DIZALICA TOPLINE KAO ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE ZA PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE I GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE

Ljubičić, Marko

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:959261

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL SPECIJALISTIČKI
DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
STROJARSTVA

MARKO LJUBIČIĆ

DIZALICA TOPLINE KAO ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE ZA PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE I GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE

DIPLOMSKI RAD

KARLOVAC, 2021.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI
STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

MARKO LJUBIČIĆ

DIZALICA TOPLINE KAO ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE ZA PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE I GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
Doc. dr. sc. Tihomir Mihalić, dipl. ing.

KARLOVAC, 2021.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI
STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

MARKO LJUBIČIĆ

HEAT PUMP AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY FOR PREPARATION OF CONSUMPTION HOT WATER AND HEATING A FAMILY HOUSE

GRADUATE THESIS

Mentor:
Doc. dr. sc. Tihomir Mihalić, dipl. ing.

KARLOVAC, 2021.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU Karlovac University of Applied Sciences	Klasa: 602-11/__-01/____ Ur.broj: 2133-61-04-__-01
ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA	Datum:

Ime i prezime	MARKO LJUBIČIĆ		
OIB / JMBG		-	
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail		098/	@yahoo.com
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak **X** ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski	X	specijalistički diplomski
Naziv studija	Specijalistički diplomski stručni studij strojarstvo - izvanredni		
Godina upisa			
Datum podnošenja molbe	08.09.2021.		
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

.

Naslov teme na hrvatskom: DIZALICA TOPLINE KAO ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE ZA PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE I GRIJANJA OBITELJSKE KUĆE
Naslov teme na engleskom: HEAT PUMP AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY FOR PREPARATION OF CONSUMPTION HOT WATER AND HEATING A FAMILY HOUSE
Opis zadatka: U prvom dijelu rada treba opisati osnove o dizalicama topline kao obnovljivom izvoru energije. Prikazati energetsku učinkovitost i nZEB. Iznijeti prikaz klimatskih promjena i obnovljivih izvora energije. U drugom dijelu treba proračunati instalacije grijanja i pripreme potrošne tople vode (PTV) za obiteljsku kuću u Jastrebarskom koja kao izvor grijanja koristi dizalicu topline (DT) zrak–voda. Tehnički proračun treba sadržavati: koeficijenti prolaza topline, proračun gubitaka topline, proračun dobitaka topline, toplinska bilanaca, izbor ogrjevnih tijela, proračun podnog grijanja, specifikacija materijala za podno grijanje, dizalica topline, cirkulacione pumpe, regulacioni ventili, potrošnja krutog goriva, provjetravanje kotlovnice, izbor dimnjaka, Solarno zagrijavanje PTV-a.

Mentor: Doc. dr. sc. Tihomir Mihalić, prof v.š.	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj Diplomski rad na temu dizalica topline napisao samostalno, na temelju znanja stečenog tijekom studiranja, uz pomoć stručne literature, stručnih publikacija podataka s interneta.

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Tihomir Mihalić, dipl. ing. na dobroj suradnji i ukazanom povjerenju.

Zahvaljujem se i svima ostalima profesorima i kolegama s fakulteta koje sam susretao i s kojima sam zajedno učio i surađivao.

Karlovac, 08. 09. 2021. Marko Ljubičić

SADRŽAJ:

SADRŽAJ ..... **I**
POPIS SLIKA III
POPIS TABLICA IV
POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA FIZIKALNIH VELIČINA V
POPIS SKRAČENICA VII
SAŽETAK VIII
SUMMARY IX

1. UVOD **1**

2. KLIMATSKE PROMJENE I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE **2**

3. ENERGETSKA UČINKOVITOST I nZEB **7**
3.1. Energetska učinkovitost 7
3.2. nZEB (nearly zero-energy building) 10

4. DIZALICA TOPLINE **14**
4.1. Dizalica topline 14
4.2. Princip rada dizalice topline 17
4.3. Učinkovitost dizalice topline 19
4.4. Podjela dizalica topline prema toplinskom izvoru 22

5. TEHNIČKI OPIS INSTALACIJA GRIJANJA I PTV-a **28**
5.1. Projektni zadatak 28
5.2. Tehnički opis 28
5.3. Priprema ogrijevnog medija i tople vode 29
5.3.1 Dizalica topline 29
5.3.2 Kotao ložen krutim gorivom-drvo 31
5.3.3 Priprema potrošne tople vode (PTV) 32
5.4. Podno grijanje 33
5.5. Hlađenje-Multi split sistem 33
5.6. Ventilacija 35

6. TEHNIČKI PRORAČUN..... 36

6.1. Koeficijenti prolaza topline..... 36
6.2. Proračun gubitaka topline..... 48
6.3. Proračun dobitaka topline..... 54
6.4. Toplinska bilanaca..... 59
6.5. Izbor ogrijevnih tijela..... 60
6.5.1 Proračun podnog grijanja..... 60
6.5.2 Specifikacija materijala za podno grijanje..... 62
6.6. Dizalica topline..... 63
6.7. Cirkulacione pumpe..... 64
6.8. Regulacioni ventili..... 66
6.9. Potrošnja krutog goriva..... 66
6.10. Provjetravanje kotlovnice..... 67
6.11. Izbor dimnjaka..... 67
6.12. Solarno zagrijavanje PTV-a..... 68

ZAKLJUČAK..... 69

LITERATURA..... 70
PRILOZI..... 71

POPIS SLIKA:

Slika 2.1. Tzv. efekt staklenika, kao uzrok emisije stakleničkih plinova [1];
Slika 2.2. Smanjenje emisija stakleničkih plinova/ Hrvatska, umanjeno na 79,26% (izvor: EUROSTAT Emisije stakleničkih plinova, na referentnu 1990 god.) [2];
Slika 2.3. Smanjenje emisija stakleničkih plinova/ EU, umanjeno na 75,99% (izvor: EUROSTAT Emisije stakleničkih plinova, na referentnu 1990 god.) [3];
Slika 2.4. Uzorak ledene kore s Antarktika s vidljivim slojem vulkanskog pepela koji se na l edenoj ploči taložio prije otprilike 21.000 godina. (izvor: NSF-ICF) [4];
Slika 3.1. Udio stambenih zgrada u RH prema meteorološkim uvjetima, vrsti i razdoblju gradnje. [5];
Slika 3.2. Faktori oblika prema veličini i razvedenosti zgrade [6];
Slika 4.1. Broj instaliranih dizalica topline na 1000 domaćinstava u europskim zemljama(izvor: EHPA Market Report 2019) [7];
Slika 4.2. Broj instaliranih dizalica topline u zemljama EU-21 2019 (izvor: HUDIT) [8];
Slika 4.3. Prikaz instalirane dizalice topline s Hydrotankom [9];
Slika 4.4. Shematski prikaz kompresijske dizalice topline s izvorom i ponorom topline [10];
Slika 4.5. Prikaz procesa u T,s i logp,h dijagramu [11];
Slika 4.6. Vanjska jedinica dizalice topline sa komponentama [12];
Slika 4.7. Energedske naljepnice s podacima o dizalici topline [13];
Slika 4.8. Prikaz pojašnjenja podastaka na energetskoj naljepnici [14];
Slika 4.9. Kvalitativan prikaz dizalice topline zrak-voda (split izvedba) za grijanje i hlađenje prostora [15];
Slika 4.10 Kvalitativan prikaz dizalice topline tlo-voda, horizontalna izvedba izmjenjivača u tlu [16];
Slika 4.11. Kvalitativan prikaz dizalice topline tlo-voda, vertikalna izvedba izmjenjivača u tlu [17];
Slika 4.12. Kvalitativan prikaz dizalice topline podzemna voda - voda [18];

POPIS TABLICA:

Tablica 3.1.	Stambeni fond RH prema popisima stanovništva	[1]
Tablica 3.2.	Izračunate/procijenjene jedinične godišnje ukupne energije za grijanje stambenih zgrada prema podneblju, godini i vrsti izgradnje	[2]
Tablica 3.3.	Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije zgrade grijane i/ili hlađene na temperaturu 18 °C ili višu (prema Tehničkom propisu)	[3]
Tablica 4.1.	Radne točke dizalice topline zrak-voda prema EN 14511	[4]
Tablica 4.2.	Radne točke dizalice topline tlo-voda prema EN 14511	[5]
Tablica 4.3.	Radne točke dizalice topline voda-voda prema EN 14511	[6]
Tablica 6.1.	Vanjski zidovi 1 - Vanjski zid- betonski	[7]
Tablica 6.2.	Vanjski zidovi 2 - Vanjski zid- opeka	[8]
Tablica 6.3.	Vanjski zidovi 3 - Podrumski zid iznad tla	[9]
Tablica 6.4.	Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Vanjski zid- prema kroviću	[10]
Tablica 6.5.	Zidovi prema negrijanim prostorijama 2 - Zid stubišta podruma	[11]
Tablica 6.6.	Zidovi prema tlu 1 - Podrumski zid	[12]
Tablica 6.7.	Podovi na tlu 1 - Temeljna ploča	[13]
Tablica 6.8.	Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - Pod prizemlja	[14]
Tablica 6.9.	Stropovi prema negrijanim prostorijama 2 - Strop iznad stubišta podruma	[15]
Tablica 6.10.	Stropovi prema negrijanim prostorijama 3 - Strop prema tavanu	[16]
Tablica 6.11.	Stropovi prema negrijanim prostorijama 4 - Strop ispod malog krovića	[17]
Tablica 6.12.	Stropovi s podnim grijanjem iznad vanjskog prostora 1 - Strop iznad ulaznog trijema	[18]
Tablica 6.13.	Toplinski gubitci	[19]
Tablica 6.14.	Toplinska dobitci	[20]
Tablica 6.15.	Toplinska bilanca	[21]
Tablica 6.16.	Podno grijanje po razdjelnicima	[22]
Tablica 6.17.	Specifikacija materijala za podno grijanje	[23]

POPIS OZNAKA:

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
ρ	kg/m^3	gustoća
λ	W/mK	Toplinska vodljivost
R	m^{2}K/W	Specifični toplinski otpor
$R_{si,}R_{se}$	m^{2}K/W	Otpori prijelazu topline na unutarnjoj i vanjskoj strani plohe prostorije
$\theta_{int,i}$	°C	unutarnja projektna temperatura grijanog prostora
θ_e	°C	vanjska projektna temperatura
f_0	m^{-1}	Faktor oblika zgrade
A_k	m^2	Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade
$Q_{H,nd}$	kWh/a	godišnja potrebna toplinska energija za grijanje
$Q''_{H,nd}$	kWh/(m^2·a)	Godišnja toplinska energija potrebna za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade
$Q_{c,nd}$	kWh/a	Godišnja toplinska energija potrebna za hlađenje
E_{prim}	kWh/(m^2·a)	Godišnja primarna energija potrebna za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade
Φ_{kond}	W	Predani toplinski tok na kondenzatoru
Φ_{isp}	W	Preuzeti toplinski tok na isparivaču
Φ_T	W	Toplinsko opterećenje zgrade
$\Phi_{T,i}$	W	Transmisijski gubici prostorija zgrade
$\Phi_{V,i}$	W	Ventilacijski gubici prostorija zgrade
$\Phi_{RH,i}$	W	Gubici zbog prekida grijanja
ΔU_{wb}	W/(m^{2}K)	Dodatak za toplinske mostove
n_{min}	h^{-1}	Minimalan broj izmjena zraka
Φ_I	W	Unutrašnji toplinski dobici
COP	kW/kW	Engl. Coefficient of performance ili faktor učina grijanja

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
EER	kW/kW	Engl. Energy efficiency of Ratio ili faktor učina hlađenja
$SCOP$	kW/kW	Sezonski faktor učina grijanja
$SEER$	kW/kW	Sezonski faktor učina hlađenja
Φ_k	kW	Učin grijanja
Φ_0	kW	Rashladni učinak
P_{el}	kWh	Snaga kompresora
U	W/(m^{2}K)	Koeficijent prolaska topline
q_k	kJ/kg	Predani toplinski tok na kondenzatoru
q_0	kJ/kg	Predani toplinski tok izvora
w_{komp}	kJ/kg	Rad kompresora

POPIS SKRAČENICA

Oznaka	Opis
DN	nazivni promjer ijev
EN	oznaka europske norme
EnU	energetska učinkovitost
EU	Europska unija
FZOEU	Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost
HRN	oznaka hrvatske norme
HRN EN	hrvatska norma preuzeta iz sustava europske norme
HRN EN ISO	hrvatska norma preuzeta iz sustava europske i međunarodne norme
HRN ISO	hrvatska norma preuzeta iz sustava međunarodne norme
ISO	oznaka međunarodne norme
MPGI	Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine
NN	Narodne novine
PTV	potrošna topla voda
TPRUETZZ	Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama
VDI 2078	norma rashladnog opterećenja
F-gas	Uredbom o fluoriranim stakleničkim plinovima

SAŽETAK

Ovim diplomskim radom obrađena je tema dizalice topline (zrak-voda) kao obnovljivog izvora energijje koja je implementirana u sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode na konkretnom primjeru obiteljske kuće.
Ovim radom je također obrađena i tematika koja se međusobno isprepliće kroz više područja, polazeći od klimatskih promjena i energetske učinkovitosti pa sve do područja obnovljivih izvora energije u koji spadaju i dizalice topline.
Uporaba takvih sustava kao što je dizalica topline a i ostalih sustava iz široke palete obnovljivi izvora energije ima za svrhu i cilj da se koristeći principa energetske učinkovitosti, smanji globalno zagrijavanje i klimatske promjene kojima je uzrok povećana emisija štetnih stakleničkih plinova.

Ključne riječi: dizalica topline, energetska učinkovitost, nZEB, ili klimatske promjene, obnovljivi izvori energije

SUMMARY

This thesis deals with the topic of heat pump (air-water) as a renewable energy source that is implemented in the heating system and preparation of domestic hot water on a specific example of a family house.

This thesis also deals with topics that are intertwined through several areas, ranging from climate change and energy efficiency to the area of renewable energy sources, which include heat pumps.

The use of such systems as heat pumps and other systems from a wide range of renewable energy sources has the purpose and goal to use the principles of energy efficiency and to reduce global warming and climate change caused by increased emissions of harmful greenhouse gases.

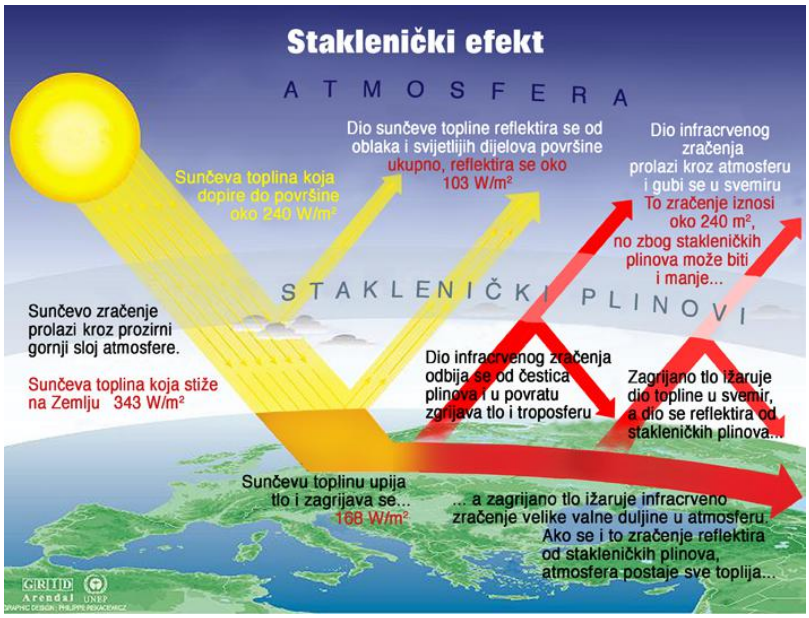
Key words: heat pump, energy efficiency, nZEB, climate change, renewable energy sources

1. UVOD

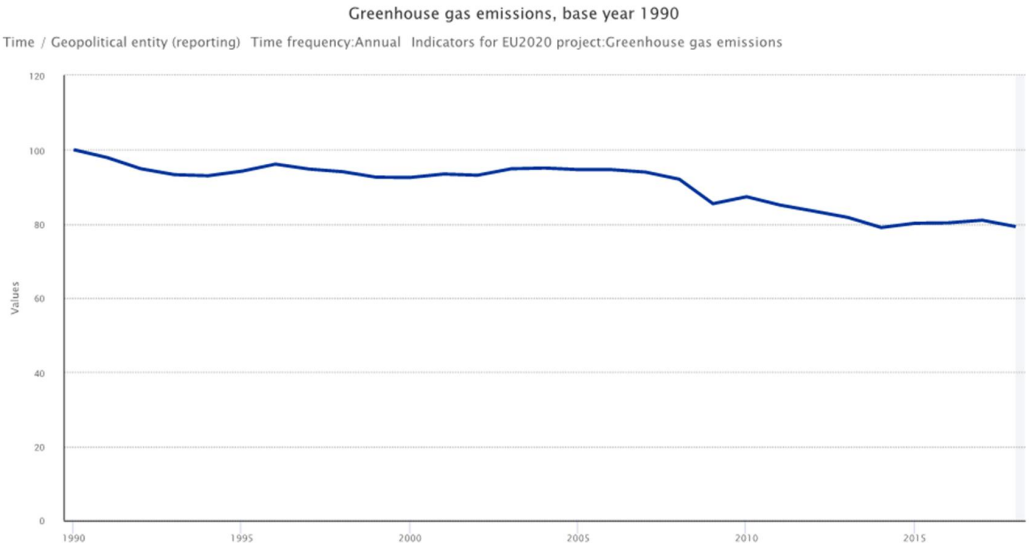
Dizalice topline bilježe veliki porast ugrađenih jedinica za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne vode. Europsko udruženje za dizalice topline (European Heat Pump Association - EHPA) navodi da godišnji porast iznosi oko 14 %. Tehnologija dizalica toplina se dosta brzo razvijala, posebno kada gledamo na razvoj radnih medija, pa je danas moguće da dizalice topline rade u režimima grijanja bez većih problema, pri vanjskoj temperaturi i do - 25 °C. Dodatno je povoljno za dizalice topline to što se prema novim regulativama za energetska svojstva zgrade koja zadovoljavaju nZEB(nearly zero-energy building) standarde, propisuje da 30% godišnje isporučene energije treba podmiriti iz obnovljivih izvora energije. Dizalice topline spadaju u obnovljive izvore energije, jer uzimaju toplinu iz okoliša (zraka, vode, zemlje) te tako u kombinacij s drugim obnovljivim izvorima postaju dobar alat za postizanje energetske učinkovitosti i smanjenja emisije štetnih plinova. Ovim diplomskim radom obrađena je tema dizalice topline (zrak-voda) kao obnovljivog izvora energijje koja je implementirana u sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode na konkretnom primjeru obiteljske kuće. Uporaba takvih sustava kao što je dizalica topline a i ostalih sustava iz široke palete obnovljivi izvora energije ima za svrhu i cilj da se koristeći principima energetske učinkovitosti, smanji globalno zagrijavanje i klimatske promjene kojima je uzrok povećana emisija štetnih stakleničkih plinova. Osnovno grijanje je izvedeno uz pomoć toplinske pumpe, DT (zrak-voda) MITSUBISHI ELECTRIC PUHZ-SW75VAA sa zrakom hlađenim kondenzatorom za grijanje i za zagrijavanje potrošne vode (PTV) a sekundarno (pomoćno) grijanje se izvodi uz pomoć toplovodnog kotla loženog krutim gorivom (drvom). Proračun koeficijenata topline izveden je uz pomoć KI Expert Plus računalnog programa skladu sa propisima HRN EN ISO 6946:2008., a proračun bilance topline izveden je uz pomoć Integra CAD računalnog programa prema normi HRN EN1283. Prema rezultatima proračuna odabrana je i dimenzionirana oprema. Instalacija niskotemperaturnog podnog grijanja je projektirana za sve prostorije u građevini. Priprema potrošne tople vode (PTV) izvedena je pomoću solarnih kolektora sa rezervnim izvorom ogrijevnog medija – ogrijevni medij iz dizalice topline ili iz toplovodnog kotla.

2. KLIMATSKE PROMJENE I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Globalno zagrijavanje i klimatske promjene nezaobilazni su opći svjetski problem i prijetnja brojnim aspektima života i razvoja. Povećanje potrošnje energije je iz godine u godinu veće,a i pritisak na povećanje cijena energije je sve veći, kao i ovisnost o uvozu energije. Prema podacima Europskog statističkog zavoda, urbana područja u Europskoj uniji odgovorna su za više od 75% energetske potrošnje i 80% emisija CO_2 s trendom porasta temperature od 1,9%. Kada se nebi primjenjivale politike dekarbonizacije, procjenjuje se da bi prosječna svjetska temperatura mogla porasti između 1,1 ºC i 6,4 ºC tijekom ovoga stoljeća. Izgaranjem fosilnih goriva, krčenjem šuma i uzgojem stoke ljudi sve više utječu na klimu i temperaturu Zemlje, također tu trebamo ubrojiti prirodne procese kao vulkanske erupcije, prirodni požari, prirodno oslobađanje metana zarobljenog ispod oceana koji uvelike utječu na klimu. Tim se procesima oslobađaju goleme količine stakleničkih plinova (ugljičnog dioksida, metana, dušikova oksida, fluorougljika), koji se pridodaju onima koji prirodno postoje u atmosferi. Ti staklenički plinovi sprječavaju i zadržavaju toplinu koja se reflektira sa Zemljine površine i onemogućuju njezino širenje u svemir te na taj način uzrokuju globalno zagrijavanje i tzv. efekt staklenika. (Slika 2.1.)



Slika 2.1. Tzv. efekt staklenika, kao uzrok emisije stakleničkih plinova [1]



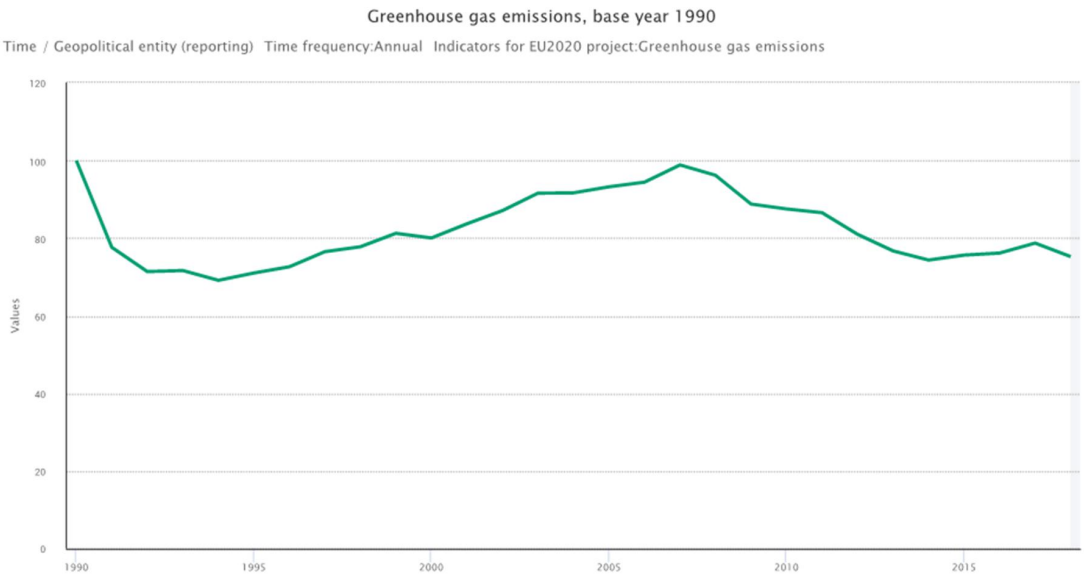
Slika 2.2. Smanjenje emisija stakleničkih plinova/ Hrvatska, umanjeno na 79,26% (izvor: EUROSTAT Emisije stakleničkih plinova, na referentnu 1990 god.) [2]

Ovisnost Europske unije o uvozu energije, osobito nafte i prirodnog plina, glavni je razlog za političku zabrinutost u pogledu sigurnosti opskrbe energijom. Zbog nedostatne proizvodnje u odnosu na potrošnju, sve veće ovisnosti EU-a o uvozu energije iz zemalja koje nisu članice EU-a. Više od polovine (58,2 %) bruto raspoložive energije u EU-a u 2018. bilo je podrijetlom iz uvoza dok je u Hrvatskoj taj postotak iznosi 52,7%.

Zbog prevelike ovisnosti o ograničenom broju izvora energije, mnoge su države osjetljive na prekide u opskrbi. EU mora smanjiti svoju ovisnost o fosilnim gorivima i emisije stakleničkih plinova te istodobno osigurati opskrbu kućanstava i poduzeća pristupačnom energijom. Ambiciozni cilj EU smanjenja emisija stakleničkih plinova za više od 20% do 2020., u odnosu na referentnu 1990. godinu je uspješno postignut. (Slika 2.2) [2] i (Slika 2.3) [3]

Do 2019 godine EU je smanjila emisije stakleničkih plinova za 24 % u odnosu na razine iz 1990. i već tad je bila više nego na dobrom putu da ostvari svoj cilj u skladu s Kyotskim protokolom o smanjenju emisija za 20 % do 2020.

U prosincu 2019. Europska komisija predstavila je europski zeleni plan, kojim se predlaže još ambicijoznije smanjenje emisija za 40 %, 32% korištenja obnovljivih izvora energije i 32.5% poboljšanja energetske učinkovitosti do 2030. i postupno ukidanje fosilna goriva u gospodarstvu do 2050. godine, u skladu s Pariškim sporazumom.

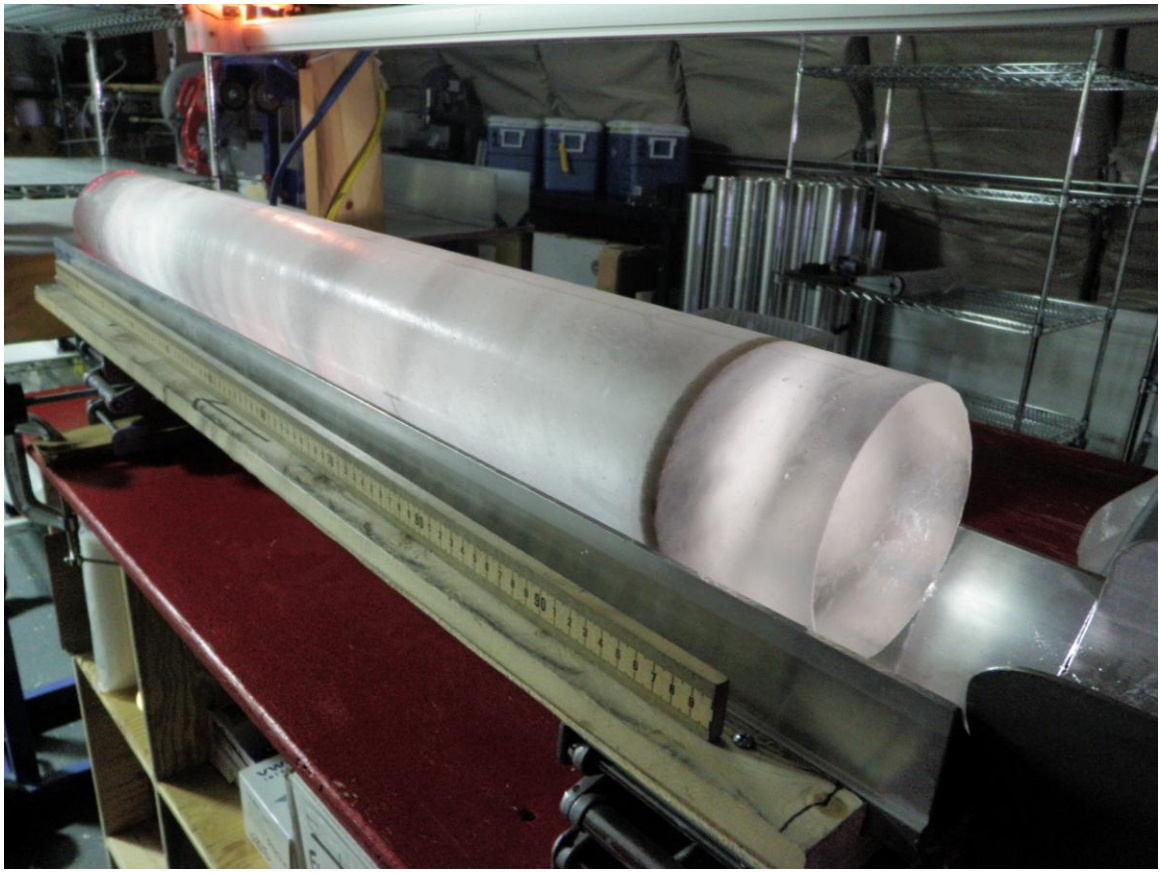


Slika 2.3. Smanjenje emisija stakleničkih plinova/ EU, umanjeno na 75,99% (izvor: EUROSTAT Emisije stakleničkih plinova, na referentnu 1990 god.) [3]

Usporedbe radi, pogledajmo podatke za 2018. godinu, u SAD-u su fosilna goriva bila izvor oko 80% američke potrošnje primarne energije i oko 93% ukupnih američkih emisija ugljičnog dioksida nastalo je iz ljudske aktivnosti. Najveći zagađivač ipak nije SAD-a Ispred njega je jedino Kina najveći izvor emisija pa slijede EU, Indija i Rusija.

Zemljina ledena kora na polovima sadrži dosta informacija o klimi iz prošlog povijesnog razdoblja po kojoj možemo saznati . Tamo se uzimaju uzorci leda iz kojih se poslije analiziraju razni podaci o klimi. Ledenjaci nastaju kao slojevi snijega koji se nakupljaju jedan na drugom. Svaki sloj snijega različit je po kemijskom sastavu i teksturi, ljetni snijeg se razlikuje od zimskog.

S vremenom se zakopani snijeg stisne pod težinom snijega iznad njega, tvoreći led. Čestice i otopljene kemikalije koje je uhvatio padajući snijeg postaju dio leda, kao i mjehurići zarobljenog zraka. Slojevi leda nakupljaju se tijekom godina, stvarajući zapis i skrivajući podatke o klimatskim uvjetima u vrijeme nastanka,kao što je kemijski sastav atmosfere, koncentracije stakleničkih plinova, vulkansku i solarnu aktivnost. (Slika 2.4.)



Slika 2.4. Uzorak ledene kore s Antarktika s vidljivim slojem vulkanskog pepela koji se na ledenoj ploči taložio prije otprilike 21.000 godina. (izvor: NSF-ICF) [4]

Očito je da se klima mijenja i da su ljudi barem djelomično odgovorni za to a posljedice tih promjena već se osjećaju diljem svijeta a i Hrvatska nije iznimka. Učinci klimatskih promjena ne zaobilaze Hrvatsku iako hrvatske emisije stakleničkih plinova iznose svega 0,1% globalnih emisija. Sektori hrvatskog gospodarstva (poljoprivreda, ribarstvo, zdravlje, hidroenergija, turizam) izravno osjećaju posljedica klimatskih promjena, a čine 25% hrvatskog gospodarstva.

Postoji stvarna potreba za poticanje razmišljanja o prilagodbi i ublažavanju učinaka klimatskih promjena u Hrvatskoj. Vidljiva je očita povezanost između klimatskih promjena i društvenog razvoja koja se proteže od šteta po gospodarstvo pa sve do učinaka na zdravlje. Stakleнički plinovi svojom emisijom u atmosferu zagrijavaju planet. Znanstvenici već dulje vrijeme upozoravaju da povećanje koncentracije stakleničkih plinova zagrijava planet. U računalnim modelima koji simuliraju rastuće koncentracije stakleničkih plinova vidljivo je kako te povećane koncentracije vremenom povećavaju prosječnu površinsku temperaturu zemlje.

Povišene temperature mogu uzrokovati klimatske promjene koje se očituju prema dosadašnjim intezitetima padalina, orkanskim olujama i povišenju razine mora.
U svojim izvješćima posebno osnovano tijelo Ujedinjenih naroda, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) koje se bavi procjenama klimatskih promjena izvješćuje da se zemaljska klima zagrijala 0,85 stupnjeva Celzija (1,53 stupnja Fahrenheita) između 1880. i 2012. te da je ljudska aktivnost koja utječe na atmosferu važan uzrok tome.

U Petom izvješću o procjeni IPCC -a (Sažetak za kreatore politika) stoji: "Ljudski utjecaj je otkriven u zagrijavanju atmosfere i oceana, u promjenama u globalnom ciklusu vode, u smanjenju snijega i leda, u globalnom porastu razine mora i u promjenama vidljivim kao klimatski ekstremi. Evidentno je da je ljudski utjecaj bio dominantan uzrok zatopljenja promatranog od sredine 20. stoljeća." [13]

U izvješću se kasnije navodi: "Iznimno je vjerojatno da je više od polovice promatranog porasta globalne prosječne površinske temperature od 1951. do 2010. uzrokovano antropogenim povećanjem koncentracija stakleničkih plinova i drugim antropogenim utjecajima zajedno." [13]

U izvješću se također navodi: "Koncentracije CO_2, CH_4 i N_2O sada znatno premašuju najveće koncentracije zabilježene u jezgrama leda u posljednjih 800.000 godina. Prosječne stope povećanja atmosferskih koncentracija u prošlom stoljeću su, što sa sigurnošću nije zabilježeno u posljednjih 22.000 godina. " [13]

3. ENERGETSKA UČINKOVITOST I nZEB

3.1. Energetska učinkovitost *(EnU)*

Prema Zakonu o energetskoj učinkovitosti – NN 127/14, NN 116/18, NN 25/20, NN 41/21 [20] energetska učinkovitost definirana je kao odnos između ostvarenog korisnog učinka i energije potrošene za ostvarenje tog učinka. Energetskom učinkovitošću (EnU) se želi postići cilj da uporabom manje količine energije obavljamo isti posao.

Pojam racionalnog gospodarenja i korištenja energije, podrazumijeva sustavno upravljanje energijom s ciljem optimizacije, odnosno posljedičnom uštedom i smanjenjem ukupnih troškova a naravno i postizanja ciljeva održivog razvoja i dekarbonizacije jer veća učinkovitost doprinosi smanjenju emisija štetnih plinova.

Kako su zgrade jedan najveći potrašač energije naim u Hrvatskoj na zgrade otpada oko 40% ukupne potrošnje energije, vidljivo je da upravo u tom sektoru se može dosta učiniti na poboljšanju energetske učinkovitosti.

Mjere energetske učinkovitosti u zgradarstvu: su

1) povećanje toplinske zaštite zgrade (postavljanje toplinske izolacije te energetski učinkovite stolarije);

2) povećanje učinkovitosti sustava grijanja, hlađenja i ventilacije;

3) povećanje učinkovitosti sustava rasvjete i električnih uređaja;

4) korištenje obnovljivih izvora energije.

Povećanje energetske učinkovitosti u zgradama jedan je od ključnih koraka prema smanjenju štetnih emisija u okoliš.

Kako svi ti zahvati nose i određene troškove, a da bi se i potaknulo nekoga da izvede poboljšanje EnU svoje zgrade, objavljuju se mnogi javni pozivi za sufinanciranje takvih obnova. Kod nas takvu aktivnost provodi Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost (FZOEU) kao središnje mjesto prikupljanja i ulaganja izvanproračunskih sredstava u programe i projekte zaštite okoliša i prirode, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

Stambeni fond Republike Hrvatske procjenjuje se na oko 150 milijuna m^2 korisne površine. Višestambene zgrade zauzimaju 35% ukupnog stambenog fonda. Na kontinentalni dio Hrvatske otpada oko 65%, a u obalni dio Republike Hrvatske zauzima oko 35% ukupnog stambenog fonda. Kućanstva u neposrednoj potrošnji energije, prema podacima iz 2011. godine, sudjeluju s 31% iz čega je vidljivo da je zgradarstvo veoma bitno za postizanje ciljeva poboljšanja energetske učinkovitosti.

Specifična potrošnja energije (potrošnja energije po jedinici korisne stambene površine izražena u kWh/m^2) ovisi o klimatskim uvjetima, godini izgradnje i faktoru oblika te je ona dvostruko veća u kontinentalnom dijelu.

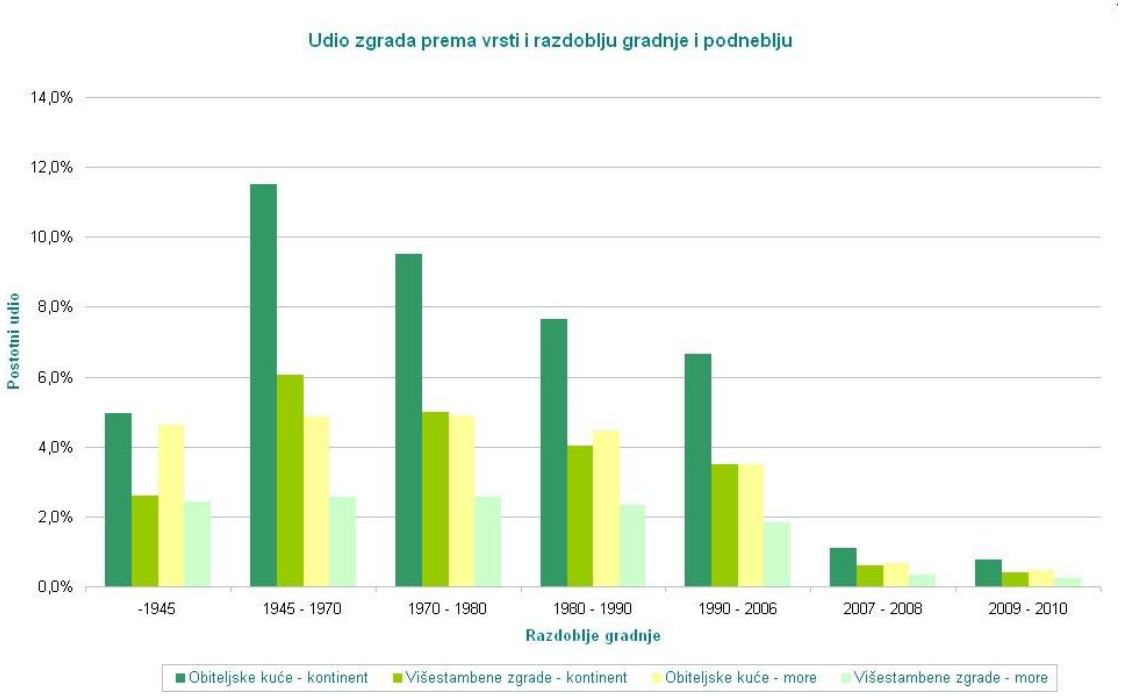
Sve zgrade koje su izgrađene do 1980. godine imaju najveći udio u ukupnom stambenom fondu te gotovo nikakvu ili samo minimalnu toplinsku izolaciju, što znači i najveću specifičnu potrošnju energije. Prosječno kućanstvo troši 70% energije za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne tople vode. A prosjeci potrošnje energenata za proizvodnju toplinske energije za zagrijavanje prostora su takvi da drvo zauzima (45%), a potom prirodnog plin (25%), loživo ulje (9%) te električna energija (13%). Stambeni fond RH je krajem 2010. godine iznosio 2.039.795 stanova, 8,7% više u odnosu na 2001. godinu, što označi godišnji rast 0,87%

Tablica 3.1. Stambeni fond RH prema popisima stanovništva [1]

Parametar / Izvor	Broj stanovnika	Broj stanova	Površina stanova (1.000 m²)	Prosječna površina stana (m²)	Prosječan broj osoba u stanu[1]	Prosj. pov. stana po jednoj osobi[1] (m²)
Popis 1971	4.426.221	1.188.743	62.659	52,7	3,7	14,3
Popis 1981	4.445.628	1.381.434	86.954	62,9	3,2	19,6
Popis 1991	4.681.715	1.575.644	110.972	70,4	3,0	23,7
Popis 2001[2]	4.400.000	1.877.126	133.307	71,0	2,3	30,3
Izvješće 2010[2]	4.284.889	2.065.341	149.010	72,2	2,1	34,8

[1] Uz izvješće za 2010. godinu je korišten podatak o broju stanovnika iz popisa 2011. godine.[2] Uključeni su stanov koji se koriste za obavljanje djelatnosti iz popisa 2001. godine.

Izvor: Nacrt Programa energetske obnove stambenih zgrada 2014-2020, Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, Zagreb, 2013. godina



Slika 3.1. Udio stambenih zgrada u RH prema meteorološkim uvjetima, vrsti i razdoblju gradnje [5]

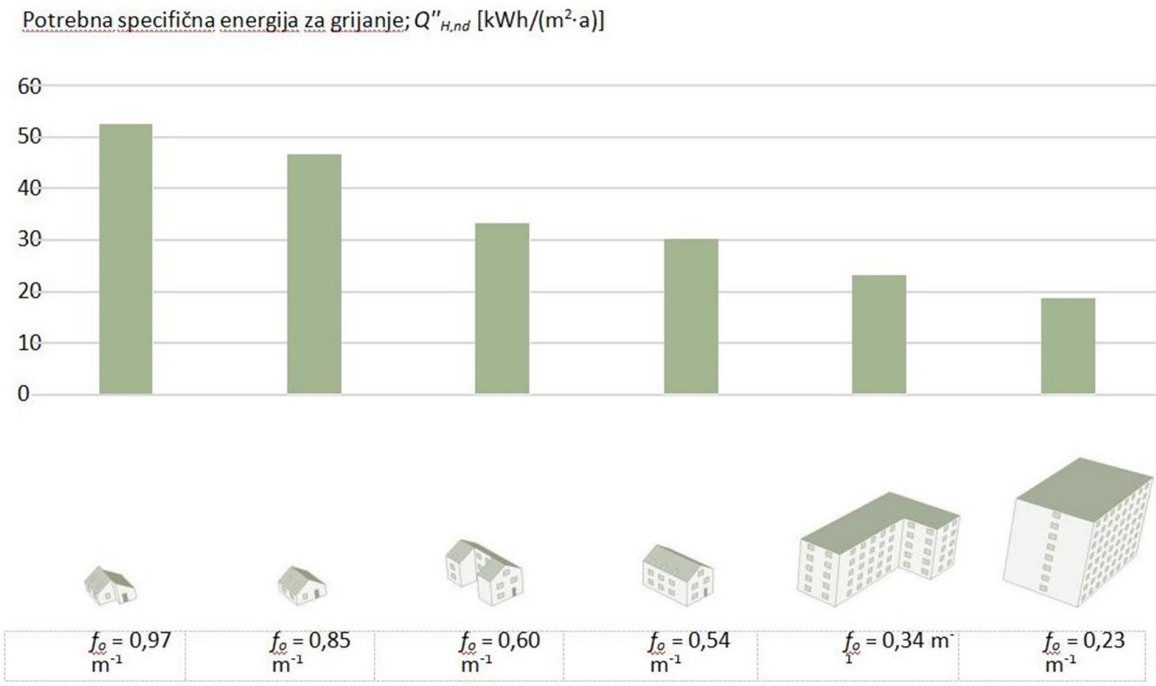
Tablica 3.2. Izračunate/procijenjene jedinične godišnje ukupne energije za grijanje stambenih zgrada prema podneblju, godini i vrsti izgradnje [2]

Tip i klima / God. izgr.	kontinent		more	
	obiteljske kuće	višestambene zgrade	obiteljske kuće	višestambene zgrade
	kWh/m²a			
-1945	300	270	141	122
1945 - 1970	320	200	150	90
1970 - 1980	304	190	143	86
1980 - 1990	288	180	135	81
1990 - 2006	240	150	113	68
2007 - 2008	144	90	68	41
2009 - 2010	112	70	53	32

Izvor: Nacrt Programa energetske obnove stambenih zgrada 2014-2020, Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, Zagreb, 2013. Godina

3.2. nZEB (nearly zero-energy building)

Zgrade su odgovorne za otprilike 40% ukupne potrošnje energije u Europskoj uniji, pa tako i u Republici Hrvatskoj. Iz toga razloga Europski parlament i Vijeće Europske unije donose mjere koje imaju za cilj smanjiti potrošnju energije u zgradarstvu i potaknuti korištenje energije iz obnovljivih izvora kako bi se smanjila energetska ovisnost Europske unije i emisija stakleničkih plinova. Mjere za smanjenje potrošnje energije, u kombinaciji s povećanim korištenjem energije iz obnovljivih izvora, omogućuju Europskoj uniji ispoštovati dugoročnu obvezu u pogledu održavanja globalnog porasta temperature i smanjenja ukupne emisije stakleničkih plinova. Smanjenje potrošnje energije i povećanje korištenja energije iz obnovljivih izvora također imaju važnu ulogu u promicanju sigurnosti opskrbe energijom i tehnološkog razvoja.



Slika 3.2. Faktori oblika prema veličini i razvedenosti zgrade [6]

Da bi se postigao standard za zgrade gotovo nulte energije (nZEB standard) potrebno je da se ispune određeni zahtjevi za zgradu ovisno o lokaciji zgrade, namjeni zgrade i o faktoru oblika same zgrade. Tako da su različiti uvjeti za pojedinu vrstu zgrade (obiteljska kuća, višestambena zgrada, uredska zgrada,škola, trgovina, bolnica itd.) i za lokaciju zgrade dali je kontinent ili primorje kao i razlike prema faktoru oblika zgrade *fo* [m^{-1}]. (*Tablica 3.3)*

Europska komisija je izdala preporuka o smjernicama za promicanje zgrada gotovo nulte energije (EU) 2016/1318 od 29. srpnja 2016. gdje su predložene mjere kojima će se osigurati da sve nove zgrade do 2020. budu zgrade približno nulte energije.

A ta gotovo nulta (vrlo niska) količina energije trebala bi se u većoj mjeri pokrivati iz obnovljivih izvora energije.

Tablica 3.3. Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije zgrade grijane i/ili hlađene na temperaturu 18 °C ili višu [4]

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE i nZEB / GOEZ	**$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)]** **NOVA ZGRADA i nZEB / GOEZ**						**E_{prim} [kWh/(m²·a)]** **NOVA**		**nZEB / GOEZ**	
VRSTA ZGRADE	kontinent, $\Theta_{mm} \leq 3$ °C			primorje, $\Theta_{mm} > 3$ °C			kont $\Theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\Theta_{mm} > 3$ °C	kont $\Theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\Theta_{mm} > 3$ °C
	$f_0 \leq 0{,}20$	$0{,}20 < f_0 < 1{,}05$	$f_0 \geq 1{,}05$	$f_0 \leq 0{,}20$	$0{,}20 < f_0 < 1{,}05$	$f_0 \geq 1{,}05$				
Višestambena	40,50	32,39 + 40,58·f_0	75,00	24,84	19,86 + 24,89·f_0	45,99	120	90	80	50
Obiteljska kuća	40,50	32,39 + 40,58· f_0	75,00	24,84	17,16 + 38,42·f_0	57,50	115	70	45	35
Uredska	16,94	8,82 + 40,58· f_0	51,43	16,19	11,21 + 24,89·f_0	37,34	70	70	35	25
Obrazovna	11,98	3,86 + 40,58· f_0	46,48	9,95	4,97 + 24,91·f_0	31,13	65	60	55	55
Bolnica	18,72	10,61 + 40,58·f_0	53,21	46,44	41,46 + 24,89·f_0	67,60	300	300	250	250
Hotel i restoran	35,48	27,37 + 40,58·f_0	69,98	11,50	6,52 + 24,89·f_0	32,65	130	80	90	70
Sportska dvorana	96,39	88,28 + 40,58·f_0	130,89	37,64	32,66 + 24,91·f_0	58,82	400	170	210	150
Trgovina	48,91	40,79 + 40,58·f_0	83,40	13,90	8,92 + 24,91·f_0	35,08	450	280	170	150
Ostale nestambene	40,50	32,39 + 40,58·f_0	75,00	24,84	19,86 + 24,89 f_0	45,99	150	100	/	/

Definicija nZEB zgrade prema Tehničkom propisu je da je "Zgrada gotovo nulte energije jest zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini, a za koju su zahtjevi utvrđeni ovim propisom" [21]

Glavni zahtjevi za zgradu gotovo nulte energije su određeni:

1). godišnjom potrebnom toplinskom energijom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, *Q"H,nd* [kWh/(m^2·a)],
2). godišnjom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade *Eprim* [kWh/(m^2·a)] koja ovisno o namjeni uključuje energiju za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu,
3). minimalnim udjelom isporučene energije podmirenim iz obnovljivih izvora energije,
4). ispunjavanjem zahtjeva o zrakopropusnosti koji se dokazuje ispitivanjem na zgradi prije tehničkog pregleda zgrade.

Svojstva za gotovo nula energetske zgrade, je prepušteno da definira svaka zemlja članica za već je državama članicama prema vlastitim mogućnostima. Tako su svojstva za nZeb standard definirana u Hrvatskoj prema Tehničkom propisu koji kaže da je to Stambena zgrada i nestambena zgrada kod koje:

1). godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, *Q"H,nd* [kWh/(m^2·a)], nije veća od dopuštenih vrijednosti utvrđenih u Tablici 8. iz Priloga B, TPRUETZZ-a.
2). godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade Eprim [kWh/(m^2·a)], koja uključuje energije navedene u Tablici 8.a, nije veća od dopuštenih vrijednosti utvrđenih u Tablici 8. iz Priloga B, TPRUETZZ-a.

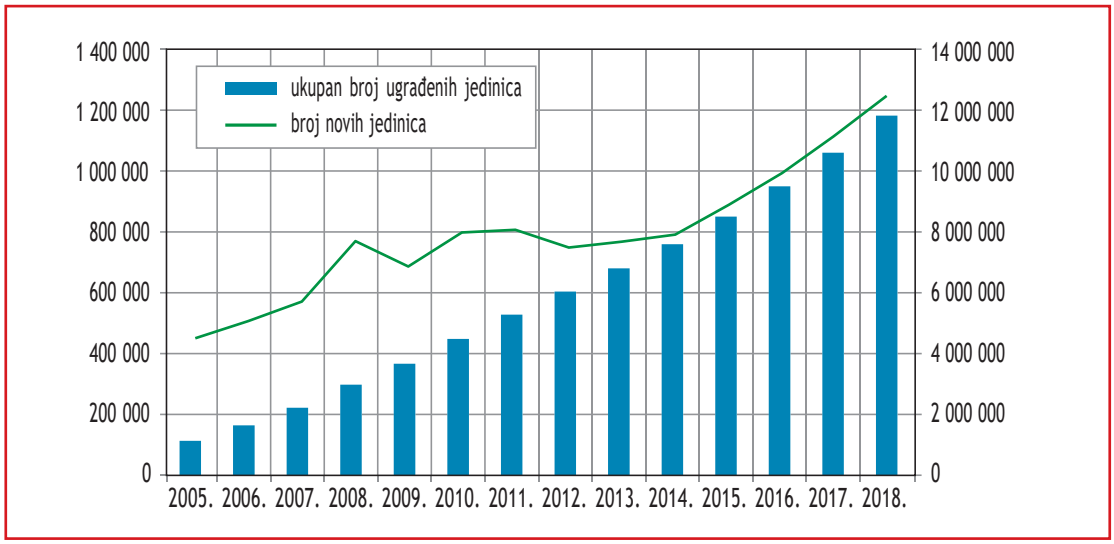
U praksi to znači da je za obiteljsku kuću na kontinentu potrebno dopušteno 45kWh/(m^2·a) primarne energije (Eprim), dok u primorju to iznosi 35kWh/(m^2·a) i ako je najmanje 30% godišnje isporučene energije podmireno iz obnovljivih izvora energije.

4. DIZALICA TOPLINE

4.1. Dizalice topline

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20) navodi u čl. 4., st.1., točka 5.sljedeće o dizalicama topline: ” Dizalice topline: dizalicama topline smatraju se uređaji koji prenose toplinu iz toplinskog spremnika niže temperaturne razine prema toplinskom spremniku više temperaturne razine.

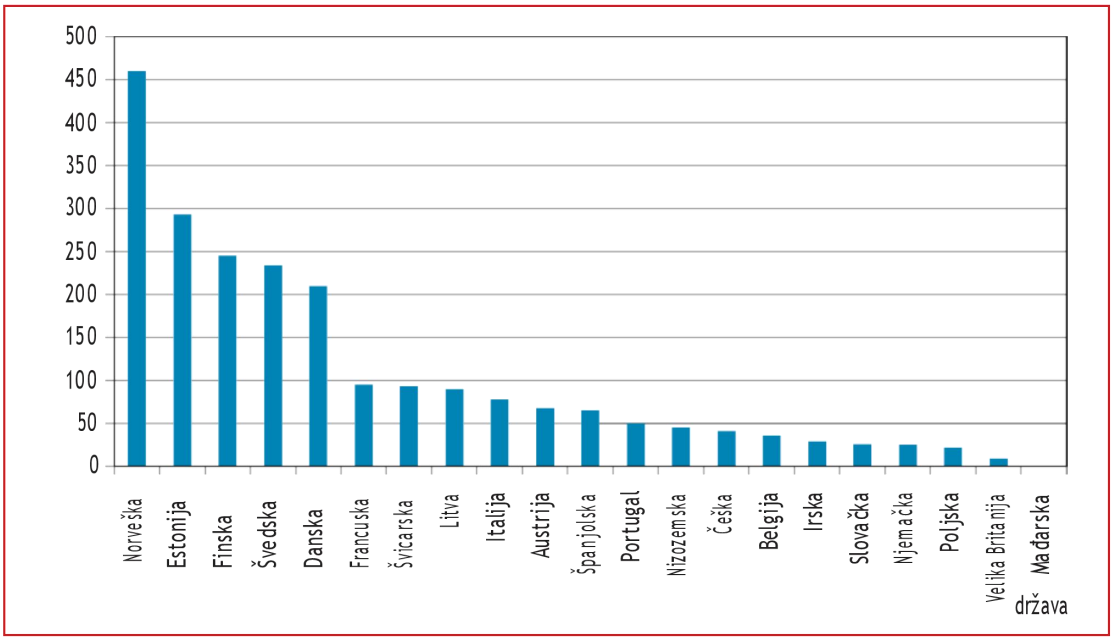
Toplinski spremnik može biti zrak, voda ili tlo, pri čemu smjer transporta topline nije propisan, te se istovjetnim uređajima smatraju i reverzibilne dizalice topline kod kojih se toplina prenosi iz zgrade u prirodno okruženje;” [3]



Slika 4.1. Broj instaliranih dizalica topline na 1000 domaćinstava u europskim zemljama (izvor: EHPA Market Report 2019) [7]

Dizalice topline već su desetljećima u razvijenom svijetu prepoznate kao visokoučinkovita tehnologija u proizvodnji rashladne i toplinske energije. Dizalice topline su uređaji koji se zasnivaju na lijevokretnom Carnotovom kružnom procesu.

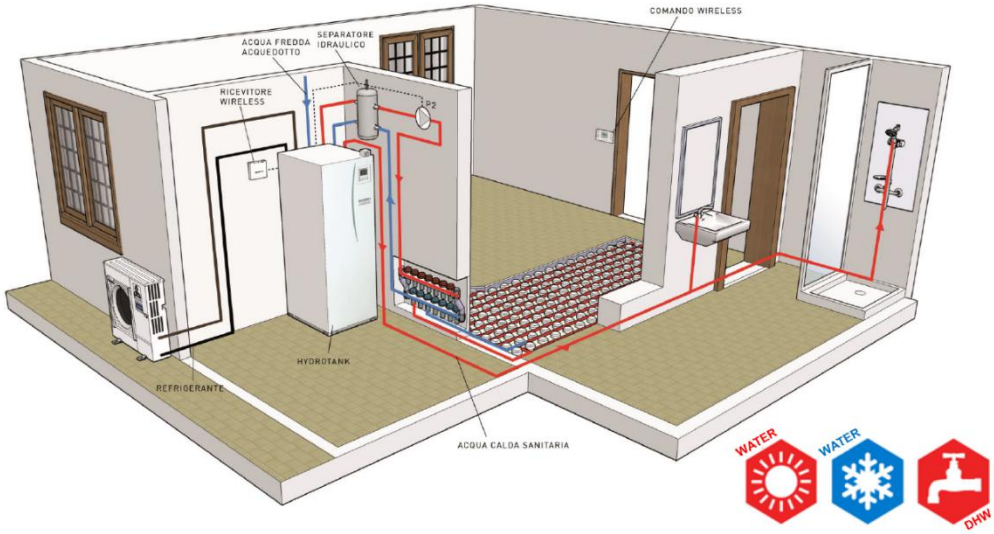
Njihov problem je bio što nisu mogle raditi u režimu grijanja pri niskim temperaturama. No kako se tehnologija jako razvila ili bolje rečeno radni mediji, danas takvi uređaj mogu ne samo grijati i do - 25 °C vanjske temperature nego i pripremati potrošnu toplu vodu. Posljednjih godina dizalice topline bilježe progresivan rast broja instaliranih jedinica u sustavima grijanja i hlađenja. Europsko udruženje za dizalice topline (EHPA) navodi prosječni godišnji porast od 14 %. (Slika 4.1) i (Slika 4.2)



Slika 4.2. Broj instaliranih dizalica topline u zemljama EU-21 2019 (izvor: HUDIT) [8]

Broj instaliranih sustava raste također i u Hrvatskoj. Po broju instaliranih jedinica prednjače sustavi zrak-voda. Ugradnjom dizalica topline, kao obnovljivih izvora energije, potičemo energetsku efikasnost i racionalnu uporabu energije i time doprinosimo održivom razvoju i dekarbonizaciji. Dizalice topline smatraju se visokoučinkovitim sustavima za proizvodnju toplinske i rashladne energije. Koriste se za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne tople vode u području zgradarstva i industrijskih procesa. Primjenjuju se u svim veličinama, od onih najmanjih za grijanje stanova, pa sve do sustava koji služe za grijanje i hlađenje čitavih naselja.

Najveća prednost korištenja dizalica topline jest činjenica da u ukupnoj izmijenjenoj toplini jedan manji dio otpada na uloženu energiju, a veći dio na obnovljivu energiju iz okoliša. Pretežito se koriste za niskotemperaturne sustave grijanja s temperaturom polaznog voda do 55 °C, ali i za visokotemperaturne režime do temperatura polaza 90 °C i više.



Slika 4.3. Prikaz instalirane dizalice topline s Hydrotankom [9]

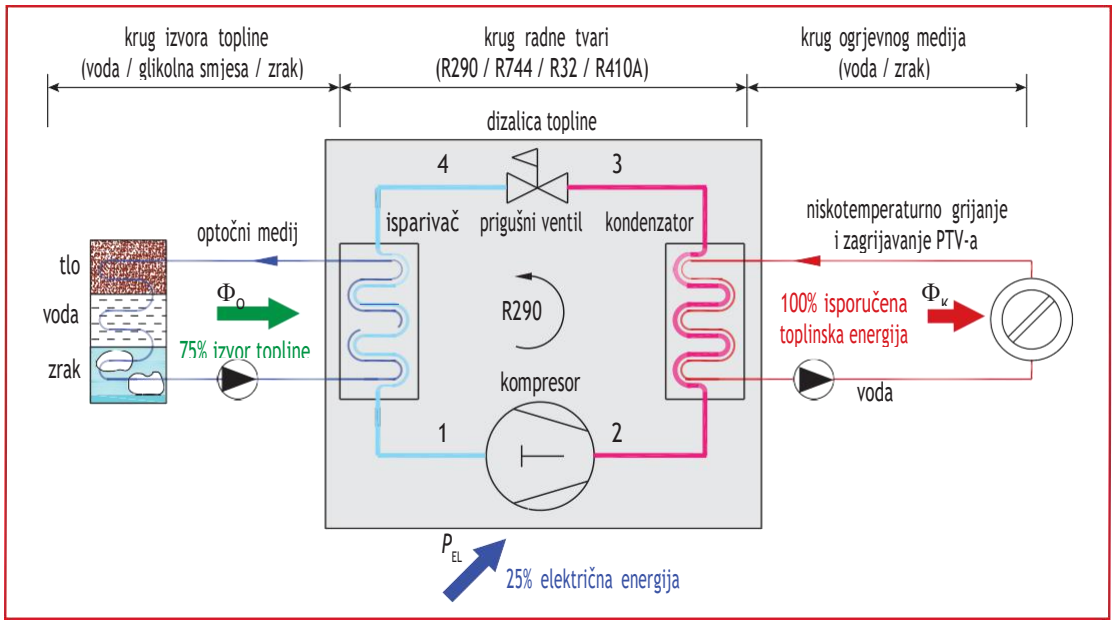
Dizalice topline promatrajući vrste sustava dijelimo na direktne sustave i indirektne sustave. U direktnom sustavu isparivač koji dobiva toplinsku energiju ide direktno na tijelo za emisiju, tj. nemamo nikakvog međukoraka. Kod indirektnih sustava se toplinska od isparivača predaje predaje nekakvom radnom mediju npr. voda a onda ta toplina putem izmenjivača dalje emitira u zgradu. Primjeri direktnog sustava su split ili PVRT sustavi a gdje imamo vanjsku jedinicu i razne unutarnje jedinice koje možemo imati od stupnik do podnih i zidnih ventilokonvektora.

Indirektni sustavi dizalice topline npr. zrak- voda imaju vanjsku jedinicu koja predaje toplinu radnom mediju npr. voda koja cirkulira do grijačih tijela (radijatora, panela, ventilkonvektora itd). Vidimo da postoji jako puno kombinacija, jer ovakve sustave možemo koristiti za grijanje i za hlađenje i za potrošnju tople vode.

Split i multi Split sustavi su jeftiniji i u određenim slučajevima isplatljivi, no treba promotriti benifite za za grijanje PTV, š to je izrazito energetski učinkovito ako bi u periodu hlađenja, toplinu koja se generira iskoristil i time trošak svesti na minimum ili možda čak u potpunosti eliminirati.

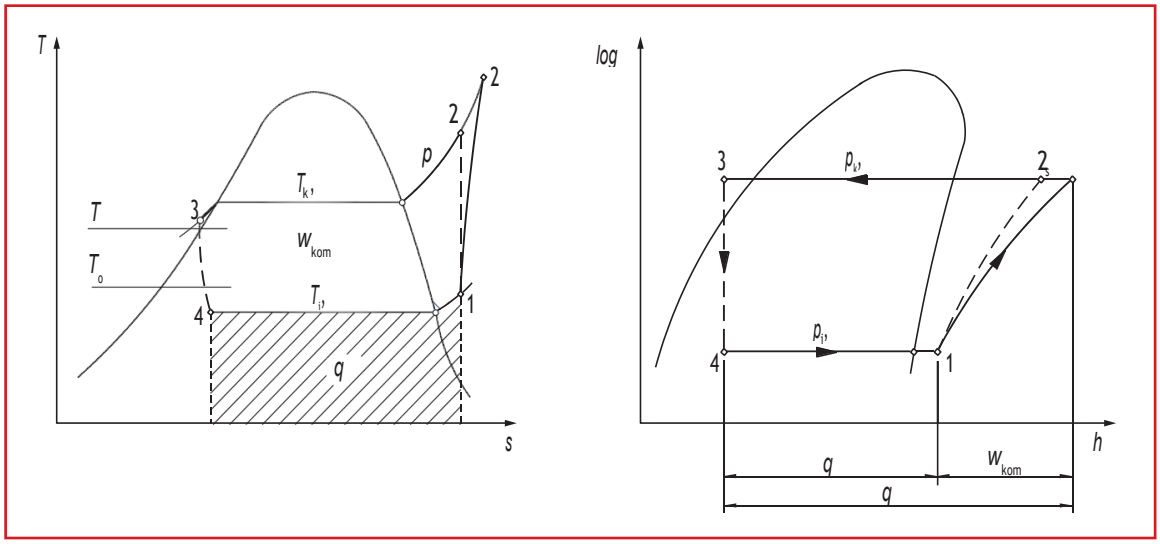
4.2. Princip rada dizalice topline

U praksi se najčešće susrećemo kompresijskim i apsorpcijskim dizalicama topline. Shematski prikaz kompresijske dizalice topline prikazan je na Slici 4.4. Dizalica topline tri cirkulacijska kruga a to su krug izvora topline (tlo, voda zrak), krug radne tvari i krug ogrijevnog medija Dizalica topline omogućuje izmjenu topline između dvaju toplinskih spremnika i to tako da se toplina prenosi sa spremnika niže temperature te predaje spremniku više temperature. Da bi takav ljevokretni proces bio izvediv, potrebno je da se dovede dodatnu energija.U većini slučajeva to je je električna energija za pogon kompresora, koja se može dobiti i uz pomoć fotonaponskih ćelija.



Slika 4.4. Shematski prikaz kompresijske dizalice topline s izvorom i ponorom topline [10]

Osnovne dijelovi kompresijske dizalice topline su kompresor, kondenzator, prigušni ventil i isparivač te radna tvar kojom se prenosi energija. Tijekom kružnog procesa radna tvar mijenja svoja toplinska i agregatna stanja kako bi se omogućila izmjena topline između toplinskog izvoroa i toplinskog ponorora. Postoje četiri faze promjene stanja radne tvari kružnog procesa a to su kompresija 1-2, kondenzacija 2-3, prigušenje 3-4 i isparavanje 4-1. (Slika 4.5)



Slika 4.5. Prikaz procesa u T,s i logp,h dijagramu [11]

Radne tvari koje se primjenjuju su zasićeni ugljkovodici (R410A, R407C, R32 i R1234yf) kao a i prirodne radne tvari (R290, R744 i R717) koje će važećom F-gas uredbom postepeno preuzeti mjesto zasićenim ugljikovodicima jer su ekolški i neškodljivi. Toplina koja se izmjeni na kondenzatoru je jednaka zbroju preuzete toplinske energije od izvora topline i privedenog rada kojim se vrši kompresija radne tvari:

$$q_K = q_o + w_{komp}, \text{kJ/kg} \tag{4.1}$$

Ako to svedemo na učinke komponenti kružnog procesa izražene u kW tada jednadžba glasi

$$\Phi_K = \Phi_o + P_{komp}, \text{kW} \tag{4.2}$$

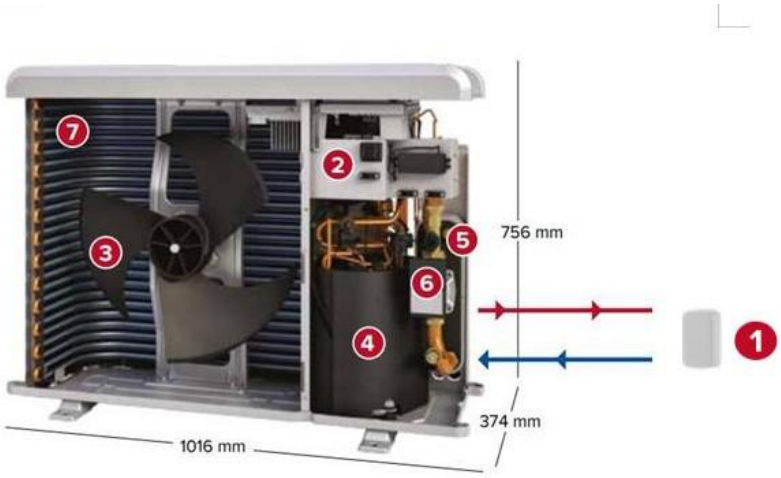
4.3. Učinkovitost dizalice topline

Prema normi HRN EN 14511 (engl. Coefficient of performance - COP ili faktor grijanja) ili nazivna vrijednost učinkovitosti dizalice topline je definirana kao omjer učinka grijanja i električne snage koja služi za pogon kompresora i pomoćnih komponenti. Dva osnovna faktora određuju učin dizalice topline to jest njihove energetske razrede.

$$\mathrm{COP} = \frac{\Phi_k}{\mathrm{P_{el}}} \tag{4.3}$$

$$\mathrm{EER} = \frac{\Phi_0}{\mathrm{P_{el}}} \tag{4.4}$$

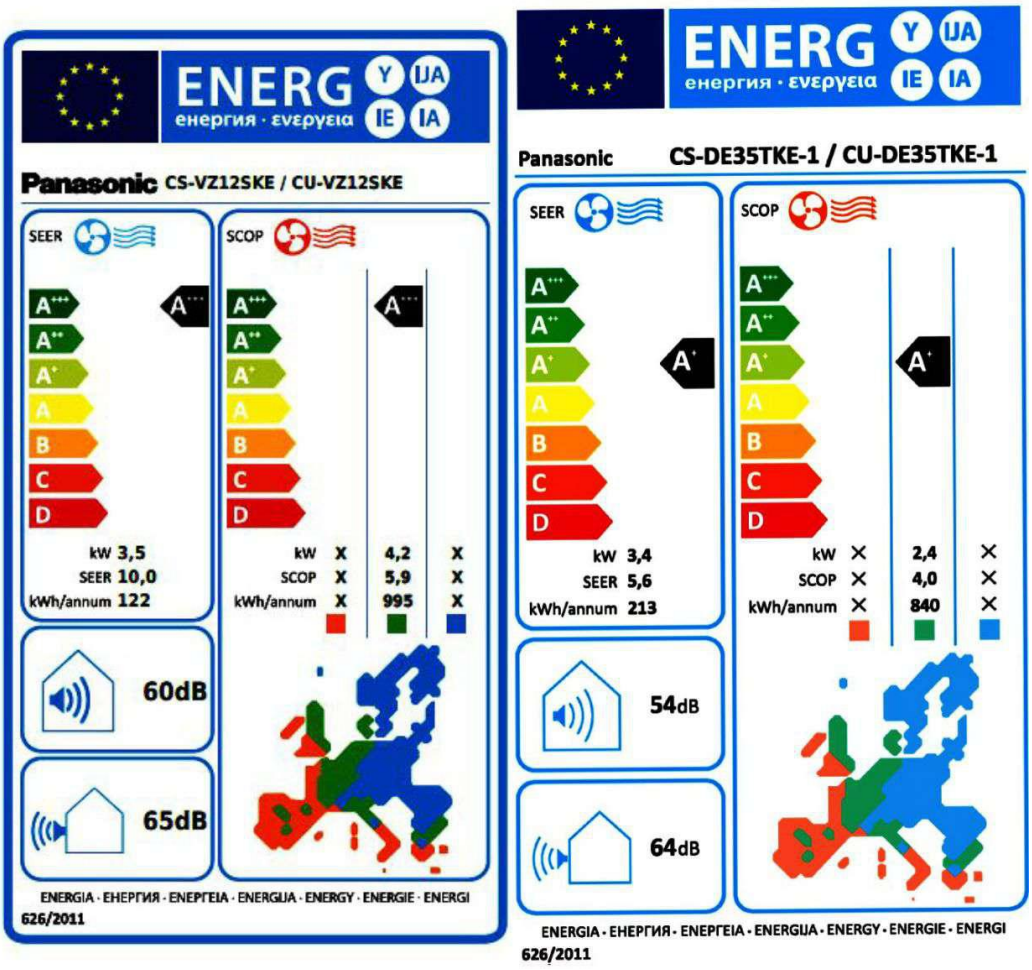
Energetska naljepnica tipičnog klima uređaja sadrži ta dva faktora. SEER ili sezonski faktor hlađenja a drugi je SCOP je sezonski faktor grijanja. Njih karakterizira koliko smo energije dobili topline ili rashlada a koliko smo morali uložiti, gledajući na razini sezone. Kada uzmemo taj omjer dobijemo SCOP faktor 4,0 a SEER faktor 5,5. To znači da smo dobili primjerice za jedan uložen 1 kWh električne energije 5,5kWh rashladne energije, a za SCOP to znači da sam za 1 kWh električne energije dobio 4,0 kWh toplinske energije.



1. Ožičeni vanjski senzor,
2. Kontrola invertera,
3. Ventilator,
4. Dvostruki rotacijski istosmjerni (DC) kompresor
5. Pločasti toplinski izmjenjivač plin/voda,
6. Modularna pumpa energetskog razreda A
7. Izmjenjivač topline sa ravnim rebrima

Slika 4.6. Vanjska jedinica dizalice topline sa komponentama [12]

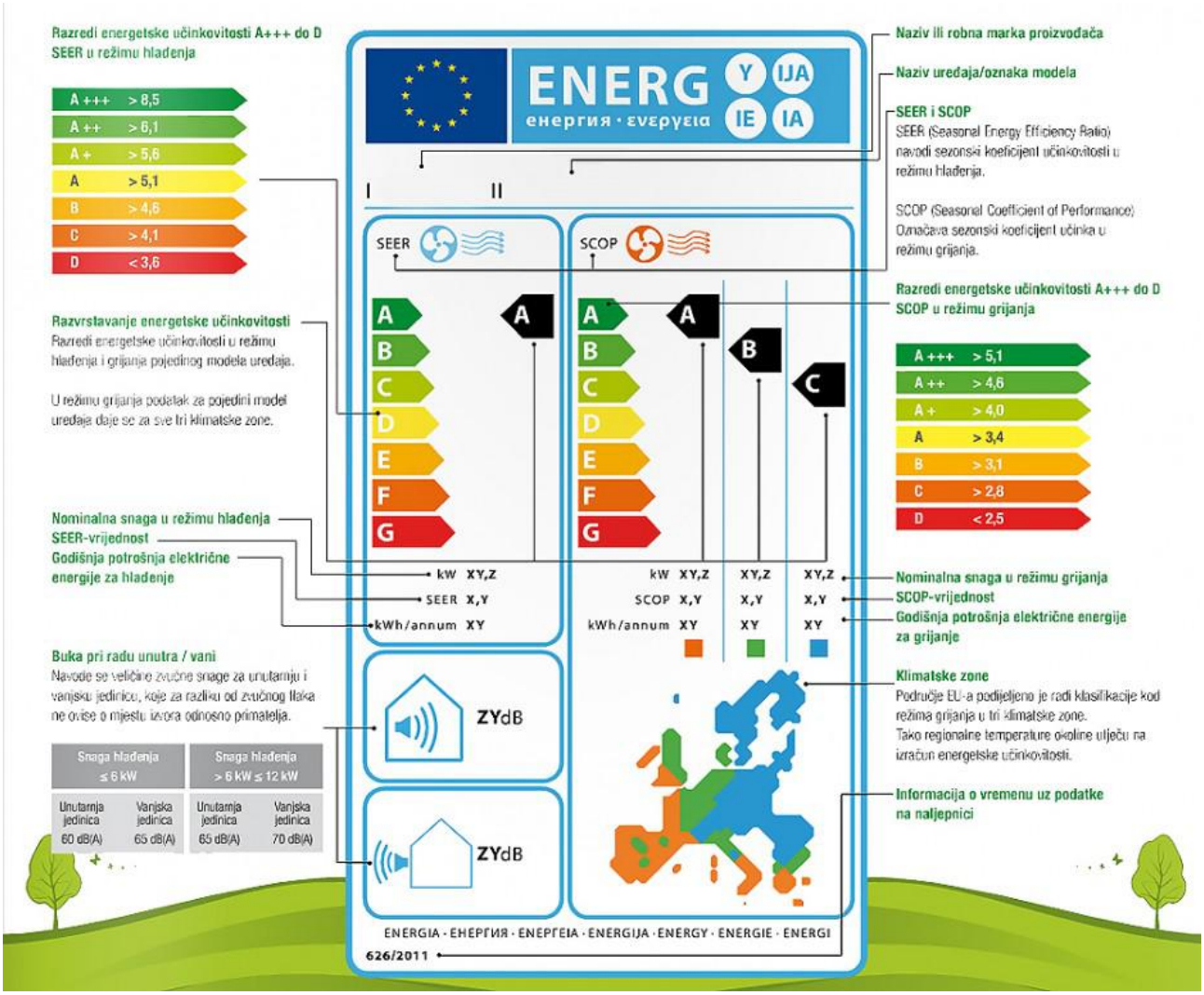
To je moguće jer su klima uređaji, tj.općenito uređajii koji se zasnivaju na ljevokretnomn Carnotovom kružnom procesu obnovljivi izvori energije i tu energiju koju dobivamo, oni izvlače iz temperature okoline zemlje, vode ili zraka.



Slika 4.7. Energetske naljepnice s podacima o dizalici topline [13]

Prije su postojala dva faktora. Jedan je EER a drugi COP. Prije su se koristili a sada se polako gube iz upotrebe i ne koriste, poradi toga što su oni davali omjer, samo u idealnim uvjetima. Oni pokazuju koliko ćemo dobiti topline za uloženu električnu energiju ali je to rađeno u jednoj točki. Da bismo bili precizniji uvelo se SEER i SCOP faktore gdje se tijekom cijele sezone mjeri koliko smo mi dobili rashladne energije a koliko smo uložili električne energije i taj omjer koji je precizniji, govori koliko je uređaj uspio izvući energije iz okoline.

Na energetskoj iskaznici je iskazana potrošnja u kWh za grijanje i hlađenje točno za određene klimatske zone dane kartom, a pri tome su uzeta referentna vremena rada, za grijanje 1400h/god. i za hlađenje 350h/god. Na energetskoj iskaznici navedene su još dodatno navedenog koliku razinu buke proizvodi vanjska jedinica unutar zgrade i van zgrade.



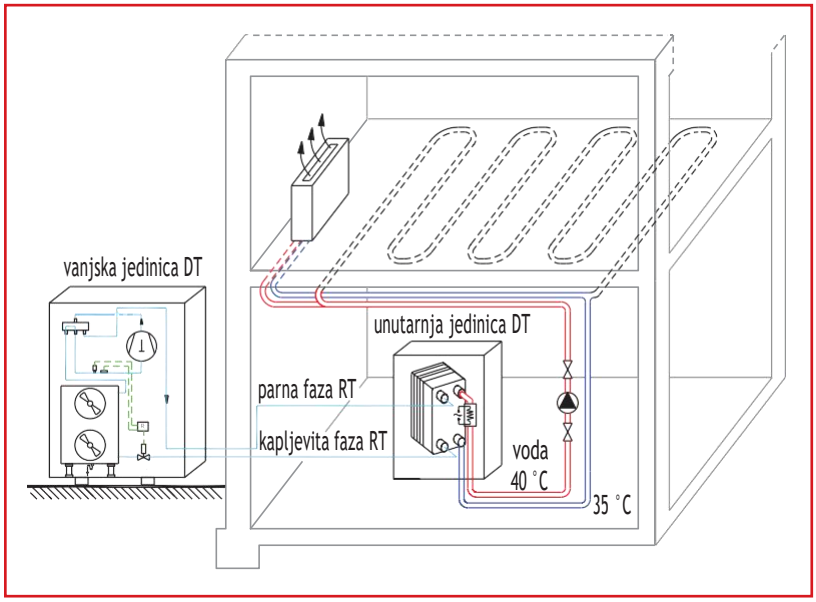
Slika 4.8. Prikaz pojašnjenja podataka na energetskoj naljepnici [14]

Prosječni nominalni faktor grijanja, ovisno o temperaturama toplinskog izvora i ponora, najčešće doseže vrijednosti od 3 do 5. Ako je COP jednak 4, to znači da za 1 kW privedne električne snage sustavu, učinak grijanja na kondenzatoru iznosi 4 kW. (Slika 4.7.)

Generalno se može reći da će učinkovitost dizalice topline biti viša ako je temperatura toplinskog izvora viša, a temperatura toplinskog ponora (ogrjevnog medija sustava grijanja) niža. Iz navedenog razloga dizalice topline koriste se pretežito za niskotemperaturne sustave grijanja (podno ili ventilokonvektorsko grijanje).

4.4. Podjela dizalica topline prema toplinskom izvoru

Dizalice topline dijelimo prema toplinskom izvoru na koji može biti okolišni zrak, tlo, voda i otpadna toplina. Svojstva toplinskog spremnika uvelike utječu na rad dizalice topline, a to su prije svega kapacitet toplinskog izvora, promjenjivost temperature tijekom godine te investicijski i pogonski troškovi korištenja pojedinog oblika toplinskog spremnika.



Slika 4.9. Kvalitativan prikaz dizalice topline zrak-voda (split izvedba) za grijanje i hlađenje prostora [15]

Okolišni zrak najveći je i najdostupniji spremnik topline. Ne zahtjeva velike troškove za priključenje već samo pristupačan i siguran prostor u koji se može ugraditi vanjska jedinica (Slika 4.9). Važno je voditi računa o tome da se prilikom odabira mjesta ugradnje vanjske jedinice pazi da se zbog ugrađenih ventilatora i kompresora ne stvara prevelika buka.Zrak, kao toplinski spremnik, ima velike osclacije temperature kroz godinu što utječe ima posljedicu na učinkovitost dizalice topline. Iz tog razloga se dizalice topline ovog tipa izvode u kombinaciji s dodatnim izvorom topline (najčešće električnim grijačem). U zimskim mjesecima je moguća pojava inja i leda na cijevima isparivača uslijed vlage u zraku što dodatno također utječe na učinkovitost uređaja.

Bez obzira na te nedostatke, performanse uređaja se svakim danom usavršavaju, i učinkovitost je sve viša te dizalice topline zrak-voda Iznatno veći prirast instaliranih jedinica u odnosu na ostale vrste. Standardna radna točka dizalice topline zrak-voda prema europskoj normi EN 14511 je A2/W35 (Tablica 4.1.).

Tablica 4.1. Radne točke dizalice topline zrak-voda prema EN 14511 [4]

radna točka	učinak, kW	*COP*, -
A-7/W35	9,1	3
A2/W35	11	3,5
A7/W35	13,2	4
A20/W35	16,1	4,8
A-7/W45	8,7	2,55
A2/W45	10,6	3
A7/W45	12,7	3,4
A20/W45	15,8	4,05

Tlo je nakon zraka najpogodniji toplinski spremnik, ali su za njegovo potrebni su veći troškovi vezani uz izvedbu izmjenjivača u tlu. Tlo ima dobru toplinsku inerciju, tj. puno manje temperaturne oscilacije kroz godinu u odnosu na zrak. Već od 2 metra dubine sezonska amplituda temperature je manja od 10 °C, a porastom dubine ispod 10-20 metara temperatura je stalna.

Sustavi se mogu podijeliti na horizontalnu i vertikalnu izvedbu, ovisno o vrsti izmjenjivača u tlu. Kod ovih toplinskih pumpi kroz izmjenjivač topline u tlu struji posredni prijenosnik energije (mješavina vode sa sredstvom za snižavanje ledišta vode) i izmjenjuje toplinu prema tlu i onda predaje dizalici topline na isparivaču ili kondenzatoru, ovisno radi li se o režimu grijanja ili hlađenja. Standardna radna točka dizalice topline tlo-voda prema europskoj normi EN 14511 je B0/W35 (Tablica 4.2).

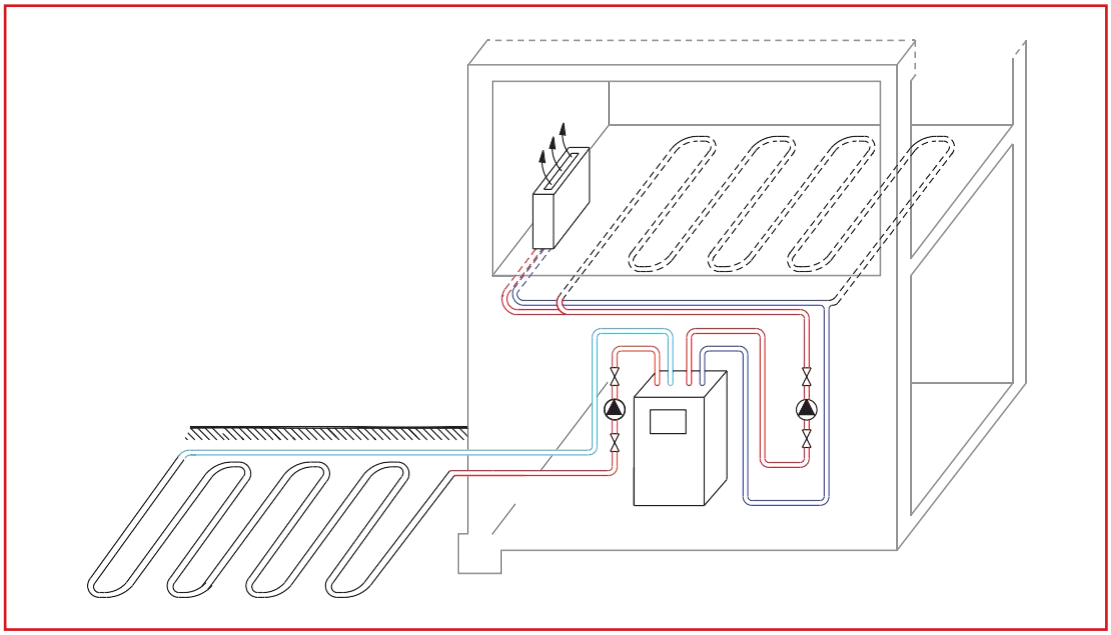
Tablica 4.2. Radne točke dizalice topline tlo-voda prema EN 14511 [5]

	dizalica topline tlo - voda		
radna točka	**učinak, kW**	**električna snaga, kW**	***COP***
B0/W35*	10,3	2,3	4,6
B0/W45**	9,7	2,7	3,5
B0/W55***	8,7	3,3	2,6

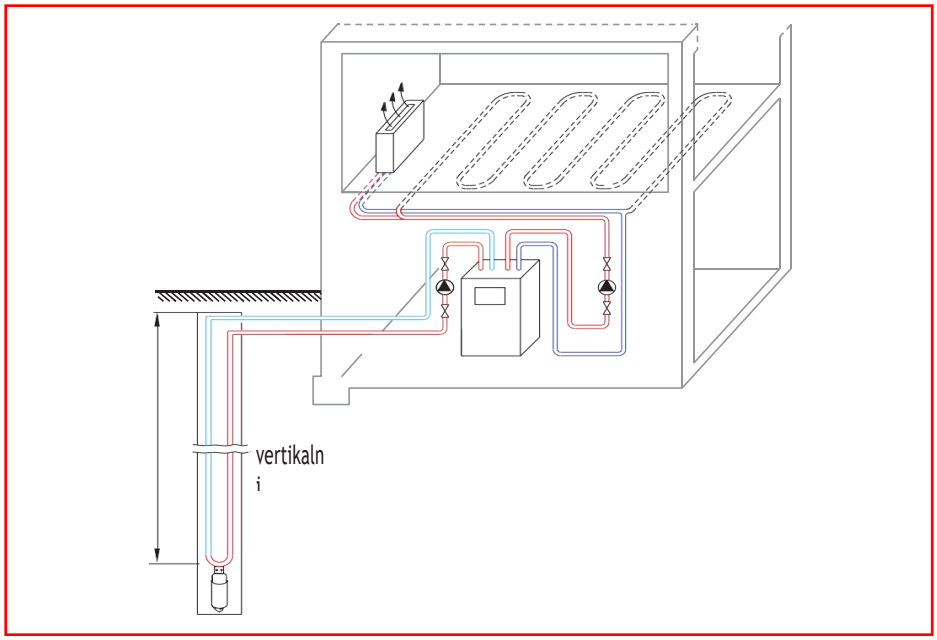
Temperaturni režim: isparivač 0/-3°C; kondenzator * 30/35 °C; **40/45 °C;***47/55 °C1

Horizontalna izvedba izmjenjivača ima niže troškove u odnosu na vertikalnu izvedbu, ali zahtjeva dvostruko veću površinu za ugradnju. Polietilenske cijevi se polažu na dubini od 1 do 3 metra u izvedbi horizontalnog kolektor (Slika 4.10.), spiralnoj izvedbi izmjenjivača ili košarastoj izvedbi izmjenjivača. Zavisno o svojstvima tla, učinak izmjenjivača u tlu se kreće između 15 do 35 W/m^2 (VDI 4640).

Bušotine s vertikalnom izvedbom izmjenjivača topline izvode se u promjeru između 80 do 200 mm i na dubini 60-200 metara (Slika 4.11.). U bušotinu se ugrađuju polietilenske cijevi u obliku U cijevi ili cijevi u cijevi te se nakon toga cementiraju s ispunom odgovarajućih toplinskih i mehaničkih svojstava. Radovi bušenja koji se izvode su znatno kompleksniji te su i troškovi znatno viši u odnosu na jeftiniju horizontalnu izvedbu. Očekivani prinos toplinske sonde po metru dubine iznosi između 20 do 85 W/m. Manji sustavi (do 30 kW) dimenzioniraju se prema tablicama prinosa zavisno tipu tla (VDI 4640).



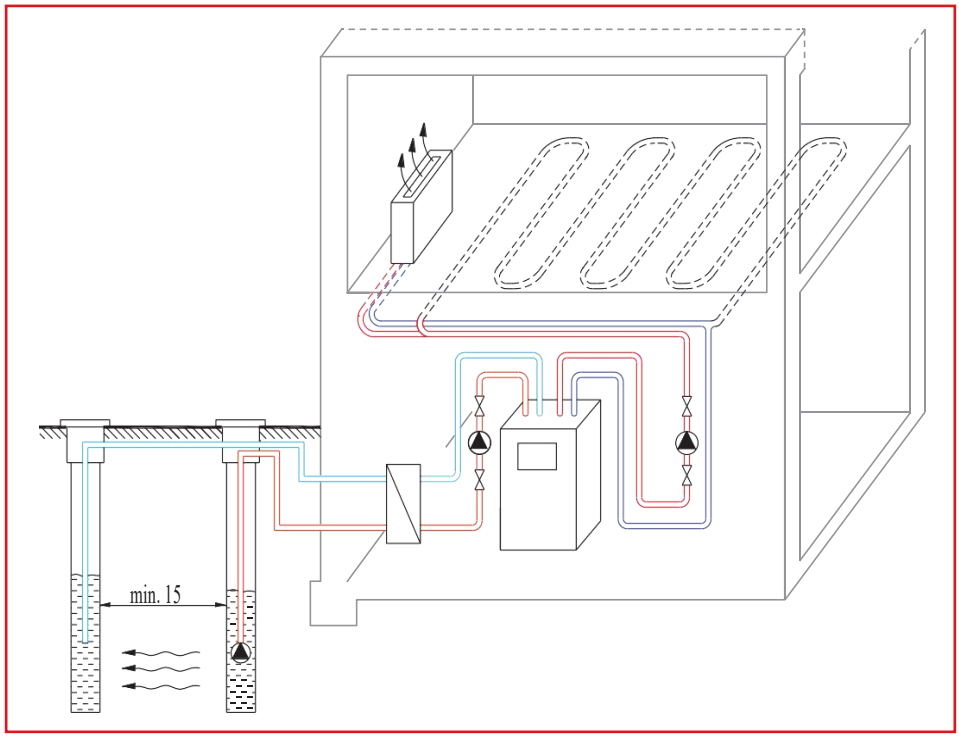
Slika 4.10. Kvalitativan prikaz dizalice topline tlo-voda, horizontalna izvedba izmjenjivača u tlu [16]



Slika 4.11. Kvalitativan prikaz dizalice topline tlo-voda, vertikalna izvedba izmjenjivača u tlu [17]

Za veće sustave izvoditi se mjerenje toplinskog odziva tla (eng. Thermal Response Test- TRT) kojim sebi utvrđuje efektivna toplinska vodljivost tla, toplinski otpor bušotine i temperatura toplinski neporemećenog tla.

Za crpljenje podzemne vode potrebna su crpni i ponorni bunar, sa što većim razmakom između njih (Slika 4.12.). Crpni bunar treba imati dovoljnu količinu vode u svim periodima pogona, a kapacitet crpnog bunara još je veći uvjet za ovu dizalicu topline.



Slika 4.12. Kvalitativan prikaz dizalice topline podzemna voda - voda [18]

Crpka se ugrađuje na dubini između 25 do 30m. Standardna radna točka dizalice topline voda-voda prema europskoj normi EN 14511 je W10/W35 (Tablica 4.3.)

Za izvedbu ovakve dizalice topline potrebno ishoditi vodopravne uvjete od nadležnih tijela. Voda kao toplinski spremnik uključuje površinske vode (jezera, rijeke, mora) i podzemne vode. Sustavi s tlom i podzemnim vodama pripadaju grupi geotermalnih dizalica topline. Voda ima vrlo malu oscilaciju temperatura kroz godinu, što je više primjetljivo na većoj dubini. Nedostaci korištenja vode kao izvora topline, mogu biti zbog mogućnosti nastanka korozije i mikrobiološkom kontaminiranju cijevi i izmjenjivača.

Tablica 4.3. Radne točke dizalice topline voda-voda prema EN 14511 [6]

	dizalica topline voda - voda		
radna točka	učinak, kW	električna snaga, kW	*COP*
W10/W35*	11,4	2	5,7
W10/W45**	10,6	2,3	4,5
W10/W55***	9,9	2,8	3,5

5. TEHNIČKI OPIS INSTALACIJA GRIJANJA I PTV-a

5.1. Projektni zadatak

Za potrebu izvođenja potrebno je izraditi proračune instalacija grijanja, hlađenja i ventilacije za obiteljsku kuću na lokaciji Jastrebarsko.Za stambenu građevinu kao izvor grijanja treba predvidjeti dizalicu topline (DT) zrak–voda koja omogućava i pripremu potrošne tople vode (PTV) za primarno grijanje, a za sekundarno grijanje kotao na kruto gorivo (drvo). Unutarnja jedinica sa spremnikom potrošne tople vode biti će smještena u tehničkom prostoru u podrumu. Za grijanje svih prostorija u građevini predviđena je ugradnja niskotemperaturnog sustava podnog grijanja. Grijanje podno: ogrijevni medij topla voda 45/40 °C. Za potrebe hlađenja prostora osigurati pomoću multi split sistema. Radni medij sustava je ekološki neškodljiv plin R-32. Vanjski projektni uvjeti i temperature u prostorijama određene su prema njihovoj namjeni, a u skladu sa tehničkim propisima i normama. Za ljetni period vanjska projektna temperatura iznosi 34 ºC a relativna vlažnost u prostoriji je 45-55 %. Za zimski period vanjska projektna temperatura iznosi -18°C dok je unutrašnja projektna temperatura između 20-24 ºC (ovisno o namjeni). Unutarnji projektni parametri tj. unutarnje temperature u grijanim prostorima iznose 20°C za stambeni prostori i 24°C za kupaonice.

5.2. Tehnički opis

U građevini je predviđena izvedba strojarskih instalacija za pripremu ogrijevnog medija. Osnovno temeljno grijanje se izvodi preko toplinske pumpe, DT (zrak-voda) sa zrakom hlađenim kondenzatorom za grijanje i za zagrijavanje potrošne potrošne vode (PTV) a sekundarno (pomoćno) grijanje sae izvodi uz pomoć toplovodnog kotla loženog krutim gorivom (drvom). Izvesti će se instalacija niskotemperaturnog podnog grijanja, za grijanje svih prostorija u građevini, a potrebe hlađenja prostorija osigurati će se pomoću sustava (Multi Split sustav – Inverter) sa zrakom hlađenim kondenzatorom, koji za pogon koristiti električnu energiju. Priprema potrošne tople vode (PTV) pomoću solarnih kolektora sa rezervnim izvorom ogrijevnog medija – ogrijevni medij iz dizalice topline ili iz toplovodnog kotla.

5.3. Priprema ogrijevnog medija i PTV-a

5.3.1. Dizalica topline

Osnovno grijanje i priprema vode (PTV) je rješeno putem dizalice topline kao proizvod **MITSUBISHI ELECTRIC PUHZ-SW75VAA** (samo grijanje).Dizalica topline zrak/voda koristi obnovljivi izvor energije - toplinu iz vanjskog zraka. Sustav se sastoji od zatvorenoga kruga koji sadržava radnu tvar, stvara se termodinamički ciklus uslijed isparavanja, kompresije, kondenzacije i ekspanzije. Dizalica topline „diže“ toplinu s niske na visoku razinu temperature. Podignuta toplina prenosi se u distribucijski sustav putem niskotemperaturnog podnog grijanja.Dizalica topline dolazi u kit verziji. KIT VERZIJA dizalice topline, omogućuje zasebno odabir elemenata sustava za grijanje, svi elementi sustava prilagođavaju se potrebama objekta (izmjenjivač topline, elektro grijač, pumpe za vodu, ekspanzijska posuda).

Vanjska jedinica tehničkih karakteristika:

A7/W35Nominalni učinak grijanja: 8,0 kW
SCOP: 4,0 (A+)

Maksimalna polazna temperatura vode: 60ºC
Rashladno sredstvo: R410AGrijanje: -20ºC / +21ºC
Topla voda: -20ºC / +35ºC
Napajanje: 230 V - 2 f - 50 Hz
KIT sustav:-flow temperature controller PAC-IF032B-E
-upravljački komplet dizalice topline za grijanje, hlađenje i pripremu tople vode-daljinski upravljač PAR-W30MAA
-upravljačka ploča PC board
-osjetnici temperature PAC-TH010-E sa kabelima
-izmjenjivač topline SWEP B15Hx20 u izolaciji
-osjetnik protoka SIKA VK325M

Vanjska jedinica - uređaj se montira na postolju (čvrsta podkonstrukcija) minimalne visine 300 mm, iza jedinice potreban slobodan prostor min.150 mm. Jedinicu potrebno je povezati s gromobranom. Instalacija DT i toplovodnog kotla se dijeli na primarni i sekundarni dio instalacije. Primarni krug obuhvaća: freonski izmjenjivač topline DT, elektro grijač DT, toplovodni kotao, zaštitna (kotlovska) pumpa, miješajući 3-puti ventil i spojni cjevovod do spremnika ogrjevne vode.

Za cirkulaciju vode u ovom krugu koriste se cirk. pumpa DT i kotlovska (zaštitna) pumpa. Sekundarni krug obuhvaća: razdjeljivač, sabirnik, cirk. pumpe podnog grijanja, cirk.pumpa PTV i razvod podnog grijanja Spremnik ogrijevne vode (puffer) volumena 485 litara razdvaja primarni od sekundarnog kruga te služi za poboljšanje pogonskih uvjeta, odnosno smanjivanje učestalosti uključivanja DT i akumuliranja toplinske energije iz toplovodnog kotla na drva. Predviđena je ugradnju spremnika kao **proizvod Centrometal CAS 501**.Iz spremnika ogrijevne vode izvode se ogranci prema razdjeljivač/sabirnik sa ograncima zapodno grijanje i PTV. Izvode se ogranci podnog grijanja sa cirkulacijskom pumpom sa frekv.regulatorom i 3-putnim ventilom i ogranci priprema potrošne vode (PTV) s cirkulacijskom pumpom sa frekventnim regulatorom.Za pripremu PTV predviđena je ugradnju bivalentnog spremnika sa dva izmjenjivača volumena 285 litara kao proizvod **Centrometal STB 300** . Voda u spremniku se zagrijava na temperaturu od 65-70°C (sprečavanje zaraze legionelom) jednom tjedno ili češće ovisno o postavkama korisnika.

Dizalica topline radi u bivalentno-paralelnom način rada. Bivalentno-paralelni način rada dizalice topline - pri ovom načinu rada je do određene vrijednosti vanjske temperature zrak jedini izvor topline. Daljnjim padom vanjske temperature zraka (-6° C ili niže) uključuje se paralelno još jedan toplinski izvor (elektro grijač *Nel* = 3 kW).

Priključenje drugog toplinskog izvora regulacija vodi prema vanjskoj temperaturi zraka i potrebnom učinku grijanja.Nakon izvršene montaže potrebno je izvesti tlačnu probu instalacije, toplu probu, oličiti cjevovod te izvesti probni pogon instalacije sa balansiranjem sistema.

5.3.2. Kotao ložen krutim gorivom – drvo

Ogrijevni medij za potrebu grijanja (rezervni izvor energije) stambene građevine pripremat će se u toplovodnom kotlu loženim krutim gorivom – drvo, kapaciteta 20 kW kao proizvod **Centrometal EKO CK 20** . Kotao je spojen čeličnom dimnjačom promjera 150 mm spojen na postojeći Schiedel dimnjak promjera 160 mm.Kotao se montira u posebnoj prostoriji (strojarnica), u podrumu građevine, ulaz iz prostora garaže. Dimenzije kotlovnice su 2,8 x 2,3 m, visine 2,3 m. Izlaz zraka treba izvesti kroz jednu rešetku u zidu, pri stropu slobodne površine 200 cm^2. Dobava zraka za izgaranje – preko ventilacionog kanala 200x200 mm u donji dio strojarnice, jedna rešetku slobodne površine 300 cm^2. Ekspanzija vode u instalaciji riješena je ugradnjom zatvorene membranske ekspanzione posude kao **Varflex volumena 100 litara**. U kotlu se priprema ogrijevni medij, topla voda temperature 85/65°C. Na dijelu instalacije (krug kotla i spremnika ogrijevne vode) predviđena je ugradnja cirkulacione pumpe i 3-putog termostatskog ventila. Ugradnja termostatskog ventila iz razloga zaštite kotla od kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova održavanjem radne temperature kotla iznad 60°C - mjenjajući omjer otvorenosti povratnog voda iz instalacije centralnog grijanja i kratkospojnog voda s kotlom. Kod zatvorenog sustava grijanja kod loženja na kruto gorivo obavezna je ugradnja termičke zaštite kotla. Prilikom nestanka struje postoji mogućnost pregrijavanja kotla – termički ventil sprečava pregrijavanje kotla ispuštanjem medija i rasterećenjem kotla uslijed povećane temperature. Regulaciju temperature kotla prilikom loženja na kruto gorivo (drvo) osigurava regulator propuha koji se mora ugraditi s prednje strane kotla. Lančić regulatora propuha potrebno je podesiti tako da temperatura u kotlu kod normalnog izgaranja ne prelazi temperaturu 85-90°C (otvor za zrak potpuno zatvoren), a ne pada ispod 65°C.

Cirkulacionu pumpu kotlovskog sustava je potrebno spojiti preko tvornički ugrađenog termostata pumpe na kotlu koji uključuje i isključuje pumpu sustava te tako sprečava ohlađivanje kotla povratnim vodom prije nego kotao postigne neku minimalnu temperaturu. U prostoriju za smještaj kotla (kotlovnica) potrebno je postaviti jedan prenosni uređaja za gašenje požara sa suhim prahom - 1 kom S6 aparata.

Odzračivanje instalacije vrši se odzračnim lončićima u kompletu sa odzračnom cijevi i odzračnim ventilom - ručno odzračivanje. Nakon montaže instalacije grijanja potrebno je izvršiti hladnu tlačnu probu, toplu probu i funkcionalnu probu. Tijekom probnog pogona potrebno je izvršiti regulaciju i balansiranje sistema. Nakon uspješno izvršenih proba potrebno je cjevovod očistiti, oličiti temeljnom bojom 2 puta te vidljive cijevi oličiti lakom u boji po izboru.

5.3.3. Priprema potrošne vode (PTV)

Priprema potrošne vode (PTV) predviđena je ugradnjom sistema solarnih kolektora. Predviđena je ugradnja bivalentnog spremnika (sa dvije ogrijeve spirale) kao proizvod **Centrometal STB 300**, *V* = 285 litara. Zagrijavanje PTV je preko DT, toplovodnim kotlom na drva ili korištenjem energije Sunca. Instalacija solarnog zagrijavanja potrošne tople vode se sastoji od: solarnih kolektora na krovnoj plohi, cijevnog razvoda solarnog medija, cirkulacione pumpe solarnog medija te automatike.

Pumpno regulacioni sklop i ekspanziju solarnog medija predviđeno je smjestiti u podrumu. Na krovnoj plohi (nadstrešnica) građevine u smjeru jug predviđena je montaža pločastih, solarnih kolektora ukupne površine 4,66 m^2, pod kutem nagiba cca 45°C. Razvod ogrjevnog medija je izveden bakrenim cijevima u izolaciji koja na krovu mora biti otporna na atmosferske utjecaje, u oblozi od aluminijskog lima. Predviđeno je punjenje solarnog sistema nesmrzavajućom i neotrovnom tekućinom.Između ekspanzione posude i kolektora na krovu nije dozvoljeno ugrađivanje zapornih tijela.Vodi u instalaciji mora se dodati sredstvo protiv smzavanja – neotrovna nesmrzavajuća tekućina u omjeru da bude onemogućeno smrzavanje do -18 °C

U slučaju djelomičnog istjecanja toplinskog medija uslijed prevelikog zagrijavanja mora se osigurati prihvat u posudi volumena 10 l kako ne bi došlo do nekontroliranog istjecanja tekućine u kanalizaciju. Odzraka se vrši na krovu na najvišoj točki instalacije preko automatskog odzračnog lončića. Odzračivanje instalacije vrši se odzračnim lončićima u kompletu sa odzračnom cijevi i odzračnim ventilom - ručno odzračivanje.

5.4. Podno grijanje

Za sve prostorije obiteljske kuće Predviđeno je izvođenje podnog grijanja – ukupno 2 ormarića podnog grijanja, 13 krugova od kojih za etažu prizemlje ide jedan ormarić podnog grijanja sa 7 krugova, a za etažu 1.kata ide jedan ormarić podnog grijanja sa 6 krugova. Predviđeno je se izvođenje sistema **Rehau** (cijevi 17 x 2 mm ili velta classic 17). Sistem je koncipiran kao "mokri" sistem sa zalijevanjem cijevi u cementni estrih. Priprema ogrijevnog medija: vrši se tako da se do razdjeljivača podnog grijanja predviđa izvođenje razvoda ogrijevnog medija – razvod od bakrenih cijevi u podu i utorima u zidu. U dizalici topline priprema se ogrijevni medij – topla voda 45/40°C, razvodom do bakrenih cijevi dovodi se do razdjelnika podnih grijanja. U sklopu ormarića sabirnika i razdjeljivača predviđena je ugradnja sistem automatske regulacije temperature prostora – elektronski regualcioni uređaj sa spojem prostornih osjetnika pojedinih prostorija (zidni termostati), razdjeljivač i sabirnik krugova podnog grijanja. Ugrađuju se i zaporni ventili na polaznim vodovima krugova grijanja i elektro termički regulacioni ventili pojedinih krugova. Nakon izvršene montaže potrebno je izvesti tlačnu probu instalacije, toplu probu, oličiti cjevovod te izvesti probni pogon instalacije sa balansiranjem sistema.

5.5. Hlađenje- Multi split sistem

Za hlađenje obiteljske kuće predviđena je ugradnju Multi Split Inverterskog rashladnog uređaja za hlađenje prostorija – ukupno dvije vanjske jedinica i šest unutarnjih zidnih jedinica. Instalacija hlađenja i grijanja u funkciji tijekom ljetne / zimske sezone, sa posebnom regulacijom svake tretirane prostorije. Predviđena je ugradnju Super DC inverter uređaja kao proizvod Mitsubishi Multi Split Inverter sustav, uređaj za hlađenje i s mogućnošću grijanja.

Za prizemlje ugradnja sistema:

Vanjska jedinica multi Inverter (2+1)

tip MXZ – 2D53VA ……*Qhl* = 5,3 kW, *Qgr* = 6,4 kW

-vanjsku jedinica, mjerimo na udaljenosti 1m od uređaja; (min./max): 53/55 (dB)

Unutarnja zidna jedinica (h/l) - razina buke

tip: MSZ-SF35 VE

Razina zvučnog tlaka dB(A) 21-24-30-36-42

tip: MSZ-SF15 VA

Razina zvučnog tlaka dB(A) 21-26-30-35-40

Za kat ugradnja sistema:

Vanjska jedinica multi Inverter (4+1)

tip MXZ – 4D72VA ……*Qhl* = 7,2 kW, *Qgr* = 8,6 kW

-vanjska jedinica, mjerimo na udaljenosti 1m od uređaja; (min./ma): 53/55 (dB)

Unutarnja zidna jedinica (h/l) - razina buke

tip: MSZ-SF20 VA…2 komada

Razina zvučnog tlaka dB(A) 21-26-30-35-42

tip: MSZ-SF15 VA…2 komada

Razina zvučnog tlaka dB(A) 21-26-30-35-40

Vanjske jedinice ugrađuju se na dvorišnu (sjever) fasadu građevine. Vanjska jedinica ugrađuje se na konzole i nosače od čel. profila, na antivibracione podloške. Uređaji radi sa rashladnim sredstvom – ekološki freon **R-410A**. U unutarnjoj jedinici smješten je isparivač, ventilator i filter. Uređaj za upravljanje sa izborom temperature prostora – daljinski upravljač. Iz unutarnje zidne jedinice - potrebno je izvesti ispust kondenzata - bakreni cjevovod koji se spaja na kanalizaciju građevine preko sifonskog priključka – razvod u utorima u zidu. Kod ugradnje vanjske jedinice, za ispravan rad, montažu i servis uređaja potrebno je poštivati minimalne sigurnosne udaljenosti jedinice i zida potrebni razmaci za montažu, servis i pravilan rad uređaja. Razvod freona izvodi se bakrenim izoliranim cijevima u zidnom sloju - toplinska izolacija sa parnom branom. Cjevovod kondenzata odvodi se sa padom od 0,5 % do mjesta spajanja na odvod – ugradnja cjevovoda u utor u zidu. Spojni cjevovod (razvod freona) izvodi se Cu cijevima, toplinski izoliranima. Nakon završene montaže porebno je izvršiti tlačnu probu instalacije te pustiti u pogon instalaciju. U probnom pogonu izvesti regulaciju i balansiranje sistema. Po izvršenoj regulaciji i probnom pogonu potrebno je predati dokumentaciju o ispravnom radu instalacije.

5.6. Ventilacija

Sve prostorije za boravak imaju mogućnost prirodne ventilacije – prozori na vanjskim zidovima. Prostorije spremišta u podrumu bez mogućnosti prirodne ventilacije, ventilira se prisilno - odsisni plastični ventilator. Upuštanje u rad - paljenjem rasvjete, rad sa vremenskim “zatezanjem” - 10 min. Izbacivanje zraka kroz vertikalni ventilacioni kanal od spiro cijevi na fasadu građevine.

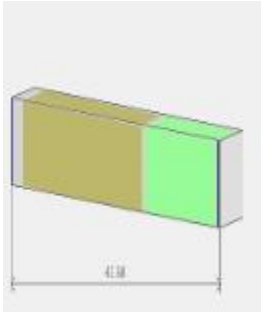
Nadoknada odsisanog zraka možemo izvesti podrezivanjem vrata u visini 1 cm ili ugradnjom prestrujene rešetke **Klimaoprema OAS 325x125 mm** u vratima. Također je predviđeno izvedba priključenja odsisa kuhinje tj. priključenje odsisne nape kuhinje i Izbacivanje zraka kroz horizontalni i vertikalni ventilacioni kanal iznad krovne plohe građevine. Nakon izvršene montaže potrebno je izvršiti ispitivanje sistema, puštanje u pogon, probni rad te izvršiti balansiranje instalacije.

6. TEHNIČKI PRORAČUN

6.1. Koeficijenti prolaza topline

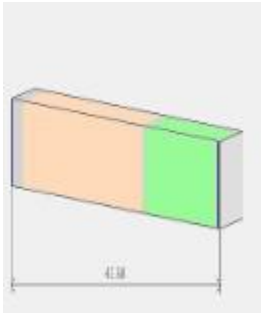
Proračun koeficijenata prolaska topline za pojedine elemente objekta Izrađen je prema podacima o sastavu građevinskih elemenata građevine a u skladu sa propisima HRN EN ISO 6946:2008. Proračun je izveden uz pomoć KI Expert Plus računalnog programa.

Tablica 6.1. Vanjski zidovi 1 - Vanjski zid- betonski [7]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	32,02	6,75	0,00	0,00	25,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,26 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni φ_{Si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,94			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		
	Dinamičke karakteristike:			642,81 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,26 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		

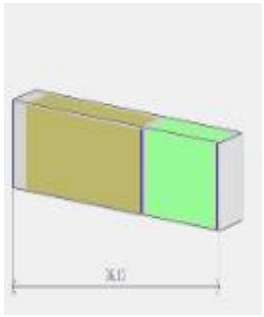
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskogtoka	**d[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	**R[m^{2}K/W]**
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Armirani beton	25,000	2300,00	2,300	0,109
4	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	15,000	30,00	0,042	3,571
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
7	Impregnacijski predpremaz	0,001	1100,00	1,600	0,000
8	Silikatna žbuka	0,300	1800,00	0,900	0,003
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,040
					R_T = 3,888
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s ***U* [W/m^{2}K] =**		U = 0,26 ≤ U_{max} = 0,30		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela **642,81 [kg/m^2]**		642,81 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,26 ≤ 0,30		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.2. Vanjski zidovi 2 - Vanjski zid- opeka [8]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_l	A_z	A_s	A_J	A_{sl}	A_{sz}	A_{jl}	A_{jz}
	183,68	47,24	51,70	61,98	22,76	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,23 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,94			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		
	Dinamičke karakteristike:			267,81 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,23 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		

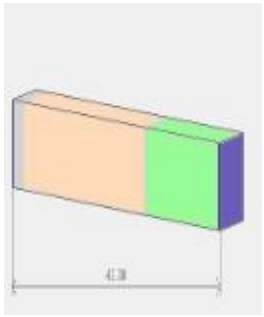
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	ρ[kg/m^3]	λ[W/mK]	R[m^2 K/W]
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Šuplji blokovi od gline	25,000	800,00	0,390	0,641
4	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	15,000	30,00	0,042	3,571
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
7	Impregnacijski predpremaz	0,001	1100,00	1,600	0,000
8	Silikatna žbuka	0,300	1800,00	0,900	0,003
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,040
					R_T = 4,421
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^2 K] = 0,23**		U = 0,23 ≤ U_{max} = 0,30		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela **267,81 [kg/m^2]**		267,81 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,23 ≤ 0,30		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.3. Stropovi s podnim grijanjem iznad vanjskog prostora 1 - Strop iznad ul. trijema [9]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	15,51	4,03	1,33	6,28	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U = 0,26 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,94			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		
	Dinamičke karakteristike:			532,41 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,26 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		

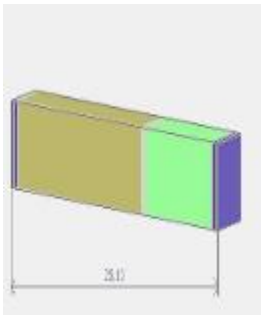
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	***d*[cm]**	***ρ*[kg/m^3]**	***λ*[W/mK]**	***R*[m^2 K/W]**
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Beton armiran (s 2% čelika)	20,000	2300,00	2,300	0,087
4	Bitumenska ljepenka (traka)	0,500	1100,00	0,230	0,022
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
6	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	12,000	30,00	0,034	3,529
7	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
8	Impregnacijski predpremaz	0,001	1100,00	1,600	0,000
9	3.16 Silikatna žbuka	0,300	1800,00	0,900	0,003
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,040
					R_T = 3,846
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s ***U* [W/m2K = 0,26**		U = 0,26 ≤ U_{max} = 0,30		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela **532,41 [kg/m^2]**		532,41 ≥ 100 kg/m^2 U = 0,26 ≤ 0,30		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.4. Vanjski zidovi 3 - Podrumski zid iznad tla [10]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,22 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,94			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

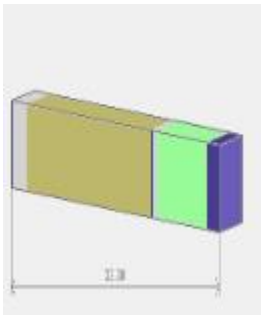
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	ρ[kg/m^3]	λ[W/mK]	R[m^2 K/W]
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Šuplji blokovi od gline	25,000	800,00	0,390	0,641
4	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	15,000	30,00	0,042	3,571
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,130
					R_T = 4,507
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^2 K] = 0,22**		U = 0,22 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.5. Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Vanjski zid- prema kroviću [11]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gđ}$[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	13,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,34 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{Si} \leq$ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,92			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

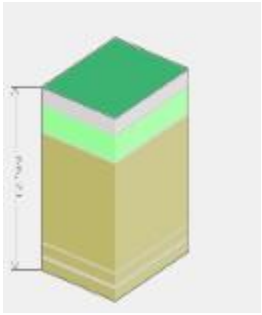
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	**d[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	**R[m^2 K/W]**
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
3	Porobeton	15,000	600,00	0,190	0,789
4	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	8,000	30,00	0,042	1,905
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
7	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,130
					R_T = 2,978
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^2 K] = 0,34**		U = 0,34 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.6. Zidovi prema negrijanim prostorijama 2 - Zid stubišta podruma [12]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	78,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,37 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{Si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,85 ≤ 0,91			ZADOVOLJAVA		

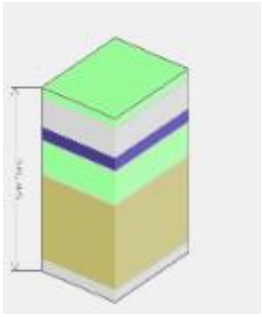
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	ρ[kg/m^3]	λ[W/mK]	R[m^2 K/W]
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Armirani beton	20,000	2300,00	2,300	0,087
4	Bitumenska ljepenka (traka)	0,500	1100,00	0,230	0,022
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
6	Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	8,000	30,00	0,034	2,353
7	Čepičasta folija	2,000	1200,00	0,200	0,100
					R_{si} = 0,130
					R_{se} = 0,000
					R_T = 2,721
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,37**		U = 0,37 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.7. Zidovi prema tlu 1 - Podrumski zid [13]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd}[m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	108,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,29 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,85 ≤ 0,93			ZADOVOLJAVA		

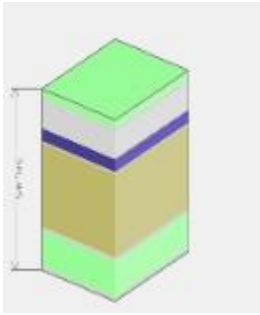
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	**d[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	**R[m^{2}K/W]**
1	Epoksi - smola	0,200	1200,00	0,200	0,010
2	Cementni estrih	6,000	2000,00	1,600	0,038
3	PVC folija	0,010	1200,00	0,200	0,001
4	Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	10,000	30,00	0,034	2,941
5	Armirani beton	40,000	2300,00	2,300	0,174
6	Beton	5,000	2400,00	2,000	0,025
7	Bitumenska ljepenka (traka)	0,500	1100,00	0,230	0,022
8	Beton	5,000	2400,00	2,000	0,025
					R_{si} = 0,170
					R_{se} = 0,000
					R_T = 3,405
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,29**		U = 0,29 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.8. Podovi na tlu 1 - Temeljna ploča [14]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd} [m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	104,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,34 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{Si} \leq$ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,91			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

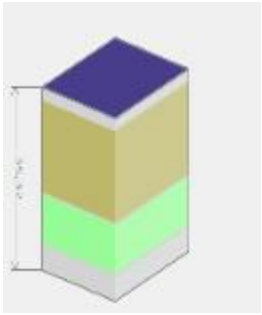
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	***d*[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	***R*[m^2 K/W]**
1	Drvo - tvrdo - bjelogorica	2,100	700,00	0,180	0,117
2	Cementni estrih	6,000	2000,00	1,600	0,038
3	Aluminijska folija 0,05 mm	0,050	2800,00	160,000	0,000
4	EPS - podno grijanje	3,000	20,00	0,040	0,750
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	7,000	30,00	0,042	1,667
6	Armirani beton	18,000	2400,00	2,500	0,072
7	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
8	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
					R_{si} = 0,170
					R_{se} = 0,100
					R_T = 2,937
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,34**		U = 0,34 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.9. Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - Pod prizemlja [15]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd} [m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,32 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{Si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,92			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

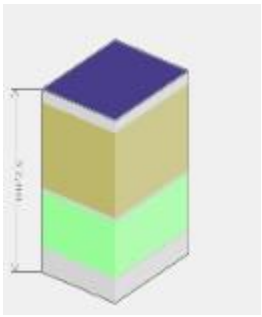
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	**d[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	**R[m^2 K/W]**
1	Drvo - tvrdo - bjelogorica	2,100	700,00	0,180	0,117
2	Cementni estrih	6,000	2000,00	1,600	0,038
3	Aluminijska folija 0,05 mm	0,050	2800,00	160,000	0,000
4	EPS - podno grijanje	3,000	20,00	0,040	0,750
5	Armirani beton	18,000	2300,00	2,300	0,078
6	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
7	Ekspandirani polistiren (EPS)	8,000	30,00	0,042	1,905
8	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
9	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
					R_{si} = 0,170
					R_{se} = 0,100
					R_T = 3,172
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,32**		U = 0,32 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.10. Stropovi prema negrij. prostorijama 2 - Strop iznad stubišta podruma [16]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd} [m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	95,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,36 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{Si} \leq$ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,91			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

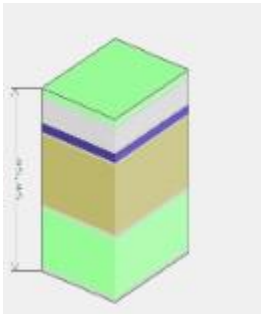
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	***d*[cm]**	***ρ*[kg/m^3]**	***λ*[W/mK]**	***R*[m^2 K/W]**
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Armirani beton	18,000	2300,00	2,300	0,078
4	Ekspandirani polistiren (EPS)	10,000	30,00	0,042	2,381
5	PVC folija	0,020	1200,00	0,200	0,001
6	Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
					R_{si} = 0,170
					R_{se} = 0,100
					R_T = 2,785
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,36**		U = 0,36 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.11. Stropovi prema negrijanim prostorijama 3 - Strop prema tavanu [17]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd} [m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	16,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,30 ≤ 0,40			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost:(Rizik okruženja s plijesni φ_{Si}≤ 0,8)			$fRsi$ = 0,77 ≤ 0,92			ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA		

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	***d*[cm]**	***ρ*[kg/m^3]**	***λ*[W/mK]**	***R*[m^2 K/W]**
1	Sloj za izravnavanje (glet)	0,300	1800,00	0,810	0,004
2	Vapneno-cementna žbuka	2,000	1800,00	1,000	0,020
3	Armirani beton	18,000	2300,00	2,300	0,078
4	Bitumenska ljepenka (traka)	0,500	1100,00	0,230	0,022
5	Ekspandirani polistiren (EPS)	12,000	30,00	0,042	2,857
6	Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
					R_{si} = 0,170
					R_{se} = 0,100
					R_T = 3,282
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,30**		U = 0,30 ≤ U_{max} = 0,40		ZADOVOLJAVA	

Tablica 6.12. Stropovi prema negrijanim prostorijama 4 - Strop ispod malog krovića [18]

Opći podaci o građevnom dijelu									
	A_{gd} [m^2]	A_I	A_Z	A_S	A_J	A_{SI}	A_{SZ}	A_{JI}	A_{JZ}
	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			U [W/m^{2}K] = 0,21 ≤ 0,30			ZADOVOLJAVA		

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	***d*[cm]**	**ρ[kg/m^3]**	**λ[W/mK]**	***R*[m^2 K/W]**
1	Drvo - tvrdo - bjelogorica	2,100	700,00	0,180	0,117
2	Cementni estrih	6,000	2000,00	1,600	0,038
3	Aluminijska folija 0,05 mm	0,050	2800,00	160,000	0,000
4	EPS - podno grijanje	3,000	20,00	0,040	0,750
5	Armirani beton	18,000	2300,00	2,300	0,078
6	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
7	Ekspandirani polistiren (EPS)	15,000	30,00	0,042	3,571
8	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0,500	1650,00	0,900	0,006
9	Silikatna žbuka	0,300	1800,00	0,900	0,003
					R_{si} = 0,100
					R_{se} = 0,040
					R_T = 4,708
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s **U [W/m^{2}K] = 0,21**		U = 0,21 ≤ U_{max} = 0,30		ZADOVOLJAVA	

Građevni dijelovi ZADOVOLJAVAJU zahtjev za koeficijent prolaza topline, prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama(„Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)

6.2. Proračun gubitaka topline

Proračun gubitaka topline je izrađen je prema propisima proračuna gubitaka topline HRN EN 12831 za vanjsku proračunsku temperaturu -18 °C, objekt u nizu, pogon II. - izrađen je pomoću kompjutorskog programa Integra. Proračun u prilogu.

Tablica 6.13. Toplinski gubitci [19]

Toplinski gubici

Prizemlje			**Prostorija:**			**P1 Hodnik**														
Duljina (m)			10,60			T (m)				5,00										
Širina (m)			1,00			Gw				1,00										
Površina (m²)			10,60			f g1				1,45										
Visina (m)			2,60			Broj otvora				0										
Volumen (m³)			27,56			e i				0,00										
Oplošje (m²)			81,52			f vi				1,00										
Visina iznad tla (m)			0,20			V ex (m³/h)				0,00										
Theta int, i (°C)			15			V su (m³/h)				0,00										
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00										
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50										
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																	
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	5,90	1,00	5,90	+	5,90	0,00	0,00	0,00	0,470	0,00	2	1,00	0,39	0,00	0,00	0,00	1,092	36
VP	okolici	hor.	1	1,00	1,60	1,60	-	1,60	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,080	68
VZ	okolici	hor.	1	2,20	2,80	6,16	+	4,56	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,975	32
Rezultati proračuna																				
Phi V,inf (W)					0			Phi T,i (W)				136								
Phi V,min (W)					14			Phi V,i (W)				155								
Phi V,mech,inf					0			Phi V,mech (W)				0								
Phi V,su (W)					0			Phi (W)				291								
Phi RH (W)					0			Phi/A (W/m²)				27								
Phi/V (W/m³)					10															

Prizemlje				Prostorija:			P4 Kupaona													
Duljina (m)				4,50			T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)				4,50			f g1				1,45									
Visina (m)				2,80			Broj otvora				0									
Volumen (m³)				12,60			e i				0,00									
Oplošje (m²)				39,80			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				0,20			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)				24			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)				- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH				0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	4,50	1,00	4,50	+	4,50	0,00	0,00	0,00	0,470	0,00	2	1,00	0,52	0,00	0,00	0,00	1,108	46
VP	okolici	J	1	0,70	1,20	0,84	-	0,84	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,092	45
VZ	okolici	J	1	1,90	2,75	5,22	+	4,38	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,920	38
MK	grijanoj prostoriji	hor.	1	4,50	1,00	4,50	+	4,50	0,00	0,00	0,00	0,700	0,00	20	1,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,300	12
UZ	grijanoj prostoriji	hor.	1	7,30	2,80	20,44	+	20,44	0,00	0,00	0,00	0,900	0,00	20	1,00	0,00	0,10	0,00	0,00	1,752	73

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	217
Phi V,min (W)	6	Phi V,i (W)	90
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	307
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	68
Phi/V (W/m³)	24		

Prizemlje				Prostorija:			P5 Radna Soba													
Duljina (m)				11,40			T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)				11,40			f g1				1,45									
Visina (m)				2,80			Broj otvora				0									
Volumen (m³)				31,92			e i				0,00									
Oplošje (m²)				92,24			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				0,20			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)				- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH				0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	4,50	1,00	4,50	+	4,50	0,00	0,00	0,00	0,470	0,00	2	1,00	0,47	0,00	0,00	0,00	1,002	38
VP	okolici	I	1	1,60	1,30	2,08	-	2,08	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,704	102
VZ	okolici	I	1	3,90	2,75	10,73	+	8,65	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,816	69
VZ	okolici	S	1	4,10	2,75	11,27	+	11,27	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,367	89

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	299
Phi V,min (W)	16	Phi V,i (W)	206
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	505
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	44
Phi/V (W/m³)	15		

Prizemlje				Prostorija:			P2 Dnevni boravak													
Duljina (m)				50,00			T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)				50,00			f g1				1,45									
Visina (m)				2,80			Broj otvora				0									
Volumen (m³)				140,00			e i				0,00									
Oplošje (m²)				385,60			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				0,20			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)				- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH				0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	50,00	1,00	50,00	+	50,00	0,00	0,00	0,00	0,470	0,00	2	1,00	0,47	0,00	0,00	0,00	11,125	422
VZ	okolici	I	1	3,30	2,75	9,07	+	9,07	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,940	73
VP	okolici	J	2	1,20	1,30	1,56	-	3,12	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,056	154
VZ	okolici	J	1	5,50	2,75	15,13	+	12,01	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,566	97
VP	okolici	Z	1	3,00	2,20	6,60	-	6,60	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,580	326
VP	okolici	Z	1	1,20	1,00	1,20	-	1,20	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,560	59
VZ	okolici	Z	1	11,60	2,75	31,90	+	24,10	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,152	195
VP	okolici	S	1	0,60	0,70	0,42	-	0,42	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,546	20
VZ	okolici	S	1	5,20	2,75	14,30	+	13,88	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,967	112
VZ	okolici	hor.	1	16,00	1,00	16,00	+	16,00	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,400	243

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	1705
Phi V,min (W)	70	Phi V,i (W)	904
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	2609
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	52
Phi/V (W/m³)	18		

Prizemlje				Prostorija:			P3 Predulaz													
Duljina (m)				7,05			T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)				7,05			f g1				1,45									
Visina (m)				2,80			Broj otvora				0									
Volumen (m³)				19,74			e i				0,00									
Oplošje (m²)				59,18			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				0,20			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)				- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH				0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	7,50	1,00	7,50	+	7,50	0,00	0,00	0,00	0,470	0,00	2	1,00	0,47	0,00	0,00	0,00	1,669	63
VV	okolici	J	1	1,30	2,20	2,86	-	2,86	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,718	141
VZ	okolici	J	1	5,80	2,75	15,95	+	13,09	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,798	106

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	311
Phi V,min (W)	10	Phi V,i (W)	128
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	439
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	62
Phi/V (W/m³)	22		

Kat 2			Prostorija:			P1 Hodnik													
Duljina (m)			11,00			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			11,00			f g1				1,45									
Visina (m)			2,75			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			30,25			e i				0,00									
Oplošje (m²)			88,00			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	11,00	1,00	11,00	+	11,00	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,58	0,00	0,00	0,00	1,954	74
VP	okolici	hor.	1	1,00	1,60	1,60	-	1,60	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,080	79
VZ	okolici	hor.	1	2,10	2,95	6,19	+	4,59	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,982	37

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	190
Phi V,min (W)	15	Phi V,i (W)	195
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	385
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	35
Phi/V (W/m³)	12		

Kat 2			Prostorija:			P2 Soba 1													
Duljina (m)			18,90			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			18,90			f g1				1,45									
Visina (m)			2,75			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			51,97			e i				0,00									
Oplošje (m²)			147,25			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	18,90	1,00	18,90	+	18,90	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,58	0,00	0,00	0,00	3,356	127
VP	okolici	Z	1	1,60	2,20	3,52	-	3,52	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,576	173
VZ	okolici	Z	1	4,60	2,95	13,57	+	10,05	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,148	81
VZ	okolici	J	1	5,20	2,95	15,34	+	15,34	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,279	124

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	507
Phi V,min (W)	26	Phi V,i (W)	336
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	843
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	44
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 2			Prostorija:			P3 Soba 2													
Duljina (m)			15,00			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			15,00			f g1				1,45									
Visina (m)			2,70			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			40,50			e i				0,00									
Oplošje (m²)			116,40			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	15,00	1,00	15,00	+	15,00	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,58	0,00	0,00	0,00	2,664	101
VP	okolici	Z	1	1,60	2,20	3,52	-	3,52	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,576	173
VZ	okolici	Z	1	4,10	2,95	12,10	+	8,57	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,833	69
VZ	okolici	S	1	4,70	2,95	13,86	+	13,86	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,964	112

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	457
Phi V,min (W)	20	Phi V,i (W)	262
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	719
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2			Prostorija:			P4 Kupaona													
Duljina (m)			7,20			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			7,20			f g1				1,45									
Visina (m)			2,70			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			19,44			e i				0,00									
Oplošje (m²)			58,68			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			24			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	7,20	1,00	7,20	+	7,20	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,62	0,00	0,00	0,00	1,367	57
VP	okolici	S	1	1,20	1,20	1,44	-	1,44	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,872	78
VZ	okolici	S	1	2,70	2,95	7,97	+	6,53	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,395	58
MK	grijanoj prostoriji	hor.	1	7,20	1,00	7,20	+	7,20	0,00	0,00	0,00	0,600	0,00	20	1,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,411	17
UZ	grijanoj prostoriji	hor.	1	8,50	2,90	24,65	+	24,65	0,00	0,00	0,00	0,800	0,00	20	1,00	0,00	0,10	0,00	0,00	1,878	78

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	290
Phi V,min (W)	10	Phi V,i (W)	139
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	429
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	59
Phi/V (W/m³)	22		

Kat 2			Prostorija:			P5 Soba 3													
Duljina (m)			13,50			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			13,50			f g1				1,45									
Visina (m)			2,75			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			37,13			e i				0,00									
Oplošje (m²)			106,75			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	13,50	1,00	13,50	+	13,50	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,58	0,00	0,00	0,00	2,423	92
VP	okolici	I	1	1,60	1,30	2,08	-	2,08	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,704	102
VZ	okolici	I	1	4,60	2,95	13,57	+	11,49	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,413	91
VZ	okolici	J	1	5,90	2,95	17,41	+	17,41	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,656	138

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	425
Phi V,min (W)	19	Phi V,i (W)	240
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	665
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	49
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2			Prostorija:			P6 Soba 4													
Duljina (m)			10,70			T (m)				5,00									
Širina (m)			1,00			Gw				1,00									
Površina (m²)			10,70			f g1				1,45									
Visina (m)			2,75			Broj otvora				0									
Volumen (m³)			29,42			e i				0,00									
Oplošje (m²)			85,75			f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)			2,95			V ex (m³/h)				0,00									
Theta int, i (°C)			20			V su (m³/h)				0,00									
Theta e (°C)			- 18			V su,i (m³/h)				0,00									
f RH			0,00			n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
MKK	negrijanoj prostoriji	hor.	1	10,70	1,00	10,70	+	10,70	0,00	0,00	0,00	0,310	0,00	- 2	1,00	0,58	0,00	0,00	0,00	1,920	73
VP	okolici	I	1	1,60	1,30	2,08	-	2,08	0,00	0,00	0,00	1,300	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,704	102
VZ	okolici	I	1	4,10	2,95	12,10	+	10,02	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,103	79
VZ	okolici	J	1	3,50	2,95	10,32	+	10,32	0,00	0,00	0,00	0,210	0,00	- 18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,168	82

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	338
Phi V,min (W)	15	Phi V,i (W)	190
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	0
Phi V,su (W)	0	Phi (W)	528
Phi RH (W)	0	Phi/A (W/m²)	49
Phi/V (W/m³)	17		

6.3. Proračun dobitaka topline

Proračun dobitaka topline izvršen je prema propisima VDI 2078/77, a na temelju građevinskih podloga. Proračun je izveden pomoću računalnog programa Integra. Vanjska projektna temperatura je 32°C ; φ = 40 % Projektirana temperatura u hlađenim prostorijama ljeti je 26°C Proračun je izveden uz pomoć KI Expert Plus računalnog programa.

Tablica 6.14. Toplinski dobici [20]

Toplinski dobici

K1 Prizemlje	**P1 Hodnik**											
Tip prostora	M - srednje				a (m)			10,60				
Orijentacija	J - jug				b (m)			1,00				
Tip zračenja	ukupno				c (m)			2,60				
Datum	23. Srpanj				V (m³)			27,56				
T				4,30	O (m²)			81,52				
					Ap (m)			10,60				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,50	17,50	16,60	16,20	15,90	17,30	20,10	22,00	24,00	25,90	27,40	28,80
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 42	- 48	- 54	- 56	- 58	- 50	- 33	- 22	- 10	0	8	17
Zračenje (W)	0	0	0	0	37	158	529	1290	2328	3436	4333	4871
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 42	- 48	- 54	- 56	- 21	108	496	1268	2318	3436	4341	4888
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	30,00	30,90	31,60	32,00	31,70	31,10	29,80	27,90	25,90	24,70	23,10	21,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	23	29	33	35	33	30	23	11	0	- 6	- 16	- 22
Zračenje (W)	4847	4229	3195	2032	991	336	82	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	4870	4258	3228	2067	1024	366	105	11	0	- 6	- 16	- 22

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 4888 (W) u 12 sati.

K1 Prizemlje	**P2 Dnevni boravak**											
Tip prostora	M - srednje				a (m)			50,00				
Orijentacija	J - jug				b (m)			1,00				
Tip zračenja	ukupno				c (m)			2,80				
Datum	23. Srpanj				V (m³)			140,00				
T				4,30	O (m²)			385,60				
					Ap (m)			50,00				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,50	17,50	16,60	16,20	15,90	17,30	20,10	22,00	24,00	25,90	27,40	28,80
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	46	690	708	726	744
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	36	200	220	235	248
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 105	- 124	- 143	- 154	- 163	- 148	- 113	- 90	- 64	- 36	- 14	8
Zračenje (W)	0	0	0	0	30	64	88	152	325	644	960	1123
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 255	- 274	- 293	- 304	- 283	- 234	- 175	- 6	1001	1386	1757	1973
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	30,00	30,90	31,60	32,00	31,70	31,10	29,80	27,90	25,90	24,70	23,10	21,90
Osobe (W)	762	772	782	790	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	259	272	283	292	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150	- 150
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	29	48	63	71	74	73	59	35	10	- 6	- 30	- 51
Zračenje (W)	1199	1093	1442	2273	2465	1252	246	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	2099	2035	2420	3276	2389	1175	155	- 115	- 140	- 156	- 180	- 201

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 3276 (W) u 16 sati.

K1 Prizemlje	**P3 Predulaz**											
Tip prostora	M - srednje				a (m)			7,05				
Orijentacija	J - jug				b (m)			1,00				
Tip zračenja	ukupno				c (m)			2,80				
Datum	23. Srpanj				V (m³)			19,74				
T				4,30	O (m²)			59,18				
					Ap (m)			7,05				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,50	17,50	16,60	16,20	15,90	17,30	20,10	22,00	24,00	25,90	27,40	28,80
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	30,00	30,90	31,60	32,00	31,70	31,10	29,80	27,90	25,90	24,70	23,10	21,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 0 (W) u 0 sati.

K1 Prizemlje	**P4 Kupaona**											
Tip prostora	M - srednje				a (m)			4,50				
Orijentacija	J - jug				b (m)			1,00				
Tip zračenja	ukupno				c (m)			2,80				
Datum	23. Srpanj				V (m³)			12,60				
T				4,30	O (m²)			39,80				
					Ap (m)			4,50				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,50	17,50	16,60	16,20	15,90	17,30	20,10	22,00	24,00	25,90	27,40	28,80
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	30,00	30,90	31,60	32,00	31,70	31,10	29,80	27,90	25,90	24,70	23,10	21,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 0 (W) u 0 sati.

K1 Prizemlje	**P5 Radna Soba**											
Tip prostora	M - srednje				a (m)			11,40				
Orijentacija	I - istočno				b (m)			1,00				
Tip zračenja	ukupno				c (m)			2,80				
Datum	23. Srpanj				V (m³)			31,92				
T				4,30	O (m²)			92,24				
					Ap (m)			11,40				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	18,50	17,50	16,60	16,20	15,90	17,30	20,10	22,00	24,00	25,90	27,40	28,80
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 18	- 21	- 26	- 28	- 31	- 28	- 22	- 17	- 13	- 8	- 3	3
Zračenje (W)	0	0	0	0	70	381	716	846	711	408	135	52
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 30	- 33	- 38	- 40	27	341	682	817	686	388	120	43
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Unutr. temp. (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Vanj. temp. (°C)	30,00	30,90	31,60	32,00	31,70	31,10	29,80	27,90	25,90	24,70	23,10	21,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12	- 12
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	7	11	13	16	16	16	13	9	4	1	- 3	- 8
Zračenje (W)	44	37	29	24	16	10	4	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	39	36	30	28	20	14	5	- 3	- 8	- 11	- 15	- 20

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 817 (W) u 8 sati.

6.4. Toplinska bilanca

-Gubici topline:

- prizemlje: 4575,00 W
- kat: 3835 W

Ukupni gubitak topline iznosi: 8510 W

Ukupni dobitak topline iznosi: 9150 W

Tablica 6.15. Toplinska bilanca [21]

Toplinska bilanca

K1 P	Prizemlje Prostorija	A (m²)	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	Qinst/m² (W)
P1	Hodnik	10	15	291	136	155	345	345	54	32
P2	Dnevni boravak	50	20	2609	1705	904	2566	2566	- 43	51
P3	Predulaz	7	20	439	311	128	495	495	56	70
P4	Kupaona	4	24	307	217	90	294	294	- 13	65
P5	Radna Soba	11	20	505	299	206	576	576	71	50
	Ukupno: Prizemlje			**4151**	**2668**	**1483**	**4276**	**4276**	**125**	

K2 P	Kat 2 Prostorija	A (m²)	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)	Qi(pod) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	Qinst/m² (W)
P1	Hodnik	11	20	385	190	195	303	303	- 82	27
P2	Soba 1	18	20	843	507	336	938	938	95	49
P3	Soba 2	60	20	719	457	262	761	761	42	12
P4	Kupaona	7	24	429	290	139	423	423	- 6	58
P5	Soba 3	13	20	665	425	240	634	634	- 31	46
P6	Soba 4	10	20	528	338	190	602	602	74	56
	Ukupno: Kat 2			**3569**	**2207**	**1362**	**3661**	**3661**	**92**	
	Ukupno:			**7720**	**4875**	**2845**	**7937**	**7937**	**217**	

6.5. Izbor ogrijevnih tijela

6.5.1. Proračun podnog grijanja

Proračun podnog grijanja izrađen je pomoću proračunskog paketa Integra. Podaci odabrani za proračun:

– temp. poda: *tmax* = 28 °C

– prostorije za boravak *tmax* = 34,5 °C

– prostorije sanitarija, kupaone

– promjer cijevi podnog grijanja:

PE cijevi 17 x 2 mm max.

-temp. polaznog voda: *tw* = 43 °C (45°C)

Tablica 6.16. Podno grijanje po razdjelnicima [22]

Podno grijanje po razdjelnicima

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Prizemlje (1.1)
REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 05 (1.1).1

Temperatura polazne vode:	45,0 (°C)
Temperatura povratne vode:	40,0 (°C)
Broj priključaka:	4
Ukupna površina petlji:	44,1 (m²)
Duljina cijevi:	241,4 (m)
Instalirani učin	3355 (W)
Uk. instalirani učin	2685 (W)
Maseni protok:	7,76 (l/min)
Maksimalni pad tlaka sustava:	201,1 (mbar)

P	l (m)	w (m/s)	Δt (°C)	Maseni protok: (l/min)	Δp (mbar)	Poz. vent.
Prizemlje \ P2 Dnevni boravak						
Podno						
1	33,0	0,22	5,0	1,74	24,0	0,25
3	64,0	0,43	5,0	3,44	149,0	2,50
Prizemlje \ P3 Predulaz						
Podno						
4	30,4	0,20	5,0	1,61	19,0	0,25
Prizemlje \ P4 Kupaona						
Podno						
5	50,0	0,12	5,0	0,97	13,0	0,25

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Prizemlje (1.1)
REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 05 (1.1).2

Temperatura polazne vode:	45,0 (°C)
Temperatura povratne vode:	38,9 (°C)
Broj priključaka:	2
Ukupna površina petlji:	10,3 (m²)
Duljina cijevi:	84,5 (m)
Instalirani učin	921 (W)
Uk. instalirani učin	1053 (W)
Maseni protok:	2,49 (l/min)
Maksimalni pad tlaka sustava:	49,0 (mbar)

P	l (m)	w (m/s)	Δt (°C)	Maseni protok: (l/min)	Δp (mbar)	Poz. vent.
Prizemlje \ P1 Hodnik						
Podno						
13	44,0	0,07	10,2	0,54	4,0	0,25
Prizemlje \ P5 Radna Soba						
Podno						
6	40,5	0,25	5,0	1,95	35,0	2,50

]

Podno grijanje po razdjelnicima

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Kat 2 (2.1)
REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (2.1).1

Temperatura polazne vode:	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode:	40,0	(°C)
Broj priključaka:	6	
Ukupna površina petlji:	52,9	(m²)
Duljina cijevi:	317,2	(m)
Instalirani učin	3660	(W)
Uk. instalirani učin	4282	(W)
Maseni protok:	12,38	(l/min)
Maksimalni pad tlaka sustava:	160,4	(mbar)

P	l (m)	w (m/s)	Δt (°C)	Maseni protok: (l/min)	Δp (mbar)	Poz. vent.
Kat 2 \ P1 Hodnik						
Podno						
12	60,0	0,13	5,0	1,03	18,0	0,25
Kat 2 \ P2 Soba 1						
Podno						
7	59,2	0,40	5,0	3,18	120,0	2,50
Kat 2 \ P3 Soba 2						
Podno						
8	48,0	0,32	5,0	2,58	68,0	0,50
Kat 2 \ P4 Kupaona						
Podno						
9	72,0	0,18	5,0	1,41	36,0	0,25
Kat 2 \ P5 Soba 3						
Podno						
10	40,0	0,27	5,0	2,15	41,0	0,50
Kat 2 \ P6 Soba 4						
Podno						
11	38,0	0,26	5,0	2,04	36,0	0,25

6.5.2. Specifikacija materijala za podno grijanje

Tablica 6.17. Specifikacija materijala za podno grijanje [23]

Cijevi za podno grijanje

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Prizemlje (1.1)
REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 05 (1.1).1

Prostorija	Cijev	NO	Duljina cijevi (m)
Prizemlje \ P2 Dnevni boravak	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	33,0
Prizemlje \ P2 Dnevni boravak	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	64,0
Prizemlje \ P3 Predulaz	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	30,4
Prizemlje \ P4 Kupaona	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	50,0

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 05 (1.1).2

Prostorija	Cijev	NO	Duljina cijevi (m)
Prizemlje \ P1 Hodnik	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	44,0
Prizemlje \ P5 Radna Soba	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	40,5

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (2.1).1

Prostorija	Cijev	NO	Duljina cijevi (m)
Kat 2 \ P1 Hodnik	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	60,0
Kat 2 \ P2 Soba 1	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	59,2
Kat 2 \ P3 Soba 2	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	48,0
Kat 2 \ P4 Kupaona	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	72,0
Kat 2 \ P5 Soba 3	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	40,0
Kat 2 \ P6 Soba 4	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	12	38,0

Prostorija	Cijev	Duljina petlje (m)	Ukupna duljina cijevi (m)	Duljina ostataka (m)
P4 (1-B) Kupaona	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	72,00	579,06	20,94
P2 (3-B) Dnevni boravak		64,00		
P1 (1-B) Hodnik		60,00		
P2 (1-B) Soba 1		59,20		
P4 (1-B) Kupaona		50,00		
P3 (1-B) Soba 2		48,00		
P1 (1-B) Hodnik		44,00		
P5 (1-B) Radna Soba		40,50		
P5 (1-B) Soba 3		40,00		
P6 (1-B) Soba 4		38,00		
P2 (1-B) Dnevni boravak		33,00		
P3 (1-B) Predulaz		30,36		

Ukupna količina cijevi za narudžbu

Cijev	kom.
REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0, 600 m	1

6.6. Dizalica topline

Ukupni gubici topline iznose: 8510 W (*Tv*= -18°C)
-bivalentna točka (*Tv* = - 6 °C), mjerodavna za izbor dizalice topline-gubici topline iznose: 6300 W (*Tv* = -6°C) Iznad bivalentne točke (–6 °C) toplinska crpka preuzima čitavi udio potrebnog toplinskog opterećenja. Ispod bivalentne točke toplinska crpka podiže temperaturu povratnog voda u sustavu grijanja, a protočni grijač ogrjevne vode *Nel* = 3 kW dodatno zagrijava u polaznom vodu grijanja. Prema ukupnoj potrebi za toplinskom energijom odabire se dizalica topline za grijanje prostora, proizvod **MITSUBISHI ELECTRIC PUHZ-SW75VAA** proizvod. Dizalice topline zrak/voda, namijenjene za grijanje prostora i zagrijavanje potrošne tople vode, koja se sastoji od vanjske i unutarnje jedinice (hydroboxa). Vanjska jedinica sustava namjenjena je za vanjsku montažu - s ugrađenim hermetičkim scroll inverterskim kompresorom, zrakom hlađenim izmjenjivačem i svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja (Inverter Control) i funkcionalni rad.

Vanjska jedinica tehničkih karakteristika:

Učin hlađenja (A35 / W18): 7,1 kW
Učin grijanja (A7 / W60): 8,0 kW
SEER (A35/W18): 5,50 (A)
SCOP (A7/W35): 4,0 (A+)
Razina buke (zvučni tlak)
- grijanje: 43/58 dB
Dimenzije (v/š/d):1020 x 1050 x 480 mm
Težina: 92 kg
Promjer priključka cijevi:-plinska faza: Ø15,88 (5/8") mm-tekuća faza: Ø9,52 (3/8") mm

Maksimalna duljina cijevi: 40 m

Maksimalna visinska razlika: 10 m

Područje rada:

-režim hlađenja: -15°C do +46°C

-režim grijanja: -20°C do +24°C

-priprema PTV-a: -20°C do +35°C
Maksimalna temp. Polaza

- grijanje: 60°C

- hlađenje: 5°C

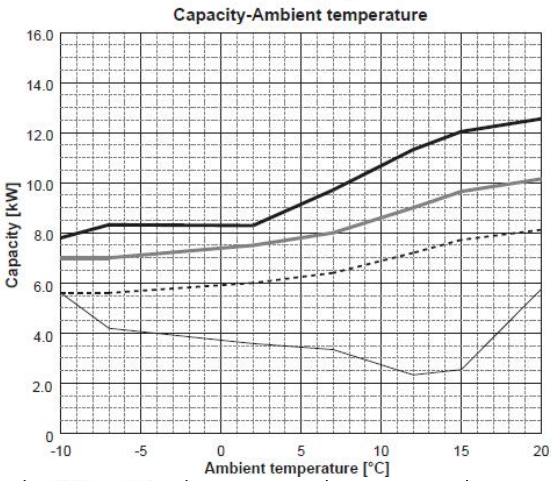
Nominalni protok vode: 14,4 - 32,1 l/min

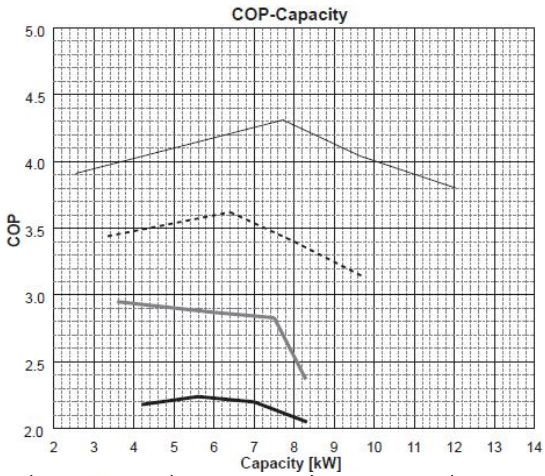
Napajanje: 230 V - 2 f - 50 Hz

Medij: R410A

Rashladni medij je R410A. Uz vanjsku jedinicu naveden je odgovarajući Hydrobox u kojemu je uključena pumpa, izmjenjivač topline voda-rashladni medij, dodatni elektrogrijač, sigurnosni ventil, odzračni lončić, el.ormarić, ekspanzijska posuda 10 l, manometar, hvatač nečistoće i upravljač.

■ Water outlet temperature 45 [°C]





Water outlet temperature[°C]		25		35		40		45		50		55		60	
Ambient temperature[°C]		Capacity	COP	Capacity	COP	Capacity	COP	Capacity	COP	Capacity	COP	Capacity	COP	Capacity	COP
Nominal	-20	-	-	4.8	2.45	4.8	2.13	4.8	1.89	-	-	-	-	-	-
	-15	-	-	5.2	2.88	5.2	2.50	5.2	2.22	5.2	1.93	-	-	-	-
	-10	5.8	3.62	5.8	3.02	5.8	2.62	5.8	2.32	5.8	2.02	5.8	1.75	-	-
	-7	6.3	3.79	6.3	3.16	6.3	2.75	6.3	2.43	6.3	2.12	6.3	1.83	-	-
	2	7.5	4.08	7.5	3.40	7.5	3.06	7.5	2.68	7.5	2.38	7.5	2.04	7.2	1.76
	7	8.0	5.28	8.0	4.40	8.0	3.83	8.0	3.40	8.0	3.08	8.0	2.64	7.9	1.99
	12	8.0	6.30	8.0	5.25	8.0	4.57	8.0	4.04	8.0	3.68	8.0	3.15	8.0	2.89
	15	8.0	6.76	8.0	5.63	8.0	4.90	8.0	4.33	8.0	3.94	8.0	3.38	8.0	3.10
	20	8.0	8.32	8.0	6.93	8.0	6.03	8.0	5.34	8.0	4.85	8.0	4.16	8.0	3.81

Slika 6.1. Dijagram najveće temperature polaznog voda u ovisnosti od vanjske temperature [19]

6.7. Cirkulacione pumpe

Pumpa podnog grijanja

Grijanje:

-polaz 45°C, povrat 40°C

Količina vode: 1,5 m^3/h

Izabrana je cirk. pumpa kao proizvod **Grundfoss, elektronska pumpa**

tehničkih karakteristika: *Gw*= 1,5 m^3/h; *dp* = 60 kPa

Pumpa bojlera PTV-a topla voda 55/50 °C

– zagrijavanje preko dizalice topline topla voda 85/65 °C
– zagrijavanje preko kotla na drva
količina topline: 8,5 kW
količina vode: 1,5 m^3/h
Izabrana je cirk. pumpa kao proizvod **Grundfoss, elektronska pumpa**
tehničkih karakteristika: *Gw*= 1,5 m^3/h; *dp* = 35 kPa

Pumpa za recirkulaciju PTV-a (50 °C)
količina vode 0,3 m^3/h
Izabrana cirkulaciona pumpa kao **proizvod Grundfoss**, jednobrzinska,
sa brončanim kućištem
Gw = 0,3 m^3/h, *dp* = 15 kPa

Pumpa DT-primarni krug
potrošna voda 45 °C količina vode 1,4 m^3/h
Izabrana cirkulaciona pumpa kao proizvod **Grundfoss elektronska pumpa**
tehničkih karakteristika: *Gw* = 1,5 m^3/h, *dp* = 35 kPa

Kotlovska jedinica

Izabran je čelični kotao na drva za pripremu ogrijevnog medija kapaciteta 20 kW – kao proizvod Centrometal , **tip EKO CK P**, karakteristika:

Područje regulacije snage (drvo)¸ 15-20 kW

Potreban podtlak dimnjaka 16 Pa

Sadržaj vode u kotlu 60 litara

Izlazna temp. dimnih pl. kod nazivne snage

(drveni peleti / ulje / plin)160 °C

Maksimalna radna temperatura 90 °C

Dimovodna cijev - vanjski promjer150 mm

Broj turbulatora (drveni peleti / ulje / plin) - dod. 3 komada

Primarna kotlovska pumpa topla voda 85/65 °C
količina topline: 20 kW
količina vode: 0,9 m^3/h ….uzimamo 0,5 m^3/h
zabrana cirkulaciona pumpa kao proizvod **Grundfoss elektronska pumpa** tehničkih karakteristika: *Gw*= 0,5 m^3/h, *dp* = 25 kPa

6.8. Regulacioni ventili

Troputni EM regulacioni ventil-podno grijanje topla voda 45/40 °C
količina vode: 1,5 m^3/h
Izabran troputni EM regulacioni ventil kao proizvod **Sauter** DN 20

Troputni EM regulacioni ventil za zaštitu kotla, topla voda 80/70 °C
protok vode:0,9 m^3/h
Izabran troputni Termostatski 3-putni ventil **ESBE VTC 512**
(održava minimalnu temperaturu povratne vode u kotao iznad 60°C)

6.9. Potrošnja krutog goriva

količina količina topline: 20 kW
ogrijevno drvo… *Hd*= 13.000 kJ/kg
snaga grijanja – min/naziv 15/20 kW
potrošnja goriva – min/naziv 4,3/7,08 kg/h
potrošnja dnevna: *G dan* = 7,08 x 12 = 85 kg/d
potrošnja mjesečna: *G mjesec* = 85 x 30 x 0,6= 1530 kg
potrošnja godišnja: *G god* = 1530 x 7 x 0,8 = 8.568 kg
trajanje gorenja kod nazivnog učina 2,0 h max
dužina cjepanica (promjera 150 mm) 480 mm
sadržaj CO_2 kod naziv vrijednosti 10,1 – 10,9 %

6.10. Provjetravanje kotlovnice

Odvod zraka iz kotlovnice:

otvor za odvod zraka iz kotlovnice mora veći od 200 cm^2, pri stropu kotlovnice-kroz fiksnu rešetku dimenzije 200 x 150 mm – 1 komad

Dovod svježeg zraka:površina otvora najmanje Ao = 300 cm^2

–dovod svježeg zraka preko ventilacionog kanala dim. 200x200 , u donjem dijelu strojarnice ventilaciona rešetka dim. 200 x 200 mm

6.11. Izbor dimnjaka

Predviđeno je spajanje kotla nazivnog kapaciteta 20 kW na **Schiedel dimnjak UNI promjera 160 mm**.

-slobodna visina dimnjaka iznosi 10 m.

6.12. Solarno zagrijavanje PTV-a

Za pripremu potrošne vode odabran je bivalentni spremnik sa dva izmjenjivača za pripremu PTV volumena 285 l, cirkulacione pumpe solarnog medija te automatikom kao proizvod **Centrometal STB 300**. Instalacija se sastoji od: solarnih kolektora na krovnoj plohi, spremnika, cirkulacione pumpe, cijevnog razvoda solarnog medija. Volumen spremnika mora biti cca. 1,5 - 2 puta veći od dnevne potrebe za toplom vodom, uzimajući u obzir i željenu temperaturu pitke vode.

Dnevna potrošnja PTV-a po osobi

-niski zahtjevi - 10-40 lit./osobi i danu

-srednji zahtjevi, 40-70 lit./osobi i danu

-visoki zahtjevi 70-100 lit./osobi i danu

Uzimamo 50 lit./osobi i danu-broj osoba: 5

Dnevna potreba za toplom vodom (temp.45°C) u litrama

50 lit./osobi i danu x 5 osoba = 250 litara

ZAKLJUČAK

Dizalice topline sve više se ugrađuju kao sustavi grijanja, hlađenja i pripreme potrošne tople vode. To i nije čudno je za 1kWh uložene energije proizvedu oko 4kWh toplinske energije. Njihov problem, zašto dosada nisu bile toliko prisutne, je bio što nisu mogle raditi u režimu grijanja pri niskim temperaturama. No kako se tehnologija jako razvila ili bolje rečeno radni mediji, danas takvi uređaj mogu ne samo grijati i do - 25 °C vanjske temperature nego i pripremati potrošnu toplu vodu. Posebno je to isplativo u ljetnom režimu rada za vrijeme hlađena kada se generira veća količina topline koja se može iskoristiti za grijanje PTV-a

Za izvor topline koristi toplinu iz okoliša kao što je okolni zrak, podzemne voda, toplina zemlje i zračenje Sunca te električnu energiju koju koristi za rad same dizalice topline. Toplinska energija koja se dobije upotrebom dizalice topline iskorištava se pomoću radijatorskog grijanja, podnoga grijanja ili grijanja samog prostora zrakom i spada u obnovljive izvore energije čija uporaba pomaže proces sprečavanja globalnog zagrijavanja i dekarbonizacije.

LITERATURA

[1] Boris Labudović: Obnovljivi izvori energije, Energetika marketing d.o.o., Zagreb, 2002.

[2] Boris Labudović: Osnove primjene dizalica topline, Zagreb, Energetika Marketing d.o.o., 2009.

[3] Boris Labudović: Priručnik za grijanje, Energetika marketing d.o.o., Zagreb, 2005.

[4] http://b2b.deltron.hr; pristupljeno, 13. 08. 2021.

[5] https://climate.nasa.gov/evidence/; pristupljeno, 03. 09. 2021.

[6] "https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Category:Energy; pristupljeno, 03. 09. 2021.

[7] https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Strategije,%20planovi%20i%20programi/hr%20necp/Integrirani%20nacionalni%20energetski%20i%20klimatski%20plan%20Republike%20Hrvatske%20%20_final.pdf; pristupljeno, 13. 8. 2021.

[8] https://www.centrometal.hr/portfolio/cas/; pristupljeno, 13. 8. 2021.

[9] https://www.eia.gov; pristupljeno, 22. 08. 2021.

[10] https://www.europarl.europa.eu/; pristupljeno, 03. 09. 2021

[11] https://www.fzoeu.hr/hr/energetska-ucinkovitost/1343; pristupljeno, 03. 09.2021.

[12] www.klimaoprema.hr; pristupljeno, 03. 09. 2021.

[13] https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/; pristupljeno, 22. 08. 2021.

[14] https://www.fzoeu.hr/hr/energetska-ucinkovitost/1343;

[15] http://thoriumaplus.com/; pristupljeno, 13. 08. 2021.

[16] https://www.odyssee-mure.eu/; pristupljeno, 03. 09. 2021.

[17] https://hr.grundfos.com/; pristupljeno, 05. 09. 2021.

[18] https://www.rehau.com/; pristupljeno, 03. 09. 2021.

[19] http://www.hudit.hr/; pristupljeno, 11. 08. 2021

[20] Zakonu o energetskoj učinkovitosti – NN 127/14, NN 116/18, NN 25/20,

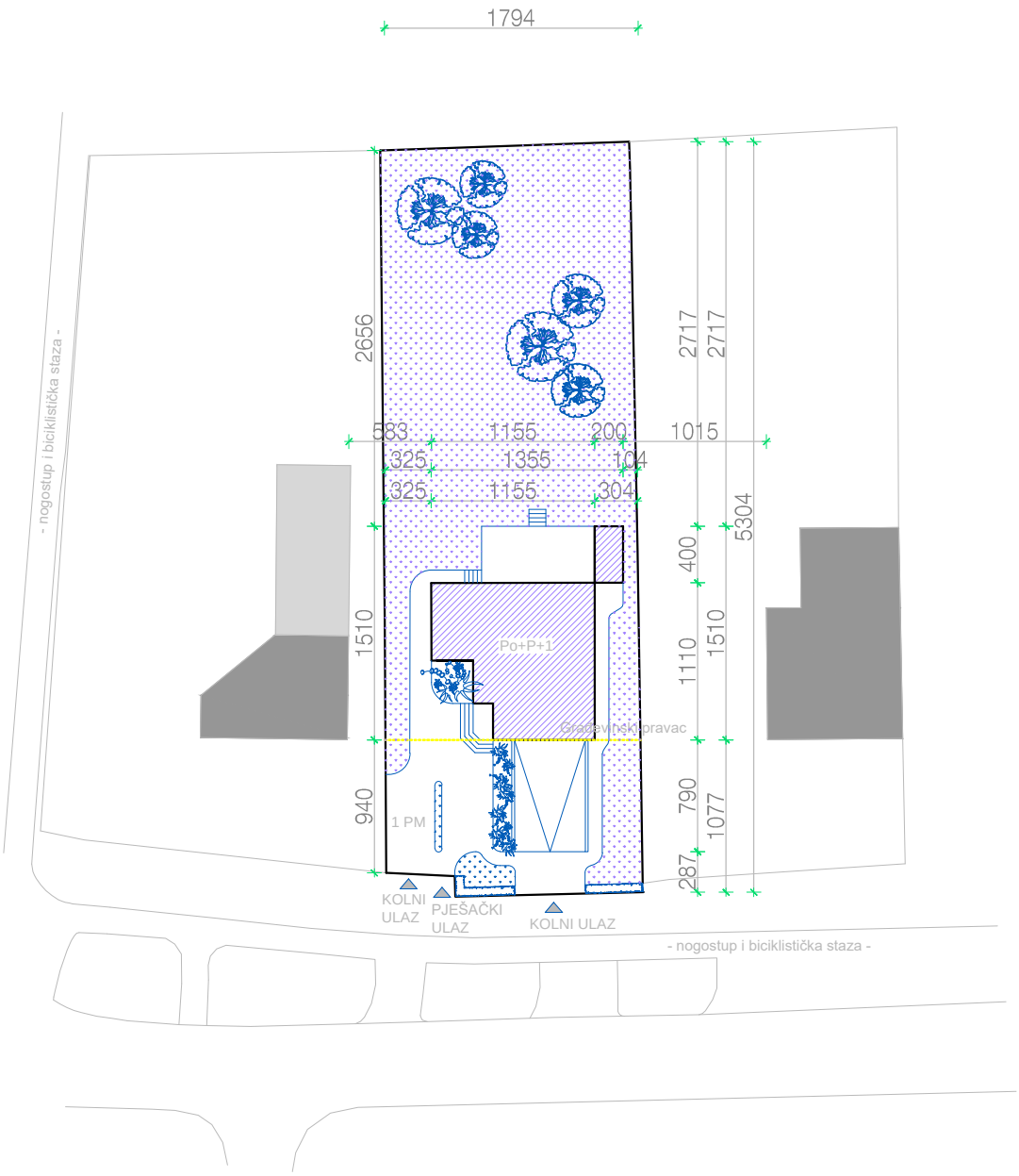
[21] Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20,

PRILOZI

Nacrti:

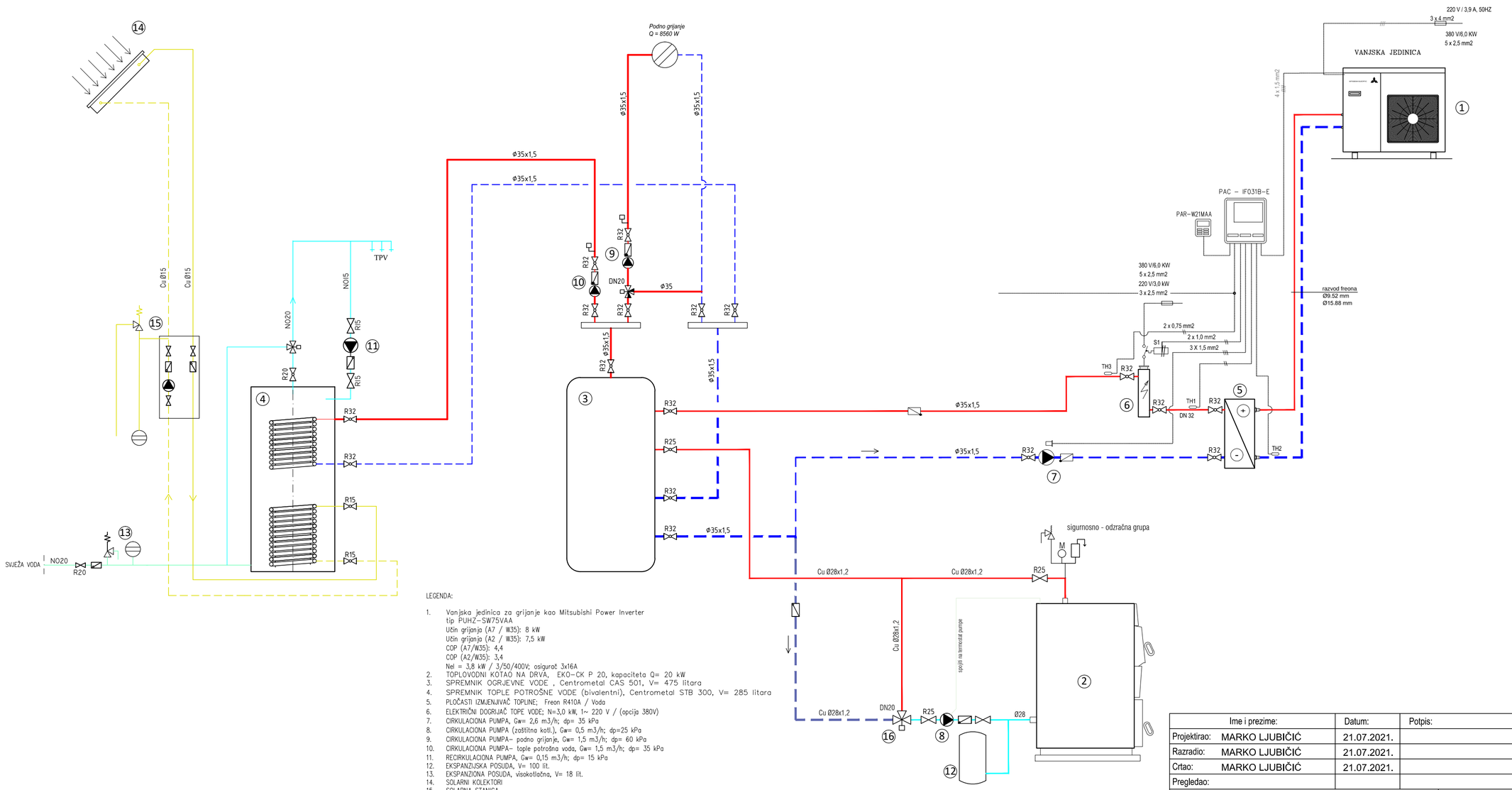
1. Situacija
2. Shema spajanja pripreme ogrijevnog medija i potrošne vode (PTV)
3. Shema spajanja ormarića podnih grijanja
4. Tlocrt podruma - grijanje, ventilacija
5. Tlocrt prizemlja - podno grijanje
6. Tlocrt kata - podno grijanje
7. Tlocrt prizemlja - hlađenje
8. Tlocrt kata - hlađenje
9. Pročelje sjever
10. Pročelje jug
11. Tlocrt krova
12. Skica spajanja dimnjaka
13. Presjek strojarnice

STAMBENA
ZGRADA
SITUACIJA



Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				

Napomena:	Sadržaj: **Situacija**	Mjerilo: 1:500
Gradevina: **STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**		List broj.:1 / 13

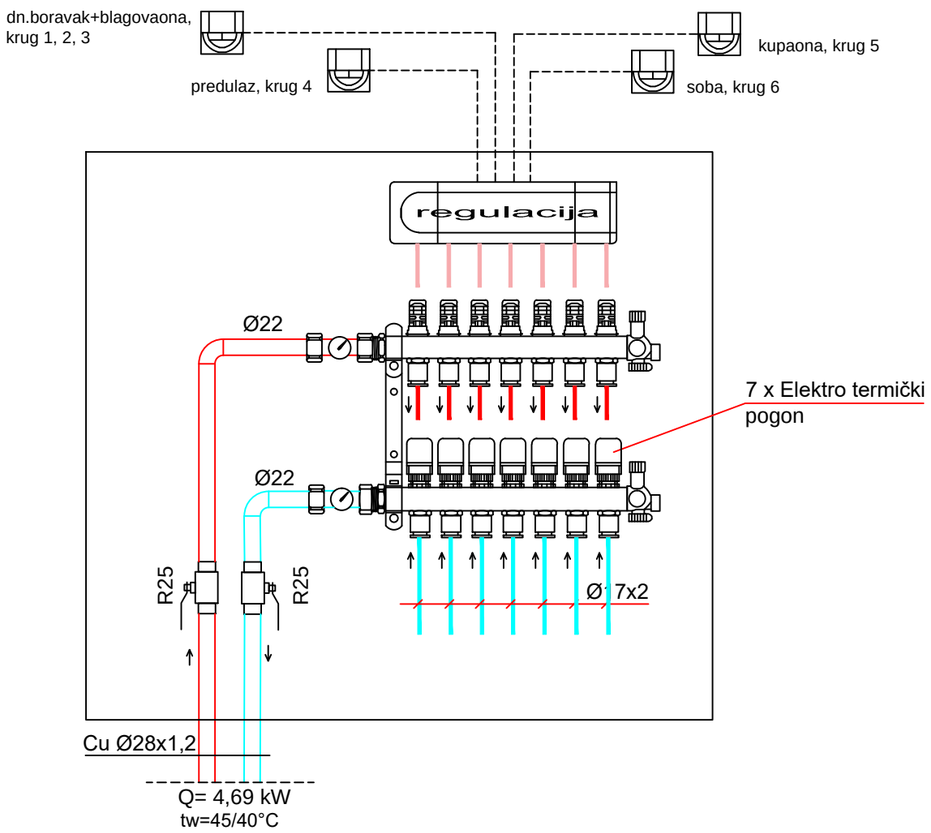


LEGENDA:

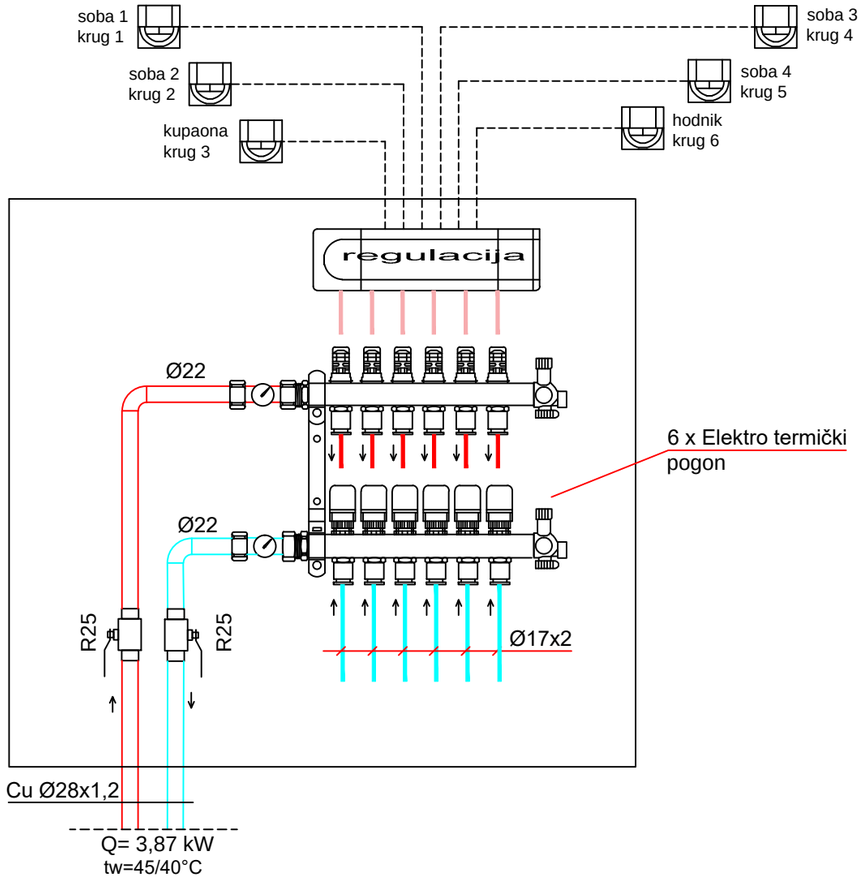
1. Vanjska jedinica za grijanje kao Mitsubishi Power Inverter
   tip PUHZ–SW75VAA
   Učin grijanja (A7 / W35): 8 kW
   Učin grijanja (A2 / W35): 7,5 kW
   COP (A7/W35): 4,4
   COP (A2/W35): 3,4
   Nel = 3,8 kW / 3/50/400V; osigurač 3x16A
2. TOPLOVODNI KOTAO NA DRVA, EKO–CK P 20, kapaciteta Q= 20 kW
3. SPREMNIK OGRJEVNE VODE , Centrometal CAS 501, V= 475 litara
4. SPREMNIK TOPLE POTROŠNE VODE (bivalentni), Centrometal STB 300, V= 285 litara
5. PLOČASTI IZMJENJIVAČ TOPLINE; Freon R410A / Voda
6. ELEKTRIČNI DOGRIJAČ TOPE VODE; N=3,0 kW, 1~ 220 V / (opcija 380V)
7. CIRKULACIONA PUMPA, Gw= 2,6 m3/h; dp= 35 kPa
8. CIRKULACIONA PUMPA (zaštitna kotl.), Gw= 0,5 m3/h; dp=25 kPa
9. CIRKULACIONA PUMPA– podno grijanje, Gw= 1,5 m3/h; dp= 60 kPa
10. CIRKULACIONA PUMPA– tople potrošna voda, Gw= 1,5 m3/h; dp= 35 kPa
11. RECIRKULACIONA PUMPA, Gw= 0,15 m3/h; dp= 15 kPa
12. EKSPANZIJSKA POSUDA, V= 100 lit.
13. EKSPANZIONA POSUDA, visokotlačna, V= 18 lit.
14. SOLARNI KOLEKTORI
15. SOLARNA STANICA
16. Termostatski 3–putni ventil ESBE VTC 512 (održava minimalnu temperaturu povratne vode u kotao iznad 60°C)

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				

Napomena:		Sadržaj: **Shema spajanja pripreme ogrijevnog medija i tople potrošne vode (PTV)**	Mjerilo: -
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**		List broj.:2 / 13

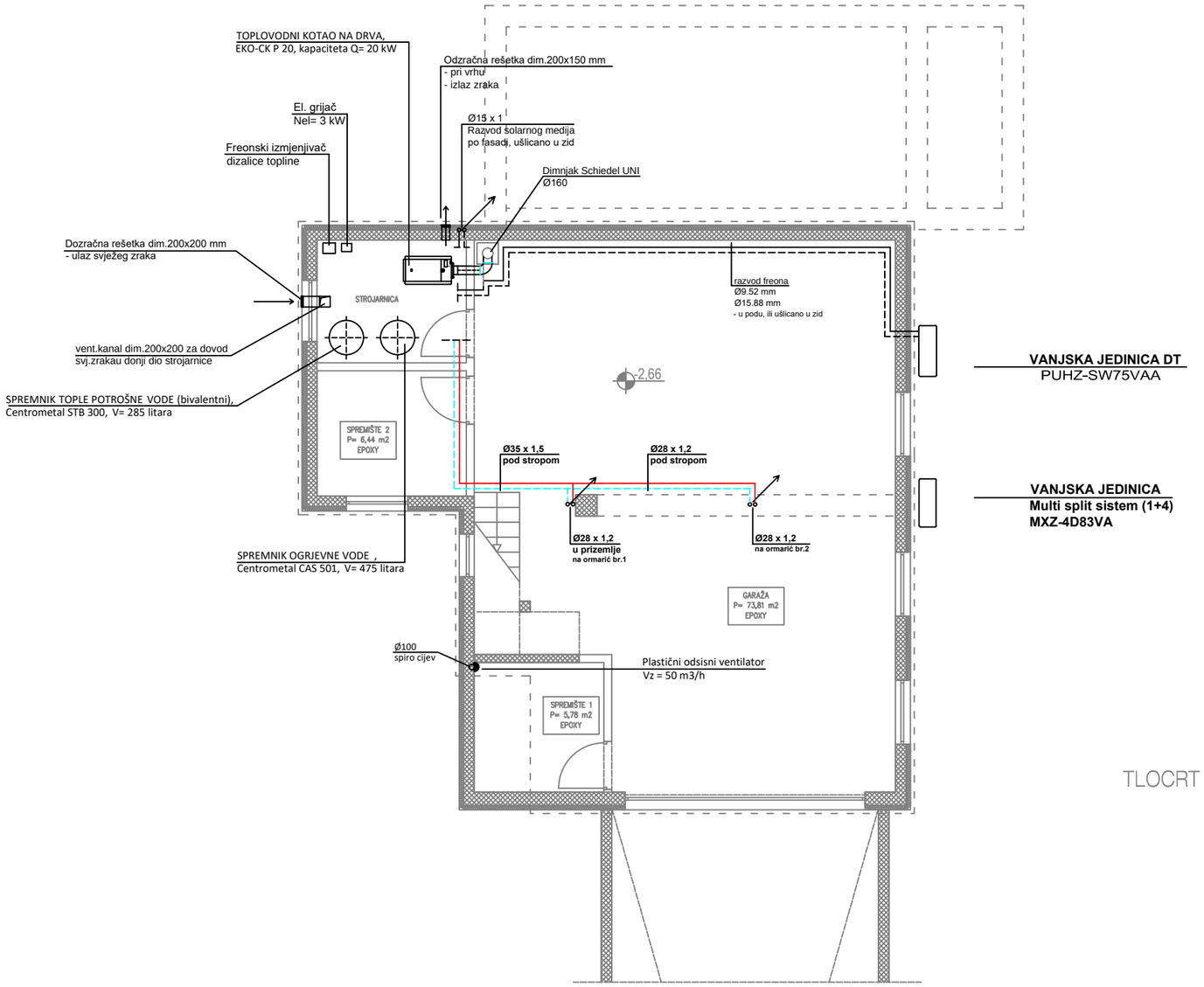


ORMARIĆ PODNOG GRIJANJA 1
- 7 krugova, Ø17 x 2 mm
- prizemlje



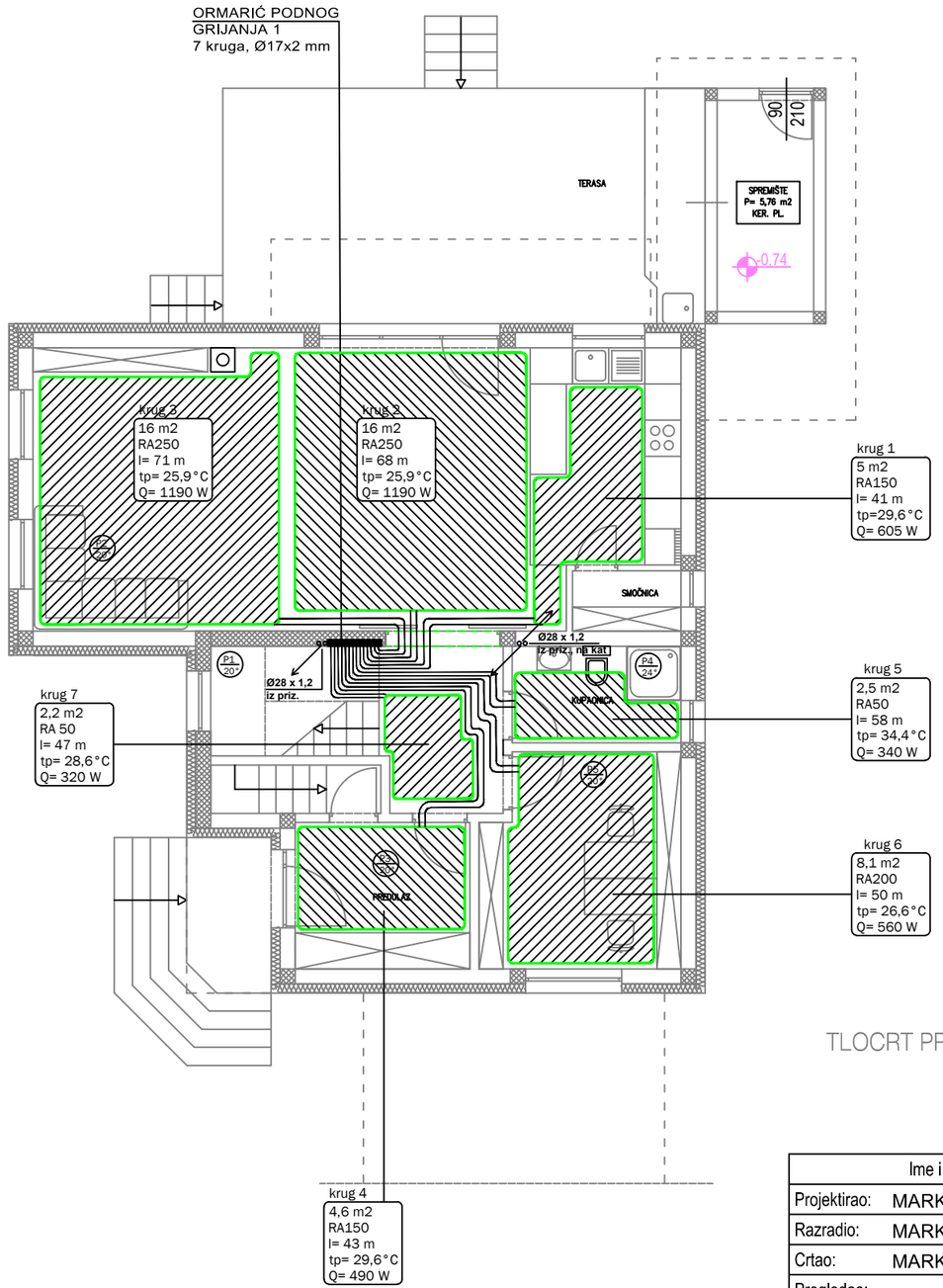
ORMARIĆ PODNOG GRIJANJA 2
- 6 krugova, Ø17 x 2 mm
- kat

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Shema spajanja ormarića podnih grijanja**	Mjerilo: -
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:3/ 13



TLOCRT PODRUMA

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt podruma - grijanje, ventilacija**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:4 / 13



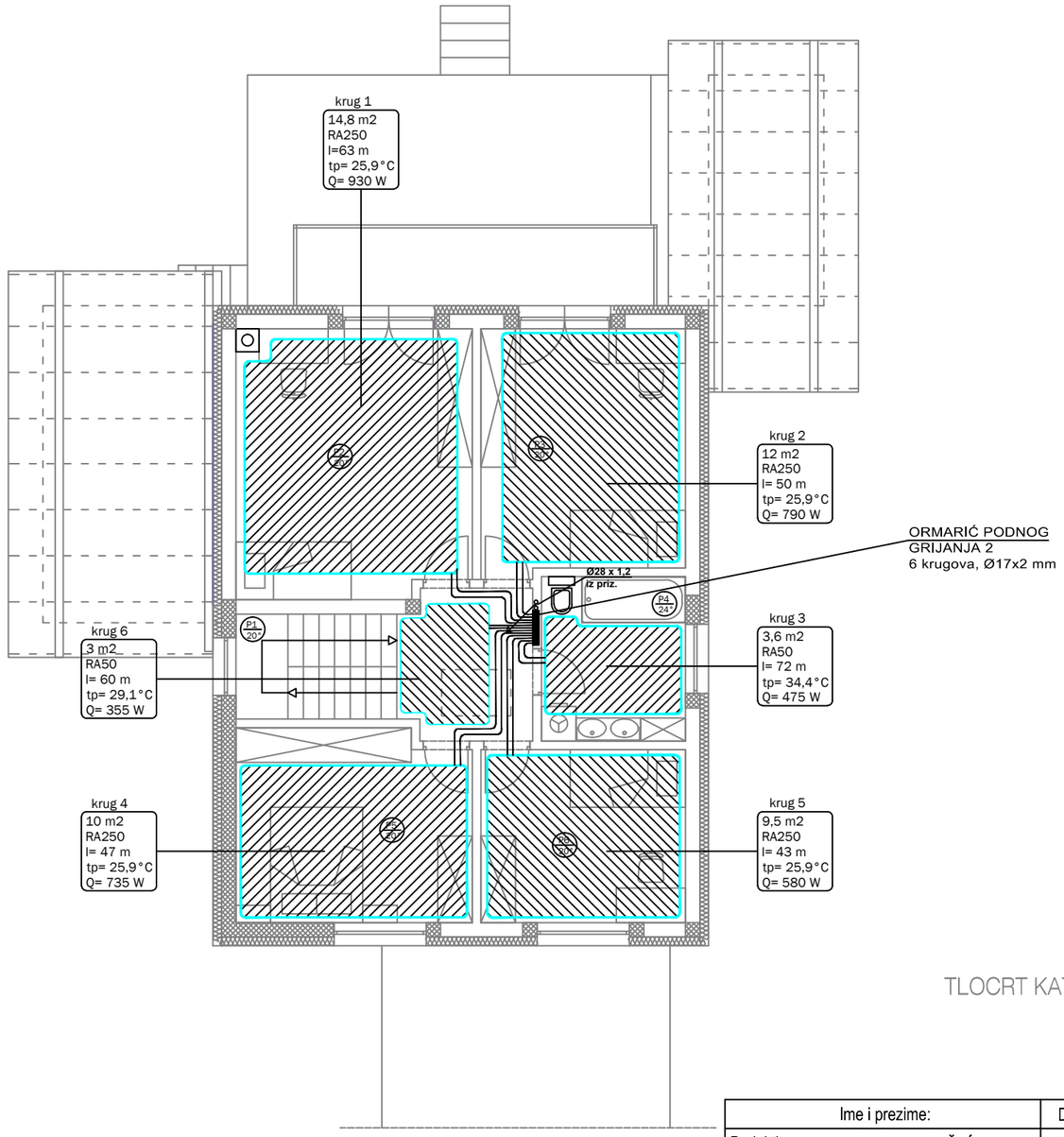
TLOCRT PRIZEMLJA

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt prizemlja - podno grijanje**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:5 / 13

STAMBENA ZGRADA
PROČELJE ZAPAD

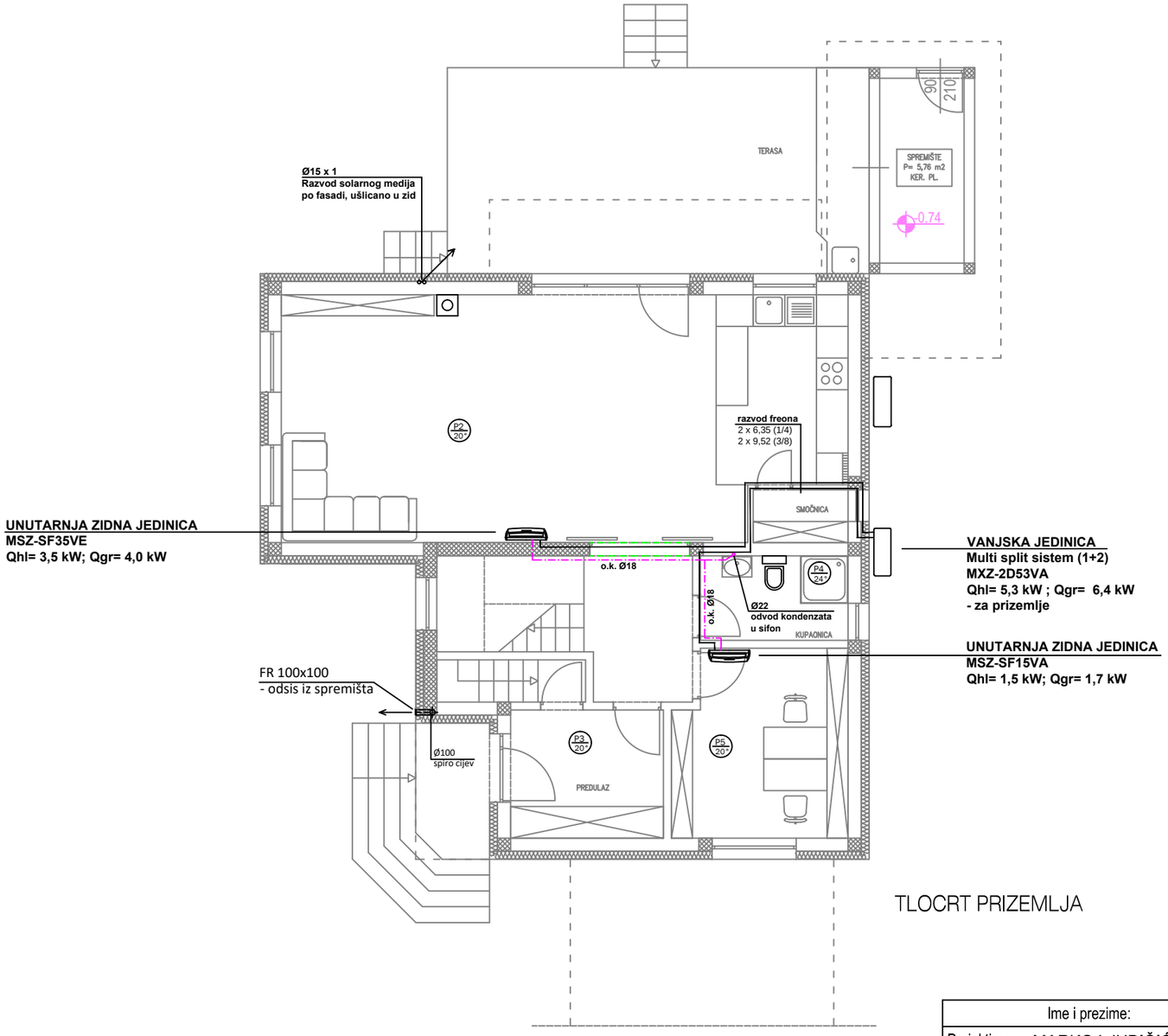
STAMBENA ZGRADA
PROČELJE JUG

STAMBENA ZGRADA
PROČELJE SJEVER



TLOCRT KATA

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt kata - podno grijanje**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:6 / 13

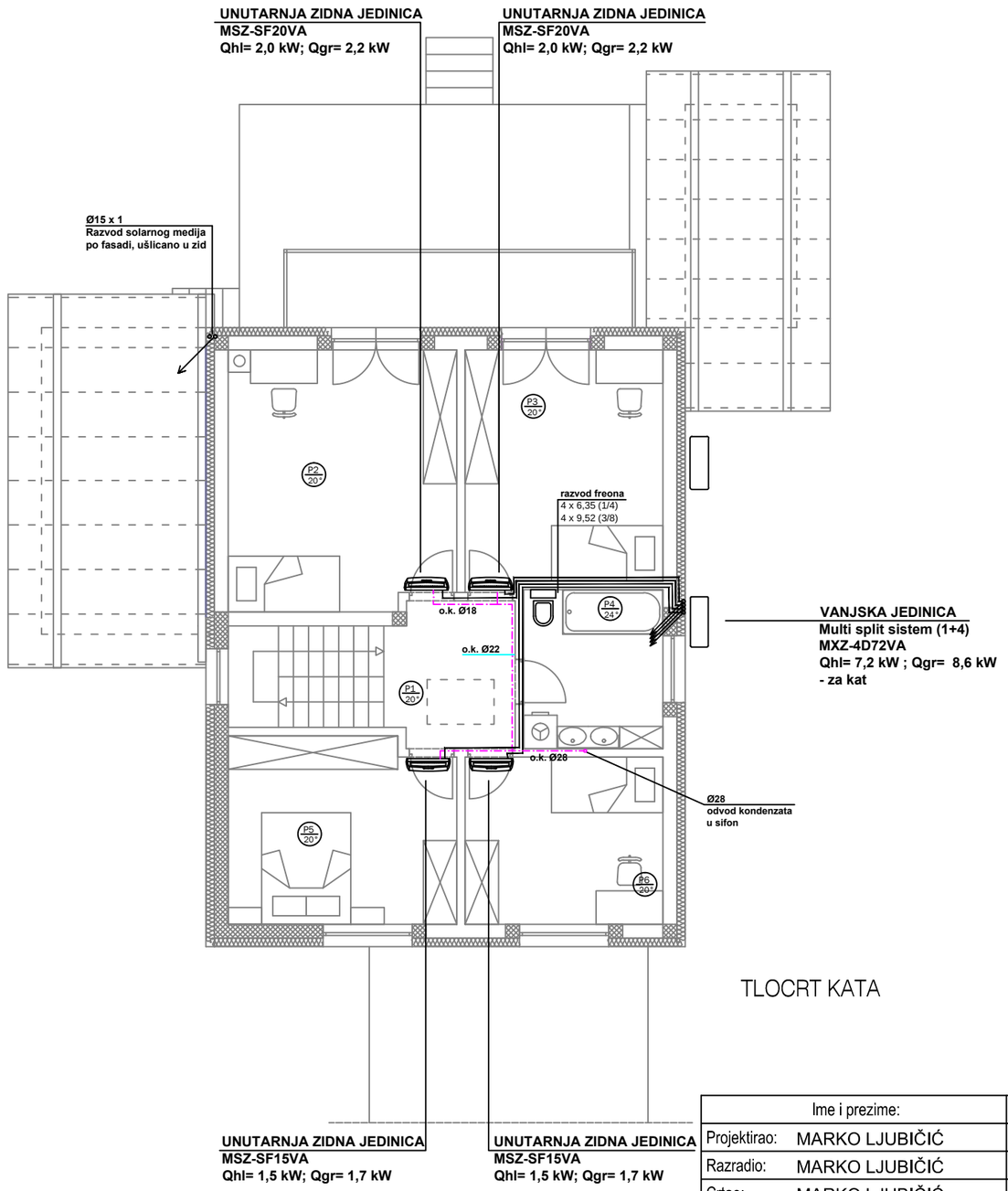


TLOCRT PRIZEMLJA

NAPOMENA :

- bakrene cijevi za razvod freona, izolirane slojem izolacije sa parnom branom, debljine sloja d = 9 mm
- bakrene cijevi za odvod kondenzata, izolirane slojem izolacije sa parnom branom, debljine sloja d = 6 mm
- odvod kondenzata sa unutarnjih jedinica postaviti pod minimalnim padom od 2% u sifon
- razvod freona i odvoda kondenzata izvodi se u sp.stropu

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt prizemlja - hlađenje**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:7 / 13



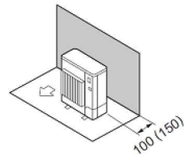
TLOCRT KATA

NAPOMENA :

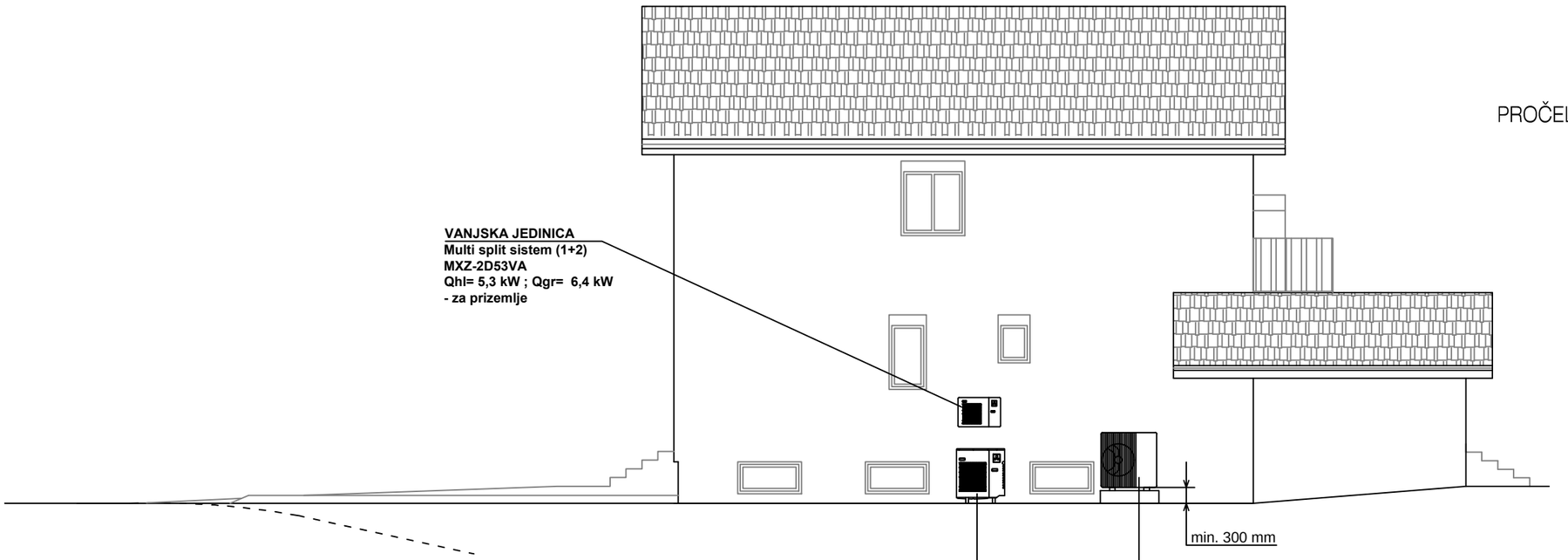
- bakrene cijevi za razvod freona, izolirane slojem izolacije sa parnom branom, debljine sloja d = 9 mm
- bakrene cijevi za odvod kondenzata, izolirane slojem izolacije sa parnom branom, debljine sloja d = 6 mm
- odvod kondenzata sa unutarnjih jedinica postaviti pod minimalnim padom od 2% u sifon
- razvod freona i odvoda kondenzata izvodi se u sp.stropu

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt kata - hlađenje**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:8 / 13

Slobodan prostor iza vanjske jedinice DT

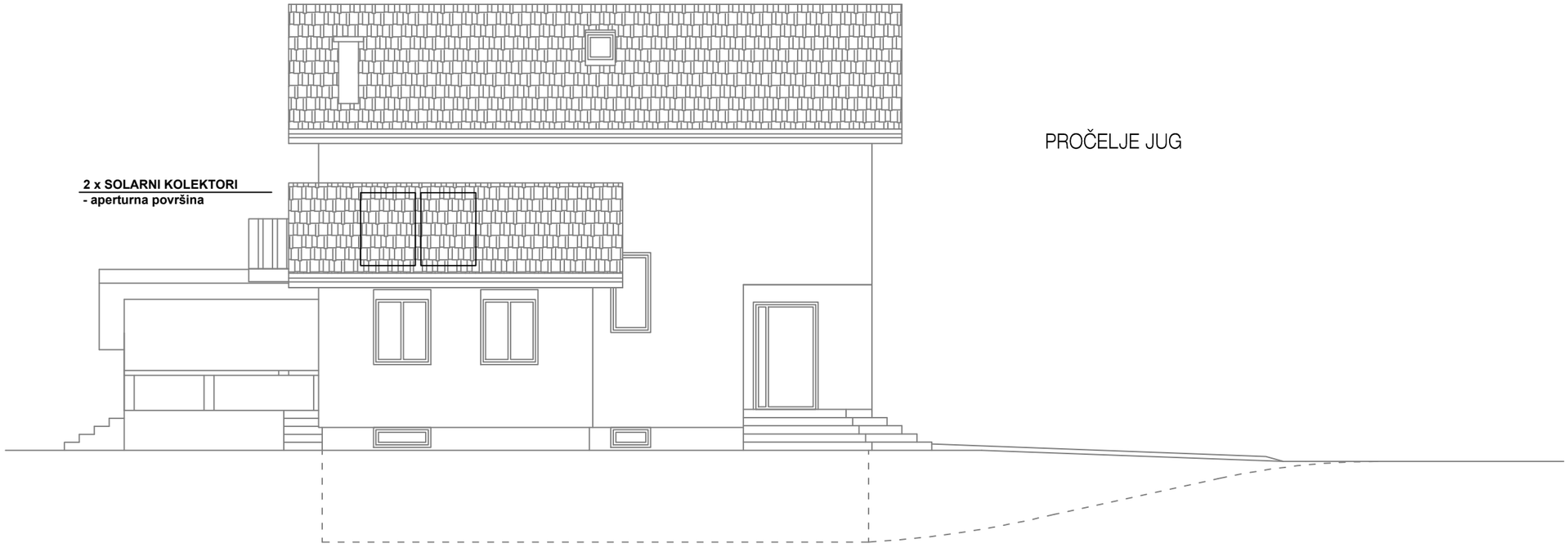


PROČELJE SJEVER

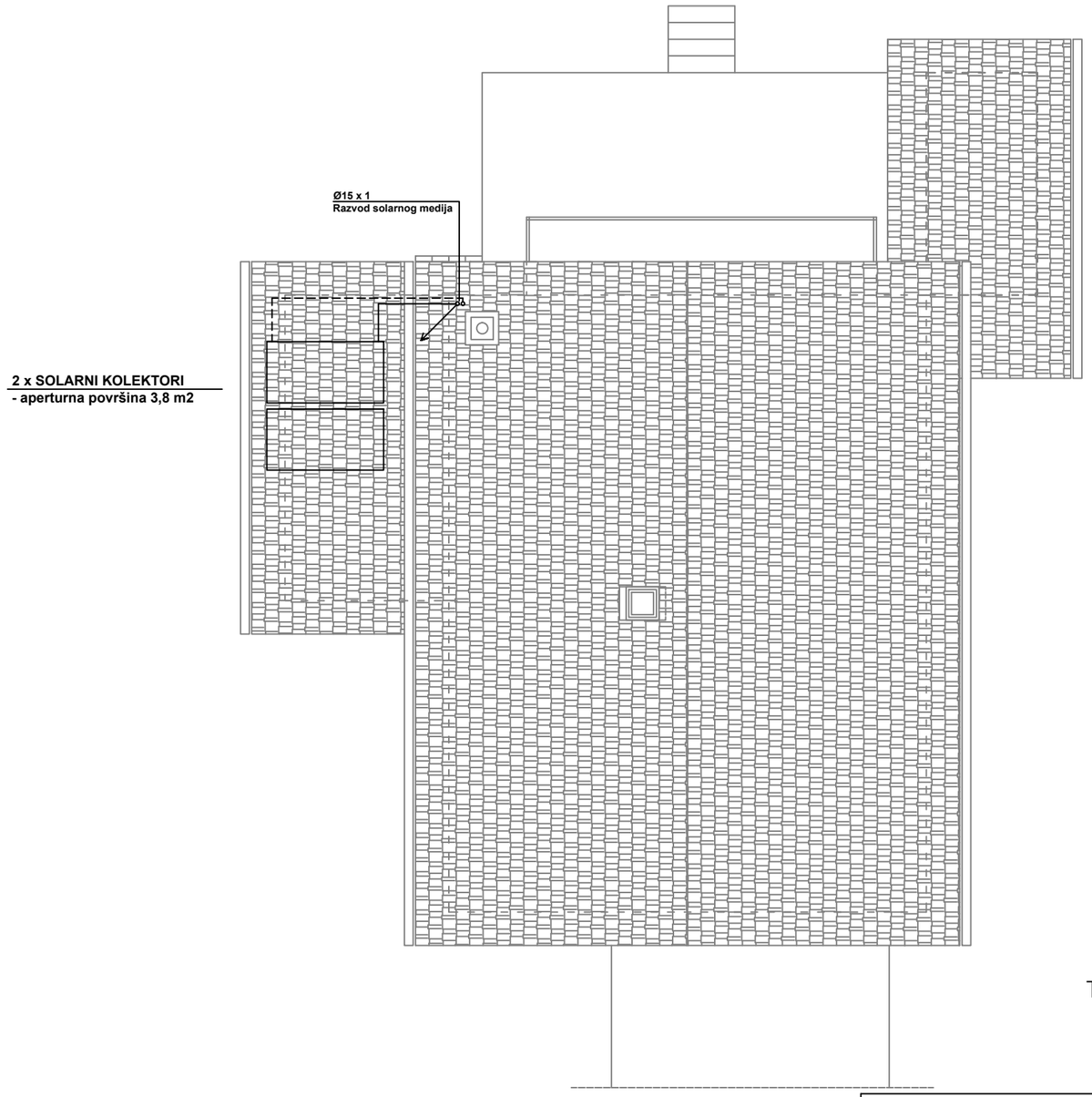


Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Pročelje sjever**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:9 / 13

PROČELJE JUG



Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Pročelje jug**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:10 / 13

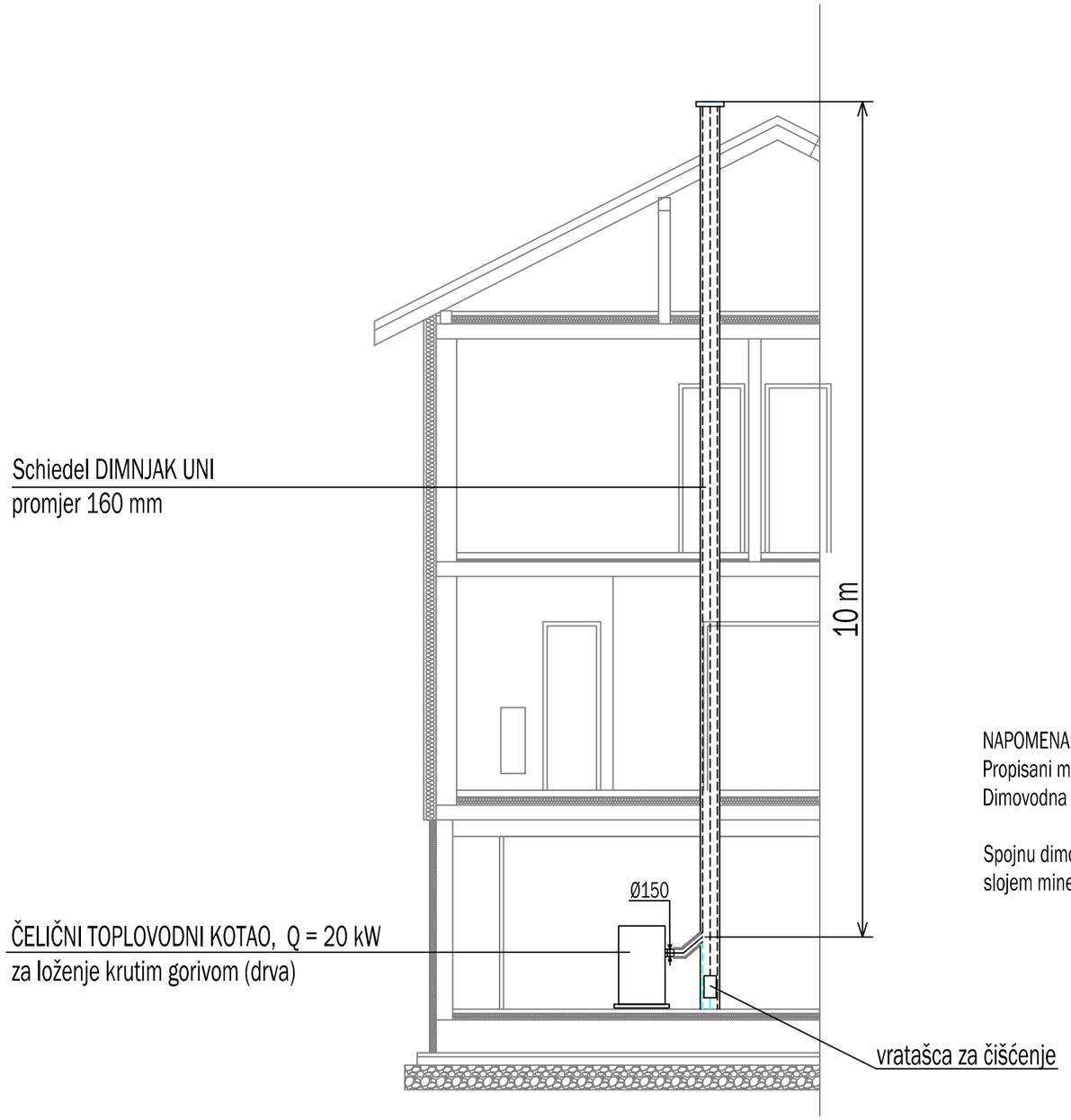


2 x SOLARNI KOLEKTORI
- aperturna površina 3,8 m2

S

TLOCRT KROVA

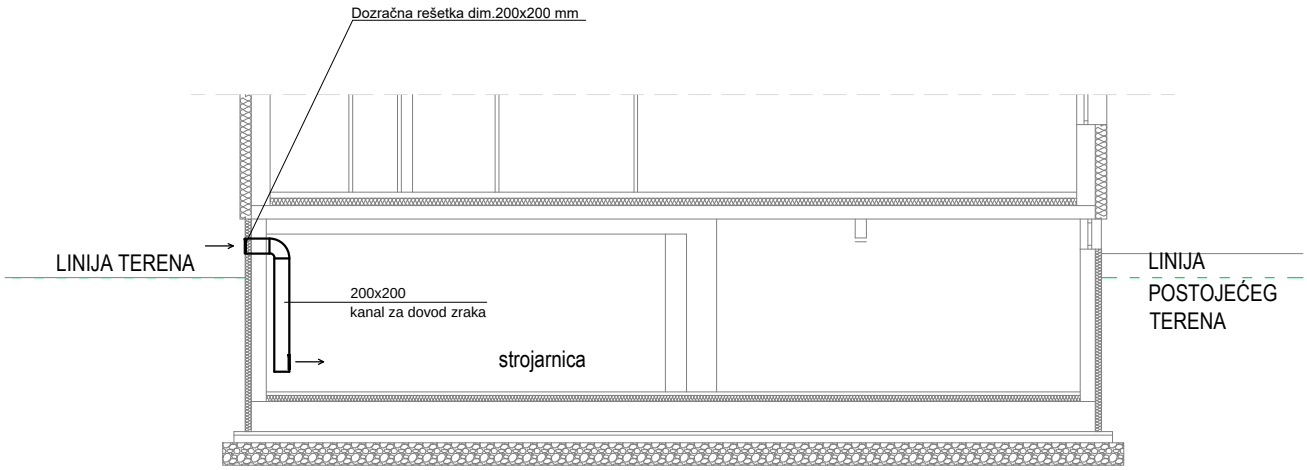
Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Tlocrt krova**	Mjerilo: 1:100
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:11 / 13



NAPOMENA:
Propisani maksimalni razmak između kotla i dimnjaka je 600 mm, a minimalni 300 mm.
Dimovodna cijev mora biti pod kutem od 30°- 45°.

Spojnu dimovodnu cijev između kotla i dimnjaka potrebno je toplinski izolirati izolacijskim slojem mineralne vune debljine 30 - 50 mm.

Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				
Napomena:			Sadržaj: **Skica spajanja dimnjaka**	Mjerilo: -
Gradevina:	**STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**			List broj.:12 / 13



Ime i prezime:		Datum:	Potpis:	
Projektirao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		Veleučilište u Karlovcu Trg J. J. Strossmayera 9 47000 Karlovac
Razradio:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Crtao:	MARKO LJUBIČIĆ	21.07.2021.		
Pregledao:				

Napomena:	Sadržaj: **Presjek**	Mjerilo: 1:100
Gradevina: **STAMBENA ZGRADA, k.o. JASTREBARSKO**		List broj.:13 / 13