao kao celovita platforma za termotehničke proračune. Zahvaljujući tome projektanti su po prvi puta u većem broju počeli da se koriste specijalizovanim softverom pri projektovanju sistema za grejanje.

IntegraCAD se mogao nabaviti i u mnogobrojnim "specijalnim" verzijama urađenim za vodeće proizvođače opreme za grejanje. Najvažniji i najrasprostranjeniji od tih programa u svakom slučaju bio je program urađen za firmu Rehau, Nemačka. Ovaj program je u Srbiji, i u ostalim državama u kojima ga se mogao nabaviti, vrlo brzo došao na glas kao najbolje rešenje za proračun podnog grejana.

Razvoj programa se nastavio u verziji IntegraCAD 2005 koji je uz postojeći proračun podnog grejanja sadržavao i proračune podnog hlađenja te zidnog grejanja i hlađenja. To- kom razvoj programa došlo je i do direktne saradnje preduzeća Impuls i Rehau.

Ovaj tekst temelji se na poslednjim dostupnim verzijama programa (IntegraCAD i RAUinteg). S obzirom da su ekrani i postupak proračuna suštinski gotovo identični verujemo da će korisnici oba programa imati koristi od prikaza koji sledi u ovom poglavlju. Radi jednostavnosti u tekstu ćemo koristiti samo reč

program.

## PRETPOSTAVKE ZA KORIŠĆENJE PROGRAMA

Program je urađen za kućne računare sa operacijskim sistemom Windows 2000, XP i Vista. Računar mora da zadovoljava neke osnovne hardverske zahteve da bi se s programom moglo udobno raditi. Posebnih zahteva prema grafičkoj kartici i monitoru nema, ali se svakako preporučuju kvalitetniji modeli sposobni za prikazivanje slike u većim rezolucijama. Detaljnije o potrebnim specifikacijama može se saznati od proizvođača.

Od korisnika se također očekuje i minimalno poznavanje rada u Windows okruženju, dok je za rad u CAD modulu poznavanje drugih sličnih programa prednost. Program je u pojmovnom smislu prilagođen projektantima instalacija grejanja i hlađenja, pa je idealni korisnik diplomirani mašinski inženjer iz područja termotehnike.

Početak rada s programom je dosta jednostavan, a najbolji rezultati postižu se redovitom upotrebom. Velika prednost je i mogućnost dobijanja pomoći od strane preduzeća Rehau i Impuls.

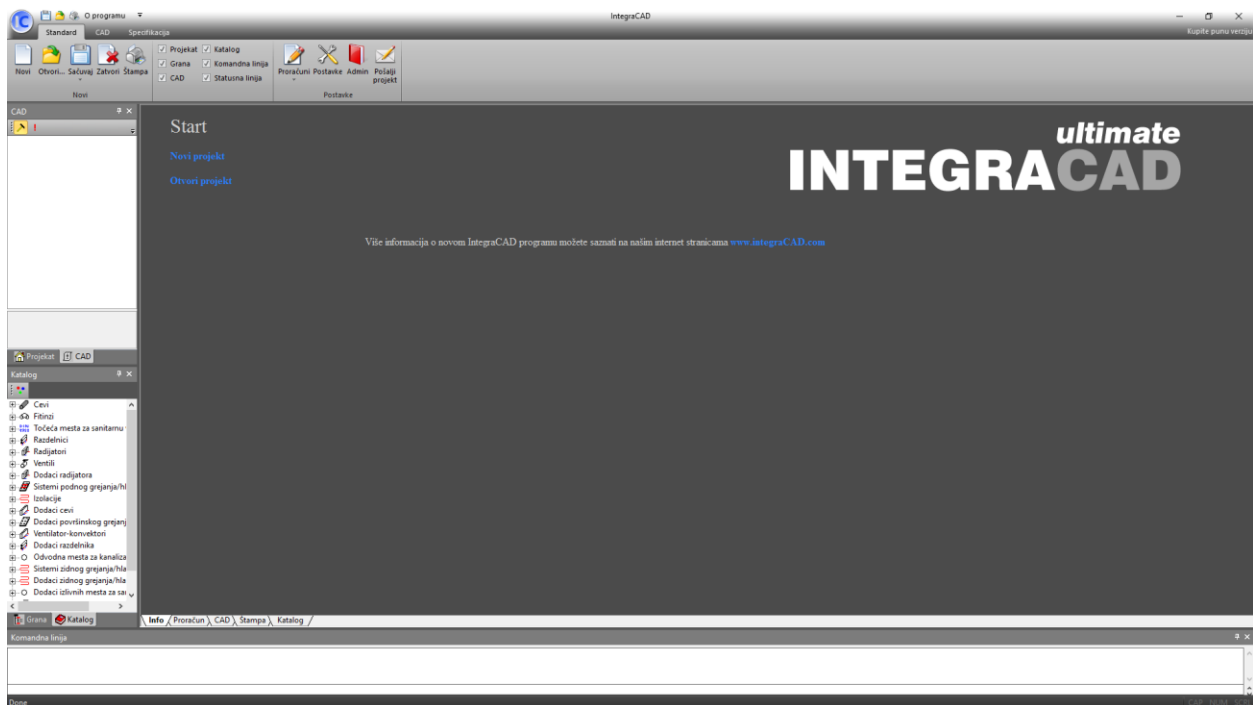
## TEHNIČKA OSNOVA PRORAČUNA

Proračuni su utemeljeni na evropskoj normi EN 1264. Ova norma je naslednica nemačke norme DIN 4725 i prvi puta je objavljena 1998. godine. U izvornom obliku, norma se bavila samo podnim grejanjem, a proračunska osnova ostala je gotovo neizmenjena u odnosu na DIN 4725. S povećanjem popularnosti raznolikih rešenja i proširenjem na zid i plafon kao podlogu pojavljuje se potreba za revizijom standarda. Prvi predlog za proširenje pojavio se 2003. godine pod nazivom CEN/TC 228 W ... te je nekoliko godina služio kao osnova za diskusiju na ovu temu. Konačno usvajanje predloga za proširenje standarda EN 1264 odigralo se 2008. godine kada je u standard i službeno uvršten deo koji se bavi podnim hlađenjem, zidnim grejanjem i hlađenjem i plafonskim grejanjem i hlađenjem. Svi proračuni površinskih sistema grejanja i hlađenja u programu utemeljeni su na normi EN 1264.

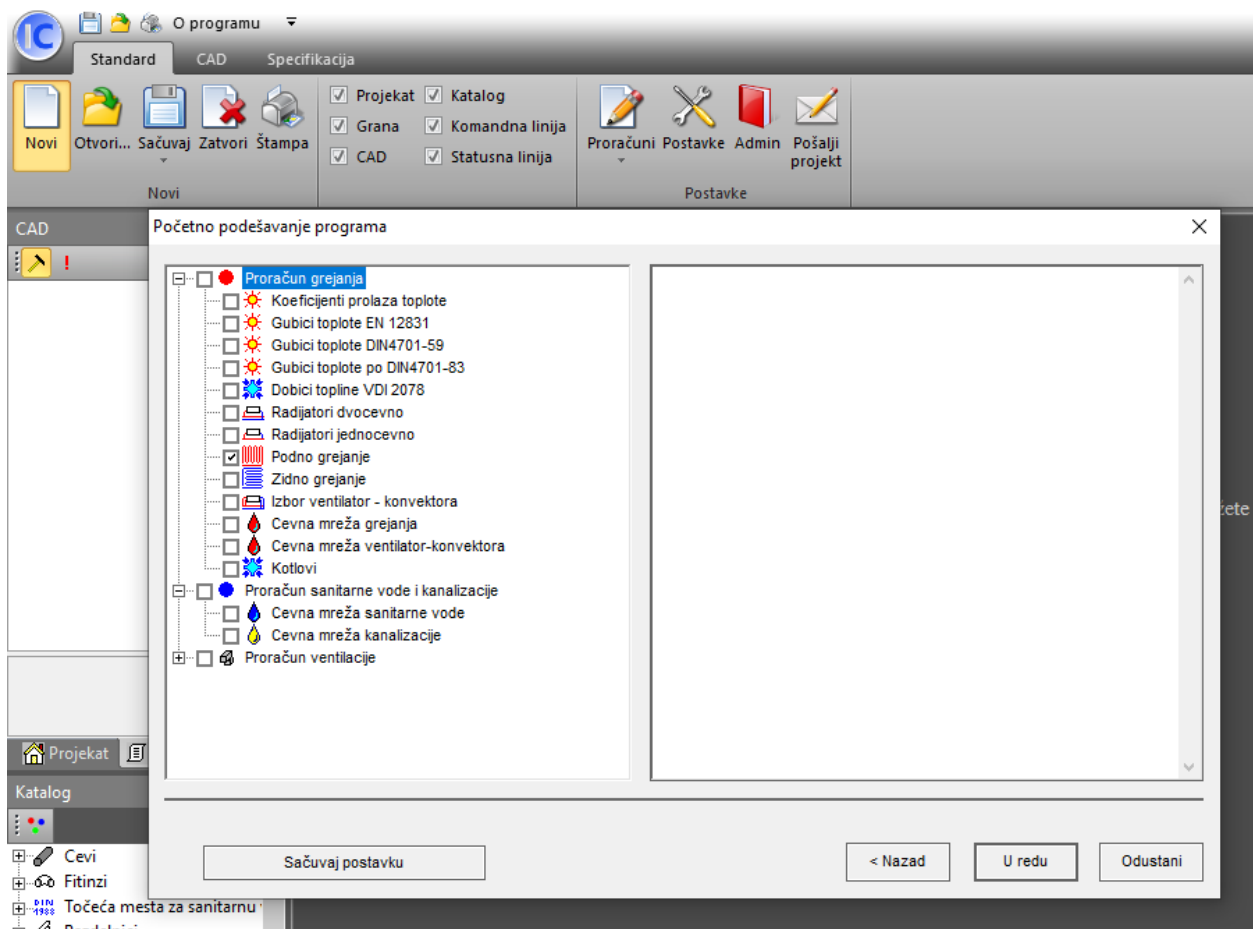
## UOPŠTENO O PROGRAMU

Program sadrži proračunske module (tablične proračune), grafički CAD modul za crtanje cevni razvoda kao i modul za generisanje i obradu ispisa rezultata. Ovaj prikaz neće se baviti osnovnim delovima programa već će se usredsrediti na ono što je najbitnije, a to je sprovođenje proračuna površinskog grejanja i hlađenja. Za detaljnije informacije preporučuje se savladavanje pomoći koja je sastavni deo programa (do nje se dolazi u meniju Pomoć u programu) odnosno kontakt sa proizvođačem programa. Prikaz proračuna podeljen je na proračun podnog grejanja/hlađenja i proračun zidnog grejanja/hlađenja. Specifičnost programa je da se proračun grejanja i hlađenja uvek odvija istovremeno, tako da opisani postupak važi za obe varijante.

Pre početka proračuna mora da se kreira novi projekat i da se definišu spratovi i prostorije u objektu. Takođe se preporučuje da se pre preračunavanja upišu projektni gubici toplote koje treba nadoknaditi sistemom grejanja i površina poda koji je na raspolaganju (samo za podno grejanje).



Slika 1. uvodni ekran



Slika 2. Izbor proračuna

Proračuni podnog i zidnog grejanja moraju da se urade za svaku prostoriju posebno. Za njihovo sprovođenje potrebno je dobro poznavanje problematike jer je samo tako moguće iskoristiti napredne funkcije programa.

Kod nameštanja parametara proračuna program je poprilično fleksibilan ali istovremeno i detaljan što kod projekatara početnika može izazvati mnogobrojne nedoumice. Dobra stvar u svemu tome je što su parametri proračuna već podešeni pa se jednostavni projekti mogu jednostavno uraditi i bez poznavanja svih aspekata programa.

Za kraj važno je upozoriti buduće korisnike da program ne može da zameni projektanta. Program je urađen tako da omogućava upotrebu u veoma različitim situacijama, no program ne može da zna specifičnosti prostora i zahteve investitora. To znači da korisnik programa mora da zna šta radi kada menja pojedine parametre, pogotovo one koji su definisani standardom. Treba shvatiti da se radi o proračunskom alatu koji ne može da zameni znanje i iskustvo projektanta, već je tu da mu olakša i ubrza rad.

Svaki program koristi se određenim izrazima koji često na prvi pogled nisu u potpunosti razumljivi. Radi se o jednostavnoj činjenici da na ekranu nema dovoljno mesta za prikaz složenih pojmova i objašnjenja koja su potrebna. Radi lakšeg snalaženja ovde navodimo nekoliko pojmova koji se koriste u programu a mogu stvoriti nedoumice:

Razdelnik:

- misli se na par razdelnika i sabimika. U današnje vreme izvođenje podnog grejanja nezamislivo je bez njih i oni predstavljaju osnovu sistema. Na razdelniku se najčešće nalaze kalorimetri pomoću kojih se očitava protok a na sabimiku ventili pomoću kojih se vrši balansiranje mreže.

Razlika temperature polaznog i povratnog voda:

- pod pojmom temperatura polaznog voda, misli se na temperaturu vode koja iz razdelnika ulazi u cev, a pod pojmom temperatura povratnog voda, misli se na temperaturu vode koja se nakon prolaska kroz celu petlju iz cevi vraća u sabimik.

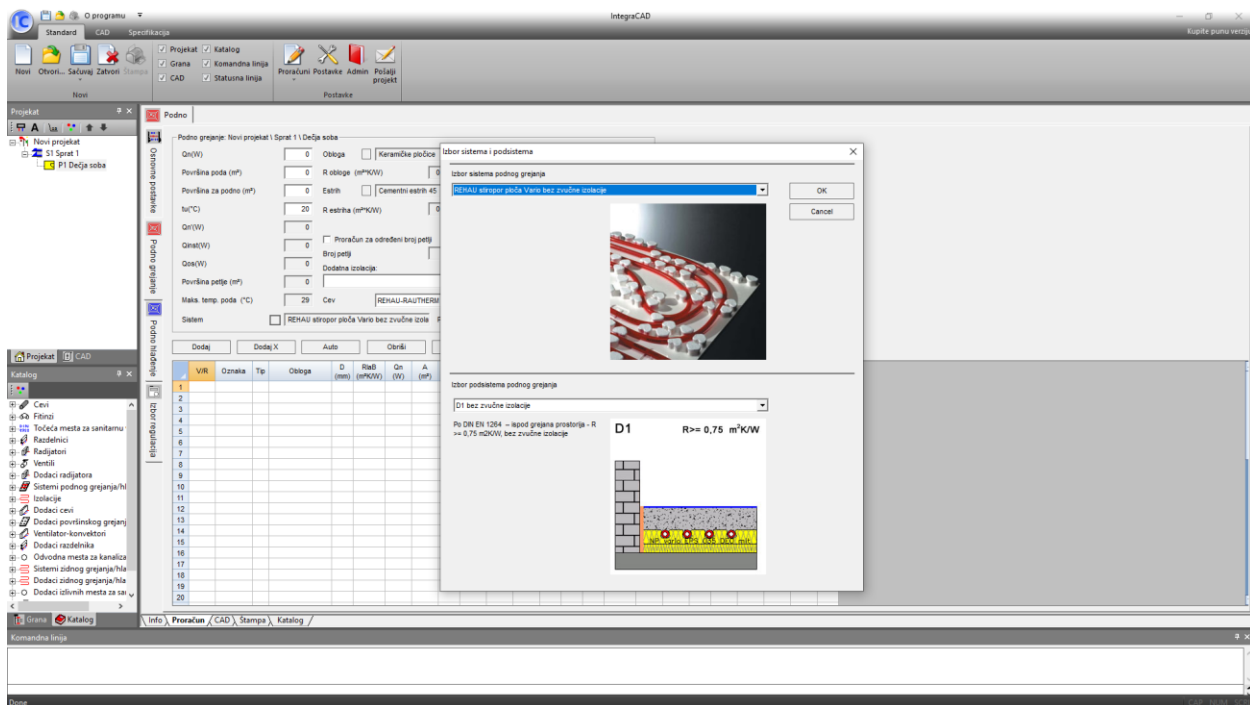
## PODNO GREJANJE I HLAĐENJE

Korišćenje proračunskog programa za projektanta predstavlja veliku prednost jer više ne mora da se bavi formulama i dijagramima već u potpunosti može da se posveti prilagođavanju sistema prostoru. U ovom delu najviše će biti reči o podnom grejanju. Ovo je proračun sa kojim se većina projektanta najčešće susreće u svojoj praksi. Iz tog razloga može se očekivati da će on biti i prvi sa kojim će raditi u nekom softverskom programu odnosno zbog kojeg će se odlučiti za nabavku softvera. U ovom prikazu programa RAUinteg (odnosno IntegraCAD) neće biti reči o pripremnim aktivnostima koje je potrebno obaviti pre izrade samog proračuna kao, na primer, pokretanje novog projekta, upisivanje prostorija u projekat i slično jer se pretpostavlja da je korisnik programa taj deo već savladao.

## PODEŠAVANJE OSNOVNIH POSTAVKI PODNOG GREJANJA

Pre samog pokretanja proračuna potrebno je namestiti početne parametre. Važno je zapamtiti da se sve izabrane vrednosti mogu se ponovno podešavati i kasnije tokom proračuna u svakom prostoru posebno. Kod podešavanja osnovnih postavki uglavnom se radi o graničnim vrednostima koje su zadate standardom EN 1264 kao i odabirom sistema za grejanje. Sistem grejanja odnosi se na čitav niz međusobno usklađenih proizvoda koji zajedno čine sistem površinskog grejanja/hlađenja. U okviru odabira sistema korisnik može da odabere način polaganja cevi na podlogu, debljinu i vrstu toplotne izolacije te vrstu i promer cevi koje će se koristiti.

Osim sistema moguće je i nameštanje fizičkih karakteristika estriha i podne obloge. Estrih predstavlja posebnu vrstu betona koja se koristi u instalacijama podnog grejanja te se često raznim aditivima poboljšavaju njegove sposobnosti provođenja toplote. Podna obloga takođe je vrlo važna za proračun jer zavisi od vrste, ona može da deluje kao toplotni provodnik (na primer keramičke pločice) ili izolator (tepih).



Slika 3. Izbor sistema podnog grejanja

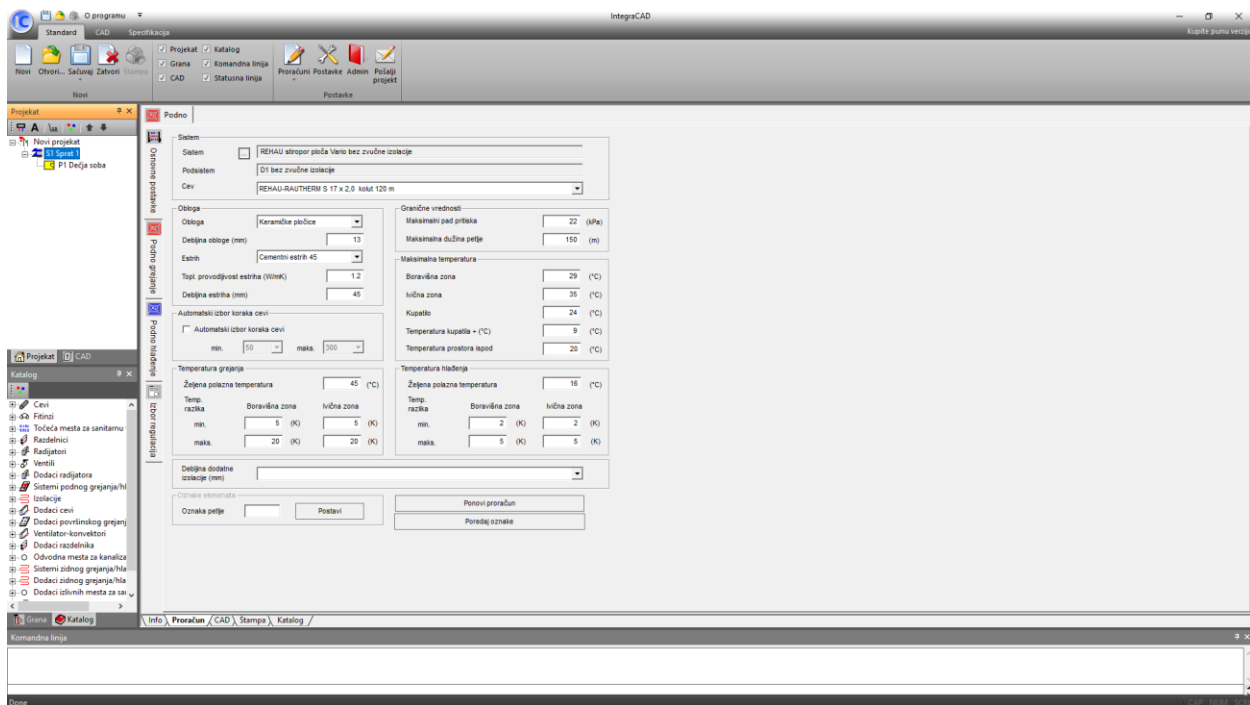
Od graničnih vrednosti zadatih standardom važno je spomenuti mogućnost podešavanja temperaturne razlike polaza i povrata. Iako je standardom definisano kako ova razlika može da bude u rasponu od 5 do 20 K najčešće se u praksi ona podešava na vrednosti od 5 do 10 K.

Uz to važno je još podesiti i temperaturu polazne vode na razdelniku (temperatura povratne vode se određuje računski odnosno program će ju samostalno izračunati i prikazati u štampi). Polazna temperatura standardno je postavljena na 45°C, a moguće vrednosti su između 30 i 60°C. Maksimalne temperature poda zadaju se prema standardu i njih je najbolje ne menjati:

- 29°C za boravišnu zonu,
- 33°C za boravišnu zonu u kupatilu (prema standardu i u programu prikazano kao 9 stepeni u odnosu na unutrašnju temperaturu prostorije 24°C),
- 35°C za ivičnu zonu.

Odmah da se spomene da program ni na koji način neće sprečavati korisnika obzirom na širinu i dužinu ivične zone, dakle projektant je sam odgovoran za ispravno korišćenje ove mogućnosti.

U osnovnim postavkama postoji i parametar kojim se precizno može podesiti ponašanje proračuna s aspekta odabranog razmaka cevi u sistemu. Jasno je da je razmak cevi jedan od ključnih parametara koji određuje odavanje sistema po kvadratnom metru odnosno direktno utiče na toplotnu struju putem koje se određuje snaga sistema. Može se podesiti najmanji i najveći dozvoljeni razmak, a moguće je i da oni budu jednaki. U praksi se najčešće koristi razmak 100 mm ivičnu zonu i 150 mm za boravišnu zonu. Ovim podešavanjem je odmah moguće izbaciti razmake koji nisu primereni objektu za koji se projektuje. Osim što povećava tačnost proračuna ovim se ubrzava i proces proračunavanja jer program ne mora da računa granične krive za razmake koji neće biti uzeti u obzir.



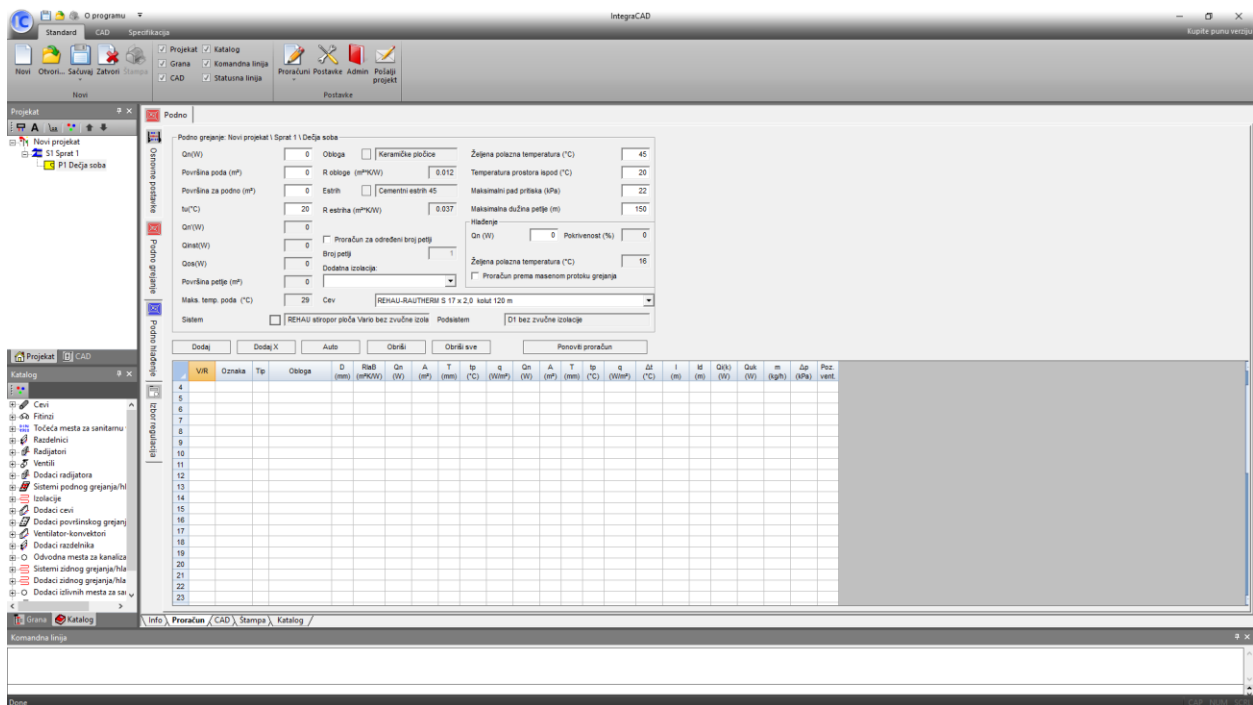
Slika 4. Osnovne postavke

## PRORAČUN PODNOG GREJANJA

Sam Proračun izvršava se pod karticama “Podno grejanje” i “Podno hlađenje”. Proračuni grejanja i hlađenja su međusobno sinhronizovani, kada se odvija jedan istovremeno se odvija i drugi. Oba proračuna pri tome koriste neke zajedničke vrednosti kao što su površina za razvod cevne petlje, razmak cevi, sistem, izolacija itd. S obzirom da je procedura proračunavanja u programu identična, ovde će više prostora biti posvećeno podnom grejanju.

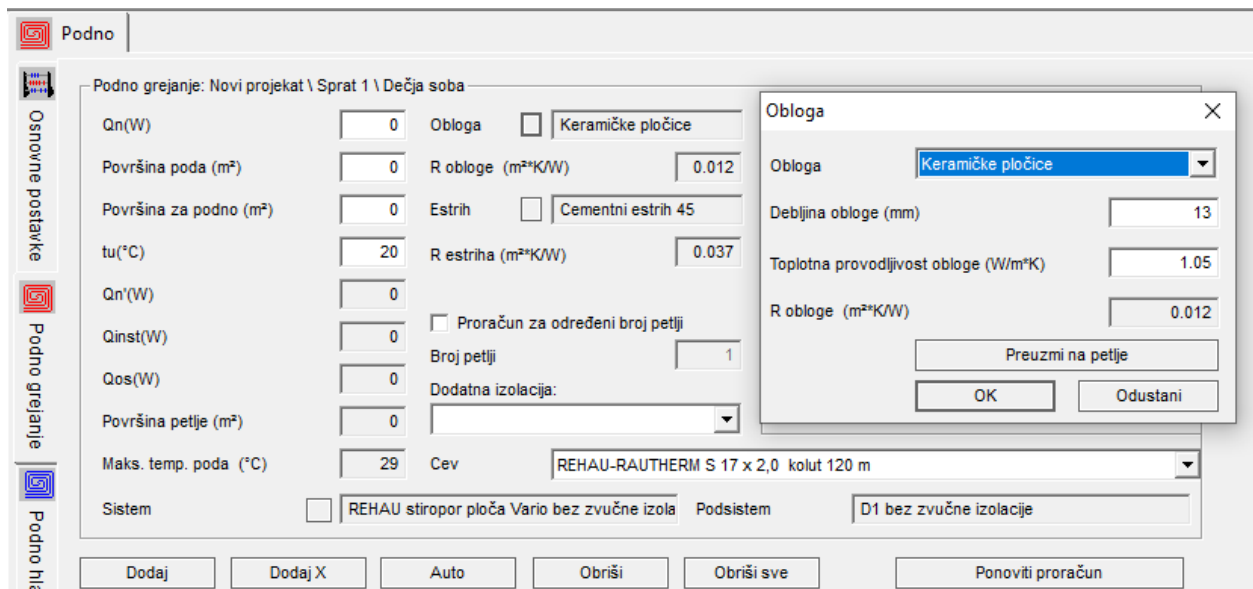
Proračun mora da se izvrši za svaku prostoriju posebno. Pokretanjem po stablu projekta program pokazuje već izvršene proračune (proračunate petlje) odnosno praznu tablicu u kojoj proračun tek treba da se izvrši. Program nema mogućnosti izvršavanja proračuna za više prostorija odjednom ali može da izračuna više petlji u jednom prostoru.

Pre pokretanja proračuna potrebno je upisati gubitke toplote koje treba nadoknaditi i površnu prostora koji je na raspolaganju za podno grejanje. Ostali faktori koji utiču na proračun već su namešteni prema osnovnim postavkama za sve prostorije ali se mogu i menjati ako je potrebno. To se pre svega odnosi na sistem podnog grejanja promenom kojeg se direktno utiče na način polaganja cevi, vrstu, i debljinu toplotne izolacije i vrstu i prečnik cevi. Program osim standardne izolacije koja je deo sistema dopušta i slobodno dodavanje dodatne izolacije.



Slika 5. Podno grejanje

Nadalje, moguće je promeniti vrstu i tehničke karakteristike podne obloge. Program predviđa nekoliko najčešćih vrsta obloga kao, na primer, keramičke pločice, parket, tepih, mermer, obloge od veštačkih materijala i slično. Svaka od ovih obloga ima upisane standardne vrednosti debljine i toplotne provodljivosti a ukoliko je potrebno ove vrednosti mogu da se promene i prilagode sopstvenim potrebama. Ove vrednosti mogu se promeniti i nakon izvršenog proračuna dakle na već postojećim petljama (u tom slučaju proračun mora da se ponovi).



Slika 6. Izbor podnih obloga

Po sličnom principu mogu se promeniti i karakteristike estriha kojim se zalivaju cevi i izolacija. Svaki proizvođač sistema za podno grejanje preporučuje određene vrednosti ali u praksi se najčešće koristi

debljina od 45 mm iznad vrha cevi. I ovde je moguće promeniti debljinu sloja i toplotnu provodljivost.

Kod estriha je važno razlikovati debljinu koja se uzima u proračun i ukupnu debljinu.

U proračunu toplotne snage sistema uzima se samo debljina estriha iznad cevi sa dodatkom pola spoljnog prečnika cevi. Ukupna debljina estriha važna je za određivanje količine aditiva za estrih (sredstva za bolje povezivanje estriha).

Ona se dobija zbrajanjem vrednosti debljine sloja iznad cevi sa debljinom sloja cevi (jednak spoljašnjem prečniku cevi) i debljinom sloja ispod cevi. Ovaj zadnji sloj odnosi se samo na sisteme podnog grejanja kod kojih cevi ne leže direktno na izolaciji kao, na primer, kod sistema sa rešetkastom čeličnom mrežom. U ovom slučaju cevi su izdignute od podloge nekoliko milimetara već u zavisnosti od konstrukcije kopče pomoću koje se fiksiraju na mrežu. U praksi se najčešće koriste sistemi kod kojih cevi leže direktno na izolacionoj ploči. Primer za to su perforirane izolacione ploče (npr. REHAU stiropor ploča Vario) kod kojih se cevi pričvršćuju umetanjem među čepovima ili potpuno ravne ploče (npr. REHAU Tacker ploča) kod kojih se cevi pričvršćuju iglama u obliku obrnutog slova U.

Pre pokretanja proračuna svakako treba proveriti još nekoliko parametara koji utiču na proračun.

Temperatura polazne vode razdelnika obično je postavljena na 45°C. Program dozvoljava vrednosti između 30 i 60°C. Svaka vrednost upisana izvan ovih granica automatski se vraća na minimum odnosno maksimum. Povećavanjem ove temperature povećava se i gustina toplotnog fluksa u podu odnosno odavanje toplote sistema po kvadratnom metru površine, dok se smanjenjem postiže suprotno. U stambenoj izgradnji najčešće se koriste vrednosti od 40 do 45°C a kod niskoenergetskih objekata i pasivnih kuća vrednosti mogu da budu i niže od 35°C. Vrednosti blizu gornje granice od 60°C se generalno ne preporučuju.

Temperatura prostora ispod standardno je postavljena na 20°C (standardna temperatura zagrevanog prostora). Temperatura prostora ispod direktno utiče na gubitke sistema prema dole. Što je temperatura bliža unutarnjoj temperaturi prostorije to su gubici manji i obrnuto. Iznos gubitka može se pratiti kroz vrednosti  $Q_i$  (instalirana snaga) i  $Q_{uk}$  (ukupna snaga) u proračunskoj tablici. Gubitak je jednak razlici ukupne i instalirane snage ( $Q_{uk} - Q_i$ ). Gubitak se računa samo u prostoriji u kojoj nastaje i ne uzima se u obzir kao dobitak u prostoriji u koju prelazi (prostorija ispod).

Ovu temperaturu je svakako potrebno promeniti u slučaju da se računaju prostorije u prizemlju zgrade. Ispod prizemlja najčešće se nalazi tlo ili podrum (negrejana prostorija). U oba slučaja potrebno je smanjiti temperaturu na vrednosti određene projektom gubitaka toplote. I na višim spratovima potrebno je pripaziti da li se ispod prostorije nalazi grejani ili negrejani prostor te prema tome namestiti ovu temperaturu.

Maksimalni pad pritiska u cevima i maksimalna dužina petlje određeni su od strane proizvođača sistema podnog grejanja. U programu oni mogu da se smanje ali ne mogu da se povećaju. Oba parametra predstavljaju gornju granicu za funkcionisanje sistema i zato je važno držati proračunate vrednosti ispod njih.

Nakon podešavanja i provere svih parametara može se preći na proračun. Kod proračunavanja uvek treba imati na umu da nije dobro preći zadane granične uslove sistema - maksimalnu temperaturu poda, maksimalni pad pritiska, maksimalnu dužinu petlje i maksimalnu temperaturnu razliku polaza i povrata. Program poznaje dve metode proračuna: ručnu i automatsku. Bez obzira na izabranu metodu program uvek računa boravišne zone, dok se ivične i integrirane ivične zone mogu naknadno podesiti u proračunskoj tablici. Oba proračuna odnose se samo na jednu prostoriju i celi proces mora da se ponovi za svaku prostoriju.

Ručna metoda uvek proračunava jednu petlju podnog grejanja. Pri tome će program pokušati da napravi optimizaciju instalirane snage. Program će uvek pokušati da zadovolji gubitke toplote a da pri tome ne pređe ivična ograničenja. Ukoliko jedna petlja u prostoru nije dovoljna projektant će morati da ponovi naredbu i da ubaci još jednu petlju i tako dalje dok se ne zadovolje uslovi. Kod ubacivanja druge i daljnjih petlji program prepisuje vrednosti sa prethodne petlje. Tako je moguće prema iskustvu namestiti prvu petlju i onda ubacivanjem narednih petlji dobiti nekoliko petlji sa identičnim vrednostima.

Automatska metoda u osnovi radi jednaku optimizaciju samo što će ona odmah da proračuna nekoliko



petlji ako je to potrebno. Automatska metoda uvek proizvodi petlje sa identičnim vrednostima. Ova metoda ima i podvarijantu a to je da se unapred striktno odredi broj petlji koje proračun treba da izračuna. U tom slučaju petlje će verovatno biti manje optimalne nego kada bi se pustilo program da ih sam računa ali u određenim slučajevima ova mogućnost može da bude veoma korisna. S obzirom da je funkcija optimizacije u obe metode jednaka na projektantu sistema je da odabere metodu koja mu više odgovara.

Podno grejanje: Novi projekat \ Sprat 1 \ Stan \ Dečja soba

Qn(W) 1200 Obloga  Parket (hrast) Željena polazna temperatura (°C) 45  
 Površina poda (m²) 14 R obloge (m²K/W) 0.076 Temperatura prostora ispod (°C) 20  
 Površina za podno (m²) 14 Estrih  Cementni estrih 45 Maksimalni pad pritiska (kPa) 22  
 tu(°C) 20 R estriha (m²K/W) 0.037 Maksimalna dužina petlje (m) 150  
 Qn'(W) 1200  Proračun za određeni broj petlji Hlađenje Qn (W) 0 Pokrivenost (%) 0  
 Qin(st)(W) 1202 Broj petlji 1 Željena polazna temperatura (°C) 16  
 Qos(W) -2 Dodatna izolacija:  Proračun prema masenom protoku grejanja  
 Površina petlje (m²) 14  
 Maks. temp. poda (°C) 29 Cev REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kolut 120 m  
 Sistem  REHAU stiropor ploča Vario bez zvučne izola  Podsystem  D1 bez zvučne izolacije

V/R	Oznaka	Tip	Obloga	D (mm)	RtaB (m²K/W)	Qn (W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Qn (W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Ql(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1	(1.1),1	2	B Parket (hrast)	16	0.076	600	7.00	100	27.8	85.8	0	0.00	0	0.0	0.0	6.8	70.0	0.0	601	704	89.0	3.9	2.50
2	(1.1),1	3	B Parket (hrast)	16	0.076	600	7.00	100	27.8	85.8	0	0.00	0	0.0	0.0	6.8	70.0	0.0	601	704	89.0	3.9	2.50
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							

Slika 7. Podno grejanje-proračun

Rezultat proračuna je jedna ili više petlji za koje je određena zauzeta površina, razmak cevi u petlji, temperatura površine poda, gustina toplotnog fluksa (odavanje po metru kvadratnom), temperaturna razlika polaza i povrata, dužina petlje, instalisana snaga, ukupna snaga (Instalisana snaga + gubitak prema dole), maseni protok, pad pritiska i pozicija prednameštanja ventila na sabimiku (maseni protok računa se prema ukupnoj snazi).

Drugim rečima, program će prikazati sve podatke koji su potrebni za eventualno dalje nameštanje sistema. Kao što je vidljivo, do prvog rezultata može se doći prilično jednostavno.

Za dobijanje realne slike proračuna sistema podnog grejanja potrebno je još uključiti i spojne cevi. Radi se o cevima koje vode od razdelnika do petlje i natrag do sabirnika. U programu se spojne cevi nazivaju X zona i dodaju se primenom posebne funkcije ("Dodaj X"). U stvarnosti spojne cevi mogu da prolaze kroz nekoliko prostorija do mesta gde počinje petlja te se istim putem vraćaju i nazad. Ponekad ova dodatna dužina cevi nije zanemariva i može značajno da utiče na ukupni proračun. To što se spojne cevi dodaju odvojeno od petlje ne znači da su cevi u stvarnosti povezane spojnicama ili drugim fitinzima. Radi se jednostavno o metodi koju program koristi za proračunavanje.

U programu se spojne cevi dodaju u onoj prostoriji kroz koju prolaze. Dakle ako prolaze kroz nekoliko prostorija onda u svakoj prostoriji treba odabrati funkciju za dodavanje spojnih cevi. **Pri tome se uvek odabire petlja na koju se vezuju spojne cevi tako da program može da izvrši ponovni proračun cele petlje.** Spojne cevi mogu da budu izolovane ili neizolovane i obe varijante mogu da se odaberu u programu. Kod izolovanih cevi pretpostavlja se da nema odavanja te se u tom slučaju radi samo o povećanju ukupne dužine petlje (što dalje onda utiče i na povećanje pada pritiska u petlji). Kod neizolovanih cevi osim dodatka dužine postoji i odavanje toplote u prostorijama kroz koje prolaze. Pri tome vrede jednaki uslovi kao i kod "običnih" petlji, dakle postoji odavanje prema gore (instalisana snaga) i gubitak prema dole. Povećanjem ukupne snage petlje povećava se i maseni protok i pad pritiska jer program u osnovnoj petlji "drži" jednake vrednosti instalisane snage kao i pre dodavanja spojnih cevi.

I kod izolovanih i kod neizolovanih cevi vredi da, prema nameštenom razmaku među cevima, one

zauzimaju određenu površinu u prostoru kroz koji prolaze. Ovde se program ponaša tako da će prema potrebi smanjiti površine petlji u prostoriji kroz koje prolaze spojne cevi, tj. spojne cevi imaju prednosti kod zauzimanja površine prostorije. Ovakvo ponašanje je logično i upućuje projektanta da unapred uz pomoć osnove isplanira gde će prolaziti spojne cevi određenih petlji te da tim redosledom i izvršava proračun.

Onome ko nije navikao da u projektovanje podnog grejanja uključuje i spojne cevi ovo će isprva da se učini malo nezgodno ali jednom kada se usvoji ova logika krajnji rezultati su u svakom slučaju bolji. Unapred planirati razmeštaj petlji je posebno važno kod projektovanja većih poslovnih objekata sa neravnomerno raspoređenim prostorima jer će dužina spojnih cevi često uticati na ukupni broj petlji u prostorima, ukupni broj razdelnika po spratu, razmeštaj razdelnika i drugo.

Za korisnike koji u projektu žele da izbegnu problem sa prostorom ostavljena je opcija po kojoj spojne cevi ne zauzimaju površinu poda (na primer, cevi mogu da se postavlja-ju i po zidu).

Podno grejanje: Novi projekat \ Sprat 1 \ Stan 1 \ Hodnik

On(W) 700 Obloga  Keramičke pločice Željena polazna temperatura (°C) 45  
 Površina poda (m²) 6 R obloge (m²K/W) 0.012 Temperatura prostora ispod (°C) 20  
 Površina za podno (m²) 6 Estrih  Cementni estrih 45 Maksimalni pad pritiska (kPa) 22  
 tu(°C) 15 R estriha (m²K/W) 0.037 Maksimalna dužina petlje (m) 150  
 Qn(W) 700 Proračun za određeni broj petlji Hlađenje  
 Qin(st)(W) 731 Broj petlji 1 Qn (W) 0 Pokrivenost (%) 0  
 Qos(W) -31 Dodatna izolacija: Željena polazna temperatura (°C) 16  
 Površina petlje (m²) 6.2 Cev REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kolut 120 m Proračun prema masenom protoku grejanja  
 Maks. temp. poda (°C) 29 Sistem  REHAU stropor ploča Vario bez zvučne izola Podsystem D1 bez zvučne izolacije

V/R	Oznaka	Tip	Obloga	D (mm)	RiaB (m²K/W)	Qn (W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Qn (W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1	(1.1).1 4	B	Keramičke pločice	13	0.012	700	6.00	150	25.4	116.8	0	0.00	0	0.0	0.0	10.6	39.6	0.0	701	762	61.8	1.2	0.25
2	2X1	X	Keramičke pločice	13	0.012	-1	0.10	100	27.7	146.3	0	0.00	0	0.0	0.0	6.8	1.0	0.0	15	15	0.0	0.0	0.00
3	3X1	X	Keramičke pločice	13	0.012	-16	0.10	100	27.7	146.3	0	0.00	0	0.0	0.0	6.8	1.0	0.0	15	15	0.0	0.0	0.00

Izbor petlje

Proračun prema dužini. Dužina 1 [m]

Spojna cev (X - zona)

Izolovana spojna cev (Y - zona)

Spojna cev ne zauzima površinu

Odobran je sprat. Za dodavanje spojnih cevi potrebno je odabrati petlju!

Slika 8. Dodavanje X zone

Nakon dodavanja spojnih cevi na petlju dobija se realna slika stanja svih parametara petlje uključujući ukupnu snagu, protok i pad pritiska. U mnogim slučajevima ovaj rezultat će ostati konačan jer neće biti potrebe za dodatnim podešavanjem proračuna.

Međutim, često ovde nije kraj. Tek kada se na opisani način urade proračuni za sve petlje spojene na jedan razdelnik može se dati ispravna ocena budućeg funkcionisanja sistema. U slučaju kada je iz podataka vidljivo da petlje spojene na isti razdelnik nisu međusobno izbalansirane potrebno je uraditi naknadno podešavanje proračuna. Ovde program nudi nekoliko izvora podataka koji pomažu kod određivanja smera u kojem treba da se nastavi: info karticu razdelnika, ispis rezultata proračuna i info prozor.

Na info kartici razdelnika mogu da se vide sve petlje spojene na razdelnik, njihova instalisana i ukupna snaga, maseni protok, pad pritiska i pozicija ventila na sabimiku. Osim toga prikazani su i podaci o najvećem padu pritiska na petljama, padu pritiska na razdelniku, padu pritiska na ventilu sabimika i njihov broj koji predstavlja maksimalni pad pritiska celog sistema. Podaci su ispisani vrlo pregledno tako da je

jednostavno uočiti veće razlike u padovima pritiska među petljama. Ovi podaci su uvek dostupni i ažurni te su idealni za brzu proveru stanja na razdelniku.

**Razdelnik info:**

Razdelnik: REHAU-razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03 (1.1).1

Sprat / Prostorija razdelnika: S1 Sprat 1 / P2 Dečja soba

	Grejanje	Hlađenje
Temp. polaza	45 °C	16 °C
Temp. povrata	37 °C	18 °C
Ukupni protok	4.1 l/min	6.19 l/min
Ukupni pad pritiska	5.29 kPa	10.91 kPa
Maks. pad pritiska ventila priključka	0.58 kPa	1.13 kPa
Maks. pad pritiska	0.61 kPa	1.38 kPa
Maks. pad pritiska odvojaka	4.1 kPa	8.4 kPa

	Oznaka	Prostorija/Stan	Vrsta	Qi (W)	Quk (W)	m (kg/h)	Δp (kPa)	Δt (°C)	Poz. ventila	l (m)
1	P2	Dečja soba	2 Petlja podnoga grejanja	616	720	91.00	4.10	6.80	2.50	71.00
2	P2	Dečja soba	3 Petlja podnoga grejanja	616	720	91.00	4.10	6.80	2.50	71.00
3	P3	Hodnik	4 Petlja podnoga grejanja	701	762	61.80	1.20	10.60	0.25	39.60
4										
5			Ukupno	1933	2202	243.80				
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										

Slika 9. Info projekta

Ispisi rezultata proračuna daju detaljniju sliku svih petlji i razdelnika i pokrivaju sve informacije koje su dostupne prilikom proračuna. Problem sa korišćenjem ispisa prilikom projektovanja je u tome što se ovde podaci prvo sakupljaju iz proračuna pa se tek onda generiše njihov prikaz. Kod velikih projekata ovo može da potraje, pa se ne preporučuje korišćenje ispisa za brzu proverom situacije. I po samoj logici stvari ispisi su namenjeni štampi a ne analizi za vreme projektovanja. Ipak s obzirom da je struktura podataka dosta pregledna ponekad može biti korisno proračunske podatke pregledati na ispisima.

Osnovni izvor informacija koje program daje nakon svakog proračuna petlje podnog grejanja ispisuje se ispod proračunske tablice u info prozom (za pregled svih poruka pritisnite F5 i prozor će se prikazati u celosti). Na ovom mestu program ispisuje sva važna upozorenja kao na primer da je dužina petlje prevelika, pad pritiska izvan granica, da nije moguće balansirati petlje itd. I dok kod dodavanja prvih petlji ova informacija možda može da se zanemari, kako se primiče kraj, ona postaje sve važnija jer upućuje na moguću konceptijsku pogrešku kod projektovanja.

Projekat: Podno grejanje

G1-Nova instalacija grejanja \ Ulaz na Sprat 1 (1.1)  
 REHAU-razdelnik sa meračem protoka HKVD 03 (1.1.1)

Temperatura polazne vode 45.0 (°C)  
 Temperatura povratne vode 37.2 (°C)  
 Broj priključaka 3  
 Uk. površina petlji 20.2 (m²)  
 Uk. dužina cevi 181.6 (m)  
 Instalirana snaga 1933 (W)  
 Uk. dovedena snaga 2202 (W)  
 Uk. zapremina medija 24.10 (l)  
 Uk. protok 243.80 (kg/h)  
 5.29 (kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RtaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Sprat 1 \ Stan \ P2 \ Dečja soba																	
2	B	Parket (hrast)	16	0.076	7.0	100	27.8	85.8	6.8	70.0	1.0	601	720	91.0	0.2	4.1	2.50
3	B	Parket (hrast)	16	0.076	7.0	100	27.8	85.8	6.8	70.0	1.0	601	720	91.0	0.2	4.1	2.50
Sprat 1 \ Stan \ P3 \ Hodnik																	
4	B	Keramičke pločice	13	0.012	6.0	150	25.4	116.8	10.6	39.6	0.0	701	762	61.8	0.1	1.2	0.25
2X1	X	Keramičke pločice	13	0.012	0.1	100	27.7	146.3	6.8	1.0		15					
3X1	X	Keramičke pločice	13	0.012	0.1	100	27.7	146.3	6.8	1.0		15					

Slika 10. Ispis podno

## PROBLEM MEĐUSOBNO LOŠE BALANSIRANIH PETLJI

Ovaj problem odnosi se na već projektovani sistem od više petlji povezanih na jedan razdelnik i sabirnik. Razlika padova pritiska je tolika da program javlja da ne može balansirati petlje. Ovo se najbolje može videti na info kartici razdelnika. Program u pretposlednjoj koloni tablice prikazuje pad pritiska u petlji a u poslednjoj koloni poziciju predpodešavanja ventila na sabirniku. Petlje koje ne mogu da se usklade sa drugima imaju poziciju ventila ispisanu crvenim masnim brojevima. Ovo se najčešće dešava u slučaju kada pozicija ventila koja je najviše zatvorena još uvek ne daje dovoljni pad pritiska da se izbalansira sistem. Ako program uporno javlja da petlje nije moguće izbalansirati potrebno je malo detaljnije pogledati u čemu je problem. **Najčešće se radi o tome da su na razdelnik spojene petlje sa značajnom razlikom u dužini cevi (npr. jedna petlja 40 m, druga petlja 110 m).** Kod ovakvog problema moguće je napraviti dve stvari:

- promeniti razmak cevi u nekoj petlji
- ili promeniti broj petlji.

Promena razmaka cevi u petlji pri zadržavanju jednake površine koju petlja zauzima dovodi do smanjenja (povećavanje razmaka) odnosno povećanja (smanjivanje razmaka) ukupne dužine cevi. Povećanjem dužine cevi povećava se i pad pritiska u cevima, dok kod smanjenja dužine važi obrnuto. Promena razmaka cevi takođe utiče i na odavanje toplote odnosno instaliranu snagu po kvadratnom metru, što opet utiče na površinsku temperaturu poda. Iz svega proizilazi da ova opcija neće uvek biti primenljiva. **U programu se razmak cevi menja dvostrukim klikom na ćeliju u proračunskoj tablici nakon čega se bira drugi razmak.**

Druga mogućnost je promena broja petlji. Potrebno je ili kratku petlju spojiti sa drugom kraćom petljom i tako dobiti jednu dužu petlju ili dugačku petlju razdeliti na dve kraće. Mogućnosti za kombinovanje ovde su pre svega ograničene prostorijama u kojima se nalaze petlje kao i zahtevima investitora. Ako investitor insistira na posebnoj regulaciji grejanja u svakoj prostoriji to može da predstavlja problem kod "spajanja" odnosno "razdvajanja" petlji. U tom slučaju projektant će verovatno morati da se dogovori sa investitorom o konačnom rešenju. **U programu se dve kraće petlje mogu jednostavno spojiti u jednu dužu na način da**

**se u ćeliji u kojoj piše vrsta zone (boravišna, ivična...) ona promeni u X zonu (spojnu cev). Na taj način cela petlja postaje spojna cev za drugu petlju.** Program će automatski da ažurira proračun i projektant može odmah da vidi rezultat.

Kod većih objekata uvek postoji i mogućnost prespajanja "problematične" petlje na drugi razdelnik, odnosno generalnog smanjivanja odnosno povećavanja površine nekih petlji. U programu petlja može da se prespoji na drugi razdelnik dvostrukim klikom u ćeliju sa oznakom razdelnika i odabirom drugog razdelnika u prozoru koji se pojavljuje (ukoliko je potrebno može i da se doda novi razdelnik). Površina koju zauzima određena petlja jednostavno se može promeniti upisom druge vrednosti u ćeliju tablice A (m<sup>2</sup>).

Smanjivanje pada pritiska može se postići i povećanjem promera cevi koje se koriste u petlji podnog grejanja, npr. prelaskom sa cevi 17 x 2,0 mm na cev 20 x 2,0 mm. Kod većih objekata gde su sve petlje većih dužina može se i generalno primeniti cev većeg prečnika za celu instalaciju. Povećavanje prečnika cevi u sistemu ipak ne može da bude opšte rešenje problema prevelikog pad pritiska, jer mnogi sistemi za podno grejanje ne predviđaju instalaciju sa ovim cevima.

Na kraju može se zaključiti da nema magičnog rešenja problema i da je najbolji savet projektantima da predvide petlje podnog grejanja koje imaju približno jednake dužine cevi. Korišćenje jednakog razmaka cevi u svim petljama znatno olakšava i ubrzava projektovanje jer se petlje mogu međusobno porediti po površini koju zauzimaju, što automatski znači i da je lakše predvideti petlje sa približno jednakim dužinama cevi (jednaka površina petlje pri jednakom razmaku cevi daje jednaku dužinu cevi u petlji).

## PROBLEM SA SNAGOM PODNOG GREJANJA

**Jedan od problema koji može da se dogodi kod projektovanja je nedovoljna ili prekomerna snaga podnog grejanja u određenim prostorijama.**

**U slučaju nedovoljne snage prvo što može da se uradi je dodavanje ivične zone. Kao što je ranije već rečeno, ivična zona dozvoljava više temperature površine poda pa prema tome i veću snagu po kvadratnom metru. Kod većih prostorija razlika instalisane snage ivične i boravišne zone može da bude značajna. U programu je potrebno prvo napraviti mesta za ivičnu zonu smanjivanjem površine boravišne zone. Nakon toga dodaje se nova petlja koja zauzima slobodnu površinu u prostoriji. Oznaka zone na petlji menja se dvostrukim klikom u ćeliju sa oznakom i izborom slova R za ivičnu zonu. Nakon toga potrebno je podesiti razmak cevi (stavlja se manji razmak nego u boravišnoj zoni) i temperaturnu razliku polaza i povrata.**

**Odavanje toplote se takođe može povećati i snižavanjem temperaturne razlike između polaza i povrata. U programu ovo direktno utiče i na povećanje masenog protoka i pada pritiska pa ovu mogućnost treba pažljivo koristiti.**

**Na kraju, u nekim slučajevima je moguće da se nikakvim promenama ne mogu pokriti gubici toplote pa u prostoriji treba predvideti dodatni izvor toplote (zidno grejanje, plafonsko grejanje, radijator i sl.).**

**U slučaju kada je snaga prevelika važi obrnuto: izbacivanje dodatnih izvora toplote, povećanje razlike temperature polaza i povrata, pretvaranje ivičnih zona u boravišne. Osim toga moguće je i potpuno izbacivanje prekomernih petlji odnosno njihovo skraćivanje i pretvaranje u spojne cevi.**

**Često će se u praksi dogoditi da je u prostoriji u kojoj se nalazi razdelnik dovoljna snaga koju daju spojne cevi koje idu do drugih prostorija i nije potrebno dodavati posebnu petlju.**

**Razlika temperature polaznog i povratnog voda često se pojavljuje kao rešenje raznih problema. Smanjivanjem razlike povećava se gustina toplotnog fluksa, temperatura površine poda, instalisana snaga, maseni protok i pad pritiska. S obzirom da se razlika temperature polaza i povrata u programu može podesiti u decimalu stepena Celzijusa, moguće je fino podešavanje sistema. U slučaju da treba popraviti proračun izvedene instalacije ovo je jedini parametar kojim se ozbiljnije može uticati na funkcionisanje sistema.**

## ZIDNO GREJANJE I HLAĐENJE

Sistemi za zidno grejanje i hlađenje prilično su slični podnim sistemima ali ipak sadrže i neke posebnosti. Osnovni princip proračuna je isti s tim da kod zidnih sistema brzina protoka vode u cevima igra važnu ulogu

i predstavlja još jedan obavezan faktor koji mora da se ispoštuje prilikom projektovanja sistema. Zidni sistemi se u praksi ređe pojavljuju kao osnovni sistemi grejanja i hlađenja i češće funkcionišu kao dopuna podnim sistemima.

Zbog drugačijih uslova montaže sistema nego na podu, na zidu se najčešće pojavljuje dva sistema:

- mokri sistem sa šinama za montažu cevi
- i suvi sistem prefabrikovanih ploča sa cevima.

Mokri sistem je fleksibilniji što se tiče pokrivanja određene površine i pogodan je u nepravilnim prostorima. Suvi sistem omogućava vrlo brzu montažu i pogodan je za postavljanje u prostorima u kojima zidovi trebaju da budu obloženi gips-kartonskim pločama. U oba slučaja cevi sistema su u direktnom kontaktu sa zidom (nema izolacije). Zidni sistemi postavljaju se najčešće na spoljne zidove, iako se ponekad mogu postaviti i na unutrašnje zidove.

Kod zidnih sistema javlja se i razlika u proračunu gustine toplotnog fluksa. U zidnim sistemima nema estriha pa se toplota gotovo bez posrednika širi u prostor. S druge strane za proračun gubitaka sistema, odnosno proračun snage koja se širi kroz zid prema vani potrebno je znati koeficijent prolaza toplote zida i spoljnu temperaturu. Jednako kao i kod podnih sistema, ovaj gubitak se ne uzima u obzir kao dobitak toplote ako se s druge strane zida nalazi prostorija koja se greje.

Upotreba Tichelmann sistema spajanja krugova je mnogo češća kod zidnih sistema. Dok se kod podnih sistema ona koristi gotovo isključivo kada su u pitanju velike površine (na primer, sportske dvorane, fudbalski travnjaci itd.) kod zidnih sistema ona može da se koristi i kod površina veličine nekoliko kvadratnih metara.

#### PODEŠAVANJE OSNOVNIH POSTAVKIPRORAČUNA

Slično kao i kod podnog grejanja i hlađenja i ovde se proračunski modul programa sastoji od tri dela: osnovnih postavki, zidnog grejanja i zidnog hlađenja. Osnovne postavke važe za obe varijante proračuna (grejanje i hlađenje), a kartice grejanja i hlađenje služe za određivanje "glavnog" proračuna prema kojem se vrši optimizacija sistema (odnosno prema kojem proračunu se postavlja referentni maseni protok).

Na početku treba odabrati sistem koji će program koristiti kao standardni u projektu. Izbor sistema direktno utiče i na mogućnost izbora cevi koje će se koristiti. Suvi sistem najčešće ima suženi izbor cevi tj. često ima samo cevi jednog spoljnog prečnika. Kod mokrih sistema izbor cevi je jednako širok kao i na podnim sistemima ili širi.

Zatim sledi podešavanje karakteristika zidne obloge (na primer, keramičke pločice) i maltera. U ovom delu na raspolaganju je svega nekoliko opcija pa je i izbor daleko brži i jednostavniji.

I na zidnom sistemu neizbežno je podešavanje graničnih vrednosti:

- maksimalnog pada pritiska,
- maksimalne dužine petlje
- i maksimalne temperature zida.

I ovde važi pravilo da se zadane vrednosti mogu smanjivati ali se ne mogu povećavati.

Željena polazna temperaturna za grejanje postavljena je na 40°C. I ovde vredi maksimalna vrednost 60°C i minimalna 30°C. Ukoliko se na isti razdelnik spajaju petlje podnog i zidnog grejanja program će automatski uskladiti temperature polaza (za podno grejanje standardna temperatura polaza je 45 stepeni celzijusa). U tom slučaju ponovno će se proračunati sve petlje na razdelniku koje imaju podešenu temperaturu polaza različitu od petlje koja se proračunava. Na ovo treba obratiti pažnju prilikom projektovanja kombinovanih sistema i eventualno unapred uskladiti temperature. Razlika temperature polaza i povrata postavljena je u granice od 5 do 20 K.

Željena temperatura polaza kod hlađenja postavljena je na 16 stepeni celzijusa a razlika temperature polaza i povrata u granice od 2 do 5 K. Ove vrednosti jednake su vrednostima za podno hlađenje pa će se potreba za podešavanjem temperature među sistemima pojaviti jedino ako se projekat radi sa temperaturom polaza koja odstupa od uobičajene vrednosti.

Poslednja postavka koja može da se podesi je korak cevi. Jednako kao na podnom sistemu i ovde postoji maksimalni i minimalni razmak koje program treba da uzme u obzir pri- likom proračuna petlji.

## PRORAČUN ZIDNOG GREJANJA

Proračun zidnog grejanja sledi logiku po kojoj se proračun izvršava odvojeno za svaku pojedinu prostoriju. Pri tome je u svakoj prostoriji moguće proračunati jednu ili više grejnih površina (petlji). grejne površine mogu da budu spojene na razdelnik i sabirnik paralelno ili serijski korišćenjem Tichelmann metoda.

Kod izvršavanja proračuna ima dosta sličnosti sa proračunom podnog grejanja ali ima i nešto specijalnih funkcija koje se razlikuju. Metod proračuna je manje automatizovan tako da je ručna intervencija gotovo obavezna kod proračuna svake petlje. Kod svake promene parametara proračuna izvan proračunske tablice potrebno je ručno pokrenuti ponavljanje proračuna pritiskom na dugme sa istoimenom funkcijom.

Osnovni uslov je projektni (normirani) gubitak toplote u prostoriji. Proračun će kao i na podnom grejanju prvenstveno pokušati da zadovolji ovaj uslov. Normirani gubitak toplote može se preuzeti sa proračuna gubitaka toplote (ukoliko postoje u programu) ili se može direktno upisati. Izbor sistema zidnog grejanja vrši se slično kao i kod podnog grejanja s tim da ovde ne postoje podsistemi jer ovde nema toplotne izolacije između cevi i zida. Uz sistem može da se odabere i cev koja će da bude u petlji kao i cev koja vodi do nje. Kod zidnih sistema je prilično čest slučaj da prečnik cevi koji napaja grejne površine na zidu nije jednak prečniku cevi sistema (promer spojnih cevi mora da bude jednak ili veći od prečnika cevi sistema). Pre početka proračuna u tablici je potrebno podesiti i granične uslove (maksimalni pad pritiska, maksimalna dužina petlje, unutrašnja temperatura prostorije i temperaturu vode na polazu). Ne treba zaboraviti ni podešavanje debljine i toplotne provodljivosti zidne obloge ukoliko postoji (keramičke pločice) i maltera.

Upis podataka u tablicu započinje u drugoj koloni upisom oznake zida, te se nastavlja upisom koeficijenta prolaza toplote, spoljašnje temperature, dužine i visine grejne zone i dužine spojnih cevi. Program na temelju ovih podataka vrši proračun koji upisuje u zadano ("prazno") polje. Spoljašnja temperatura odnosi se na temperaturu "s druge strane zida". Ona dakle može biti i spoljna projektna temperatura ili unutrašnja temperatura prostorije u zavisnosti sa čime se zid graniči. Maksimalna visina i dužina grejne zone postavljene su od strane proizvođača sistema zidnog grejanja i najčešće iznose dva metra visine i deset metara dužine (odnosno u idealnim uslovima maksimalna površina zone grejanja iznosi 20 m<sup>2</sup>).

Program će kao rezultat proračuna ištampati sve važnije parametre:

- korak razmaka cevi,
- temperaturnu razliku polaza i povrata,
- ukupnu dužinu cevi,
- instaliranu i ukupnu snagu,
- toplotnu struju,
- maseni protok
- i pad pritiska na petlji.

Uz pad pritiska stoji i kolona u kojoj je naznačena pozicija ventila za predpodešavanje na sabirniku.

Program će se samostalno brinuti o poštovanju graničnih parametara proračuna kao, na primer, maksimalnoj temperaturi zida, dužini petlje, dimenzijama grejne zone, minimalnoj brzini, i maksimalnom padu pritiska. Zbog postojanja dodatnih uslova u odnosu na podno grejanje (dimenzije grejne zone i brzina) jasno je da će biti teže postići optimalnu petlju zidnog grejanja.

Nakon upisa i proračuna prve petlje, postupak se ponavlja za svaki zid u prostoru koji će se zagrevati zidnim grejanjem. Program pri tome prepisuje podatke o petlji zidnog grejanja iz prethodnog reda.

Dužina spojnih cevi upisuju se u stubac "X zona" i ona utiče samo na povećanje pada pritiska, pri čemu se ne uzima u obzir dobitak grejanja u prostoriji u kojoj se cevi nalaze.

Metode rešavanje problema u proračunu petlji podnog grejanja mogu da se primene i kod zidnog grejanja s time da kod zidnog grejanja postoje i dodatni uslovi koje treba zadovoljiti (minimalna brzina, maksimalna visina i maksimalna dužina). Ovde važi osnovni uslov da povećanje toplotne struje povećava snagu, maseni protok, brzinu i pad pritiska.

## POVEZIVANJE U TICHELMANN SISTEM

**Tichelmann** sistem povezivanja predstavlja serijski način spajanja grejnih površina (ili uređaja) pri čemu

sve grejne površine imaju jednaki pad pritiska. U idealnim uslovima radi se o petljama jednakih dužina cevi koje su povezane tako da sve imaju jednaku dužinu spojnih cevi. U slučaju kada se povezuju samo dve grejne površine (koje su jednake) prva će imati najmanju dužinu razvodnog voda i najveću dužinu povratnog voda a druga će imati naj- veću dužinu razvodnog voda i najmanju dužinu povratnog voda. Ako se dužine i petlje dobro usklade, povezivanjem u Tichelmann sistem, petlje će imati isti (izbalansirani) pad pritiska.

Kod zidnog grejanja najčešće se primenjuje povezivanje dve ili tri grejne zone u Tichelmann sistem (svaka grejna zona kod suvog sistema može da ima i po nekoliko međusobno spojenih ploča). U programu povezivanje u Tichelmann postiže se rastezanjem pokazivača u prvoj koloni tablice, a najviše se mogu povezati tri petlje u sistem. Program balansira petlje i računa ukupnu dužinu spojnih cevi u Tichelmann sistemu. Pretpostavka za proračun su upisane i izračunate najmanje dve petlje i upisana dužine spojnih cevi svake petlje. Dužina spojne cevi za prvu petlju je dužina od razdelnika do petlje, a za drugu petlju dužina spojne cevi je od prve petlje do druge petlje (kada petlje nisu povezane u Tichelmann sistem, dužina spojne cevi koja mora da se upiše odnosi se na ukupne dužine od razdelnika do petlje i od petlje do sabirnika).

## UPOTREBA CAD SISTEMA ZA CRTANJE

Program je opremljen CAD modulom koji može da se koristi pri projektovanju sistema podnog i zidnog grejanja i hlađenja. Uglavnom radi se o podršci za crtanje navedenih sistema u CAD okruženju. Za crtanje program koristi dwg ili dxf format zapisa. S obzirom da se spisak podržanih formata često dopunjava, pre upotrebe treba obavezno proveriti specifikaciju programa i ustanoviti tačno koje verzije ovih formata program trenutno podržava.

Za crtanje petlji podnih sistema postoji nekoliko funkcija. Program omogućava automatsko crtanje u obliku spirale ili meandra i ručno crtanje bez unapred određenog oblika.

Kod funkcija za automatsko crtanje potrebno je prvo odrediti uglove poligona (prostorije) i ulaz u poligon (početnu tačku). Program će samostalno ispuniti zadani poligon cevima prema određenom obliku (spirala ili meandar). Kod funkcije za ručno crtanje dovoljno je odrediti početnu tačku i nakon toga slobodno crtati cevi i ručno ispunjavati određeni prostor. Nakon završetka crtanja program može da podeli iscrtane linije na "polaz" (od početne tačke do polovice dužine nacrtane cevi) i "povrat" (od polovice do krajnje tačke) i da zaobli uglove.

Sistemi zidnog grejanja crtaju se na način da se već gotovi blokovi proračunatih sistema spuštaju direktno na crtež (metoda "drag&drop") i povezuju spojnim cevima. Blokovi koji predstavljaju sisteme crtaju se u realnim dimenzijama.

Nacrtane petlje podnog i zidnog grejanja mogu dalje da se povezuju sa razdelnikom, vertikalom itd.

Uz nacrtane petlje mogu se spuštati razne oznake kao, na primer, vrsta cevi, površina petlje, instalisana snaga, dužina cevi itd.

Uz crtanje na osnovi, program može i da generiše šemu usponskih vodova prema proračunima u projektu. Šema se generiše u posebnoj datoteci koju je potrebno i posebno sačuvati na čvrsti disk. Šema se svaki put generiše iz početka tako da će sve pre urađene promene biti izgubljene. Savetuje se korisnicima da šemu generišu kada su gotovi sa projektom.

Gotovi crteži mogu da se ištaštaju ili da se sprema u pre navedenim formatima i da se dalje dorađuju u drugim programima za CAD crtanje.

## ŠTAMPA

Program poseduje i deo za štampanje rezultata proračuna i specificiranje potrebnog materijala.

Rezultati proračuna podeljeni su na nekoliko listova, s tim da su ispisi za hlađenje analogni ispisima za grejanje i ispisi zidnog sistema analogni su ispisima podnog sistema.

Ispis podnog grejanja obuhvata ispis proračuna po prostorijama, ispis proračuna po razdelnicima i ispis cevi za naručivanje (samo jedan ispis za grejanje i hlađenje). Ispis proračuna po prostorijama je po izgledu najbliži tablici koja se nalazi u proračunu. Podaci su ispisani u sličnoj formi i obimu i predstavljaju dobru osnovu za detaljan uvid u kompletni proračun. Ispis proračuna po razdelnicima prikazuje iste podatke



složene na malo drugačiji način. Ovako ispisani podaci više su prilagođeni proveri stanja na razdelniku i proveri balansiranja petlji. Ispis cevi za naručivanje predstavlja pregledan ispis svih petlji po prostorijama i njihovih pripadajućih dužina. Nakon ovoga sledi tablica u kojoj je izvršena optimizacija dužina cevi po dostavnim jedinicama (na primer, kotur od 120 m) tako da se kombinuju petlje iz raznih prostorija ne bi li se postiglo maksimalno iskorišćenje dužine svakog pojedinog kotura cevi.

Specifikacija materijala može da se napravi za podni i zidni sistem odvojeno ili zajedno na jednom ispisu. Specifikacije uključuju sve najvažnije elemente sistema potrebne za uspešnu instalaciju uključujući cevi, izolaciju, pomoćne materijale (ivične trake, folije, kopče itd.), razdelnike i dodatke razdelnika (ormariće, holendere, cevne vođice i sl.).

Proračuni i specifikacija materijala generiše se prilikom prvog pristupanja modulu ispisa. Pre svakog pregledanja dokumentacije, a u slučaju da je došlo do promene proračuna, potrebno je obaviti osvežavanje ispisa. Kod velikih projekata sa više stotina prostorija proces osvežavanja može da potraje i po nekoliko minuta (osim veličine projekta ovo zavisi i od računskih sposobnosti računara).

Dokumentacija može da se štampa direktno iz programa na više jezika ili da se sačuva xls, rtili txt formatu i naknadno uređuje sa drugim programima.