

DIZALICE TOPLINE

STRUČNI ČLANAK

Ivan Mikulić, Karlo Jelić, prof. dr. sc. Hamza Šehović

Visoka škola „Logos centar“ u Mostaru

ivan.mikulic.mo@gmail.com, kaarlo.jelic@gmail.com, hamza.sehovic@gmail.com

Sažetak - Dizalica topline je sustav koji podiže toplotnu energiju s niže na višu energetska razinu. Primjenjuje se za grijanje obiteljskih domaćinstava, poslovnih objekata, škola i bolnica. Korištenje principa dizalica topline ekološki je podobno jer izaziva nultu emisiju štetnih plinova. Za svaki uloženi 1 kWh električne energije, toplotna pumpa proizvede 3-5 kWh toplotne energije zavisno o vrsti dizalice topline. Toplotna energija dobivena upotrebom dizalice topline može se koristiti putem radijatorskog sustava grijanja, podnoga grijanja ili korištenjem ventilokonvektora. Najefikasniji je sustav dizalice topline voda-voda iskorištavajući energiju prirodnih izvora vode kako bi osigurale visoku učinkovitost grijanja. Iako su investicijski troškovi implementacije sustava dizalice topline nešto viši od dostupnijih sustava grijanja na plin pogonski su troškovi znatno manji.

Abstract - A heat pump is a system that raises thermal energy from a lower to a higher energy level. It is used for heating family households, business buildings, schools and hospitals. Using the principle of heat pumps is environmentally friendly because it causes zero emission of harmful gases. For every 1 kWh of electricity invested, the heat pump produces 3-5 kWh of heat energy, depending on the type of heat pump. Thermal energy obtained by using a heat pump can be used through a radiator heating system, underfloor heating or by using a fan convector. The most efficient is the water-water heat pump system, utilizing the energy of natural water sources to ensure high heating efficiency. Although the investment costs of implementing a heat pump system are somewhat higher than the more available gas heating systems, the operating costs are significantly lower.

1. UVOD

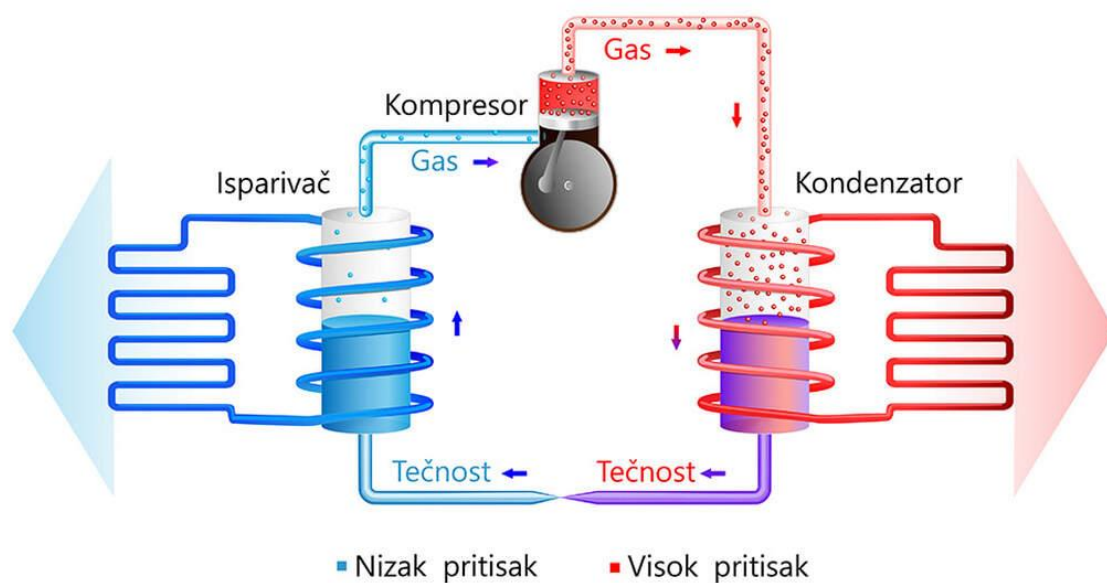
Raspoloživost fosilnih goriva plina i nafte vremenski je ograničena. Ova činjenica zaokuplja sve više svijest ljudi kao i potreba za zaštitom okoliša. Iz tog razloga korištenje obnovljivih izvora energije dobiva sve više na značaju. Za razliku od drugih obnovljivih izvora energije kao što je solarna energija i energija vjetra, toplina iz okoliša (zemlja, voda, zrak) dostupna je za non-stop korištenje tijekom cijele godine. Toplinskom pumpom, bez dodatnog izvora energije, moguće je pokriti sve potrebe za toplinskom energijom jedne kuće za grijanje i PTV. U Švicarskoj se danas svaka treća novogradnja oprema nekom od tipova toplinskih pumpi, u Švedskoj 7 od 10 novogradnji a u Njemačkoj i Islandu jedna četvrtina.

U tom okviru toplinske pumpe doživljavaju svojevrsnu renesansu. Otklonjene su tehničke nesavršenosti koje su popratile prvi "bum" početkom 80-tih godina da bi danas toplinske pumpe predstavljale pouzdan, ekonomičan i ekološki sustav grijanja koji će u bliskoj budućnosti biti vodeći način grijanja i hlađenja. [2]

2. DIZALICA TOPLINE

Dizalica topline je uređaj koji koristi kružni proces, tj. omogućuje prijenos energije s niže temperature na sustav više temperaturne razine koristeći dodatnu energiju (rad). Zahvaljujući tome svojstvu one mogu biti izvor toplinskog i rashladnog učina u sustavima grijanja, pripreme potrošne tople vode, sustavima ventilacije, klimatizacije i sl. Za odvijanje ovih procesa nužno je postojanje toplinskih spremnika na nižoj i višoj temperaturi. Prostor ili medij od kojega se toplina odvodi nazivamo toplinski izvor i on je najčešće neposredna okolina koja nam je na raspolaganju, a to može biti: okolni zrak, tlo, površinske i podzemne vode, industrijski otpadni ili onečišćeni zrak itd. Toplinskim ponorom nazivamo prostor kojemu dovodimo toplinu, a on je najčešće zrak u prostoriji, voda u sustavu grijanja, potrošna topla voda i slično.

Dizalice topline primjenjuju se za sve kapacitete grijanja i hlađenja, od najmanjih stanova do velikih kapaciteta za grijanje i hlađenje čitavih naselja. Većinom se primjenjuju u niskotemperaturnom režimu grijanja s temperaturom polaznog voda od 35°C za površinsko grijanje. [1]

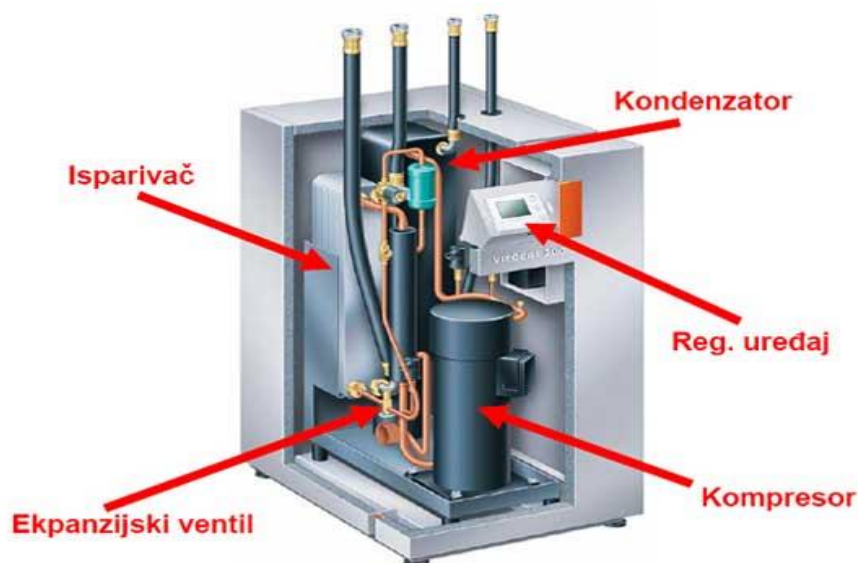


Slika 1. Shematski prikaz dizalice topline

3. OSNOVNI DIJELOVI DIZALICE TOPLINE

Da bi dizalica topline mogla ispunjavati svoje zadaće, potrebni su joj slijedeći dijelovi :

- isparivač
- kompresor
- ekspanzijski ventil
- kondenzator
- radne tvari (mediji, plinovi)



Slika 2. Osnovni dijelovi dizalice topline

3.1. Isparivači

Isparivač je izmjenjivač toplote građen kao sistem cijevi namotanih u zavojnicu površinom u koje ulazi rashladni medij na nižoj temperaturi i preuzima toplotu iz tla, vode ili zraka. Dakle nama su tlo, voda ili zrak mediji koji svoju energiju predaju toplinskoj pumpi. Isparivač je funkcijski građen kao i kondenzator. [1]

3.2. Kompresori

Kompresori su strojevi koji imaju ulogu tlačjenja rashladnog medija, podizanja njegove temperature i tlaka dovođenjem rada.

Podjela prema području primjene, odnosno temperaturi:

- kompresori za niske tlakove isparavanja (za smrzavanje isparavanja temperatura ispod -30°C);
- kompresori za srednje tlakove isparavanja (za hlađenje temperatura isparavanja približno -10°C);
- kompresori za visoke tlakove isparavanja (za klimatizaciju temperatura isparavanja veću od 0°C). [3]

3.3. Ekspanzijski ventil

Termo ekspanzijski ventil je regulator protoka rashladnog medija kroz sistem. Nalazi se između kondenzatora i isparivača. U njega ulazi rashladni medij iz kondenzatora na višem tlaku i većoj temperaturi. Kada plin izađe iz ventila u cijev većeg poprečnog presjeka, dobivamo niži tlak rashladnog medija. [1]

3.4. Kondenzator

Kondenzator je izmjenjivač toplote napravljen kao sistem cijevi u zavojnici gdje rashladni medij predaje toplinu. Kod toplotnih pumpi kondenzator svoju toplotu predaje vodi koja se pri tome zagrijava i pomoću vodene pumpe cirkulira kroz izmjenjivač toplote u prostoru kojim grijemo npr. radijator. Kod hlađenja on ima obrnutu ulogu gdje on odvodi toplotu. [1]

3.5. Radne tvari (mediji, plinovi)

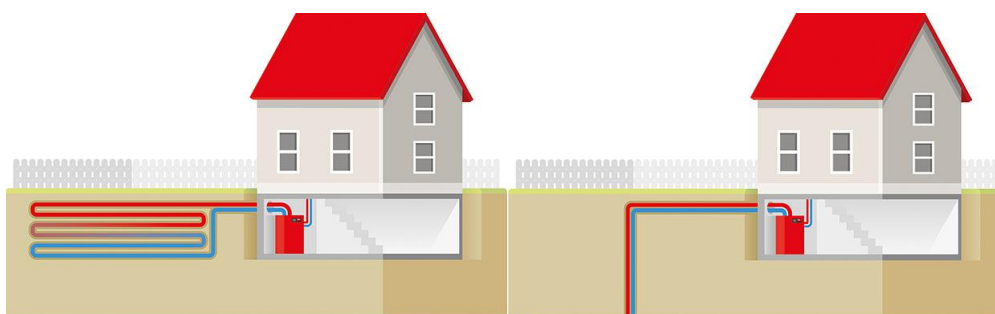
Radne tvari, kao rashladni medij moraju se koristiti isključivo plinovi sa svojstvima da na određenoj temperaturi, ovisno o tlaku, mogu biti u svim agregatnim stanjima. Rashladni medij ne smije reagirati niti s jednim sastavom unutar sistema, gustoća bi mu trebala biti što veća, mogu biti hermetički zatvoren unutar sistema, najčešće u nehrđajućim bakrenim cijevima, mora biti neeksplozivan, tako da u slučaju ispuštanja ne bi došlo do eksplozije.

Mora biti neotrovan i po mogućnosti što manje štetan za okoliš. Rashladni medij se miješa sa mazivim uljem kojem rashladni medij mora osigurati kontinuirano putovanje kroz čitav sustav. Ulje ne smije mijenjati svojstva. [1]

4. DIZALICE TOPLINE PREMA TOPLINSKOM IZVORU

4.1. Tlo kao toplinski izvor

Tlo kao izvor topline za dizalice topline predstavlja toplinsku energiju površinskih i podzemnih slojeva Zemlje. Većina te energije dolazi uslijed zračenja Sunca ili izmjenom topline s padalinama, dok se manjim dijelom ta energija dobiva od geotermalne energije Zemlje. Izmjena topline između tla i posrednog medija dizalice topline vrši se preko izmjenjivača topline koji se ukopavaju u tlo. Postoje dvije osnovne izvedbe takvih izmjenjivača: podzemni toplinski kolektori ili toplinska polja te podzemne toplinske sonde. U pravilu, kao posredni medij koriste se rasoline ili glikolne smjese. S takvim medijem onemogućilo bi se smrzavanje u cijevima pri niskim temperaturama. Posredni radni medij preuzima toplinu od tla koje se hladi i predaje je radnoj tvari na isparivaču dizalice topline. Osnovna prednost ovakvih sustava je ta da je tlo kao izvor topline dobar i pouzdan izvor topline s malom varijacijom temperature tijekom cijele godine. [1]

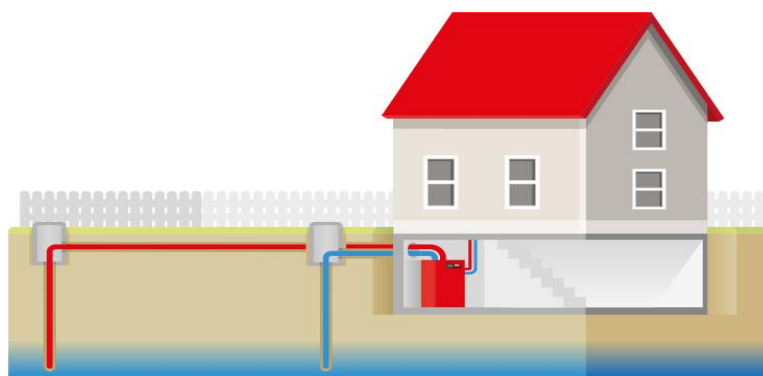


Slika 3. Toplinski kolektori i podzemne toplinske sonde

4.2 Voda kao toplinski izvor

Voda kao toplinski izvor za dizalice topline podrazumijeva toplinsku energiju površinskih voda kao što su potoci, rijeke, kanali, jezera i mora, te podzemnih ili otpadnih voda. Većina te energije potječe od Sunčeve energije, dok manji dio dolazi od raznih procesa, npr. u podzemnim vodama. Za takvo iskorištavanje energije vode koriste se dizalice topline tipa voda - voda. Izvođenje takvog sustava s obzirom na dovođenje vode može se podijeliti na izravni i neizravni sustav. Kod izravnog sustava podzemna voda dobodi se izravno do isparivača topline uz prethodno filtriranje, dok se kod neizravnog ugrađuje dodatni izmjenjivač topline. Ipak, prednost se daje neizravnoj izvedbi, tj. ugradnji dodatnog izmjenjivača topline radi pogonske sigurnosti te lakšeg i efikasnijeg održavanja. Princip rada ovakvog sustava temelji se crpljenjem vode iz jedne bušotine, vodene površine a kroz drugu bušotinu voda se vraća u podzemne slojeve, vodenu površinu. Takav sustav može biti izveden i kod principa tlo – voda, pri čemu je potrebno postaviti podvodni toplinski kolektor kroz koji će strujiti posredni medij, najčešće voda. Da bi se omogućio prijenos vode do isparivača, u oba slučaja potrebno je dimenzionirati cirkulacijsku crpku.

Kod iskorištavanja topline podzemnih voda kao izvor topline, potrebno je izbušiti dvije bušotine na minimalnoj udaljenosti od 15 m. Ponorna bušotina mora biti nizvodno(gledajući u smjeru toka vode) od crpne bušotine. Minimalni protok podzemne vode trebao bi biti 2m³ /h, što se može postići već kod 5 m dubine, ovisno o hidrogeološkim značajkama. Ovakvim sustavima najčešće se postižu učini od 8 – 40 kW. Kod izvođenja ovakvih bušotina radove izvode specijalizirane tvrtke, te za takve bušotine potrebno je imati niz dozvola a u nekim je zemljama njihova primjena čak i zabranjena radi zaštite podzemnih voda. [1]

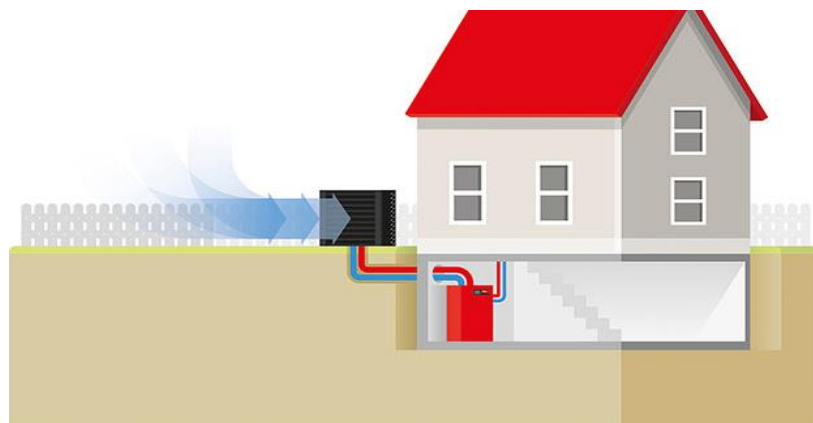


Slika 3. Voda kao toplinski izvor

4.3. Zrak kao toplinski izvor

Primjena dizalica topline sa zrakom kao toplinskim izvorom vrlo je raširena pojava te se često primjenjuju diljem svijeta. Kad se govori o zraku kao toplinskom izvoru misli se na energiju okolnog zraka, otpadnog, istrošenog, onečišćenog iz sustava ventilacije i klimatizacije ili zraka iz raznih procesa poput sušenja i sl. Problem koji nastaje kod zraka kao toplinskog izvora je nepodudarnost vremena i potreba za toplinom, tj. kod najveće potrebe za toplinom, vanjske temperature su niske i obratno. Dizalice topline koje iskorištavaju toplinsku energiju zraka rade po principu zrak – voda i zrak – zrak. Princip rada zrak – zrak obično se primjenjuje u klima-uređajima. Kod dizalica topline zrak – voda dobivena se toplina može koristiti u sustavima toplovodnog grijanja ili klimatizacije npr. u klima-komorama. Prema izvedbi dizalica topline sa zrakom kao toplinskim izvorom pojavljuju se u tri osnovne izvedbe: za postavljanje u zatvorenom prostoru (kotlovnice, strojarnice itd.), za postavljanje na otvorenom te u odvojenoj izvedbi u tzv. split sustavu.

Osnovni nedostatak ovih izvedbi dizalica topline je buka koja nastaje uslijed rada ventilatora, koji dovodi zrak do isparivača. U novijim izvedbama dizalica topline ovaj problem se sve više smanjuje. Osim buke, problem se javlja i kod vrlo niskih vanjskih temperatura, pa treba uzeti u obzir i faktor grijanja dizalica topline koji značajno opada snižavanjem vanjske temperature. Kako bi se riješio taj problem, potrebno je u sustav ugraditi dodatni izvor topline koji bi kod niskih temperatura dovodio toplinu. Obično se u takvim slučajevima ugrađuje plinski bojler. Niskim temperaturama može se smatrati temperatura od -7°C , no danas već imamo dizalice topline s radom pri vanjskim temperaturama do -25°C , poneke i niže. [1]



Slika 4. Zrak kao toplinski izvor

5. NAČINI RADA DIZALICE TOPLINE

Prema izvedbi generatora toplote poznati su sljedeći načini dizalice topline:

- Monovalentni način rada;
- Bivalentno - paralelni način rada;
- Bivalentno - alternativni način rada.

5.1. Monovalentni način rada

Ovaj način rada dizalice topline podrazumijeva da cjelokupnu potrebu objekta za toplotom tijekom sezone grijanja pokriva isključivo dizalica topline. Učinak dizalice topline se projektira prema vanjskoj projektnoj temperaturi zraka. Dizalice topline povezane s tлом rade kao monovalentni sistemi. Jedna od prednosti monovalentnog načina rada je i manje zauzimanje prostora, odnosno nema potrebe za plinskom instalacijom, dimnjakom ili spremnikom loživog ulja. [4]

5.2. Bivalentno-paralelni način rada

Pri ovom načinu rada je do određene vrijednosti vanjske temperature zrak jedini izvor toplote. Daljnjim padom vanjske temperature zraka (npr. -3°C ili niže) uključuje se paralelno još jedan toplotni izvor (npr. plinski bojler). Priključenje drugog toplotnog izvora regulacija vodi prema vanjskoj temperaturi zraka i potrebnom učinku grijanja. Prednost takvog načina rada je mogućnost zadržavanja postojećeg kotla, te veća sigurnost opskrbe zgrade toplotom jer tada postoje dva izvora toplote i dva energenta.

5.3. Bivalentno-alternativni način rada

Ovakav način rada dizalice topline znači da u određenom trenutku u sezoni grijanja (bivalentnoj točki), dodatni izvor toplote preuzima pokrivanje cjelokupnih potreba zgrade za toplotom, dok se dizalica toplote isključuje. Bivalentna točka odgovara nekoj vrijednosti niske vanjske temperature zraka. Ovaj način sistema grijanja koristi se za zgrade s radijatorima kao ogrjevnim tijelima, temperaturnog režima $90/70^{\circ}\text{C}$. Do određene vrijednosti vanjske temperature zraka, dizalica topline je jedini izvor toplote, koja ovisno o karakteristikama grijanja odgovara temperaturi polaznog voda maks. 55°C . Daljnjim padom vanjske temperature zraka uključuje se drugi izvor topline i on je dalje jedini u radu (npr. plinski bojler). Točka preokretanja izbora sistema

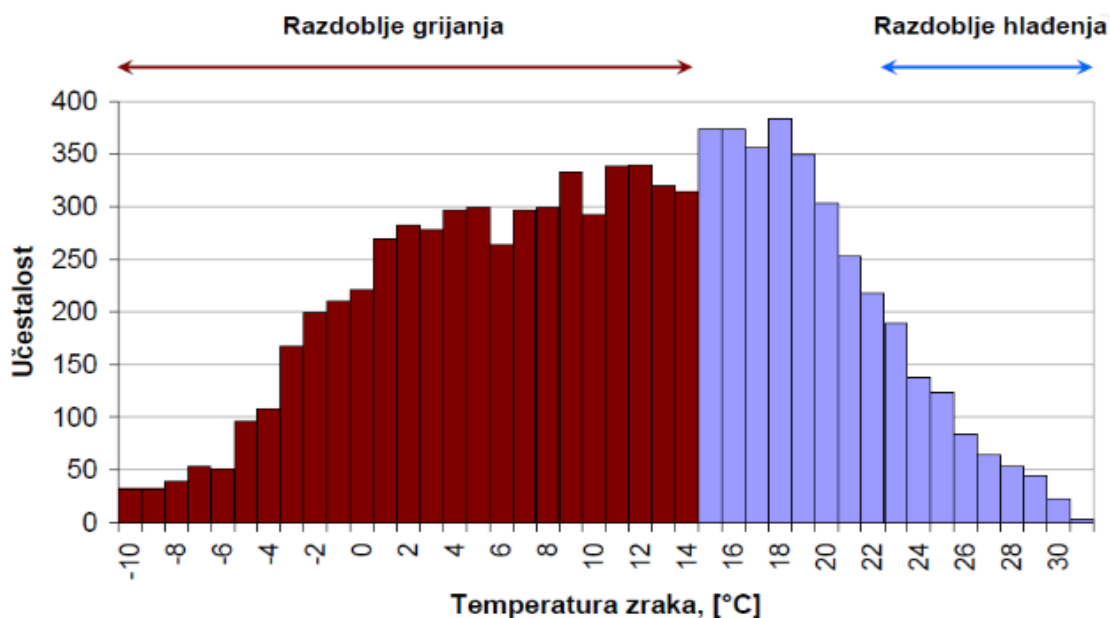
grijanja u ovom primjeru iznosi -1°C . Djelomični bivalentno-usporedni način rada dizalice topline znači da se u određenom trenutku u sezoni grijanja (tački uključivanja), uključuje dodatni izvor toplote koji zajedno sa dizalicom topline služi za pokrivanje potreba zgrade toplotom, a zatim se ona (u tački isključivanja) isključuje pa dodatni izvor toplote pokriva cjelokupne potrebe za toplotom. [4]

6. PROJEKTIRANJE I IZVOĐENJE DIZALICA TOPLINE OVISNO O MJESTU UGRADNJE

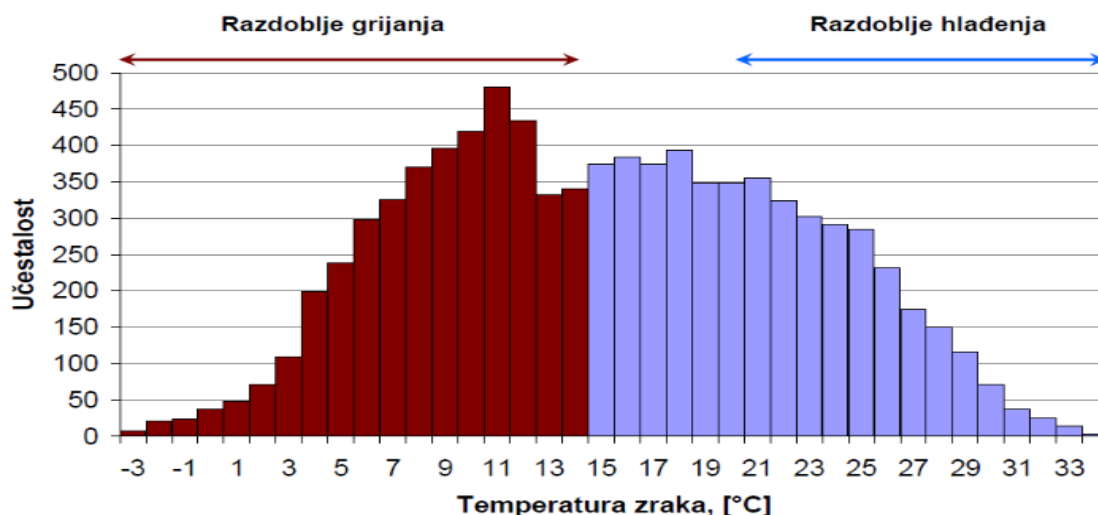
Najvažniji dio pri odabiru dizalice topline je dimenzioniranje i projektiranje sustava grijanja i hlađenja za pojedinu stambenu jedinicu. Izuzetno je važno da se i prilikom samog projektiranja zgrade uzme u obzir niz faktora koji uvelike mogu smanjiti potrebu za energijom. Projektiranjem same zgrade treba obratiti pozornost na:

- položaj zgrade i razvrstavanje prostorija u zgradi
- vanjska stolarija
- izolacije zgrade

Prilikom projektiranja i izvođenja trebamo imati na umu gdje mislimo izvoditi dizalicu topline. Učestalost pojava temperatura zraka za razdoblje grijanja i hlađenja u BiH možemo vidjeti na slici 5.



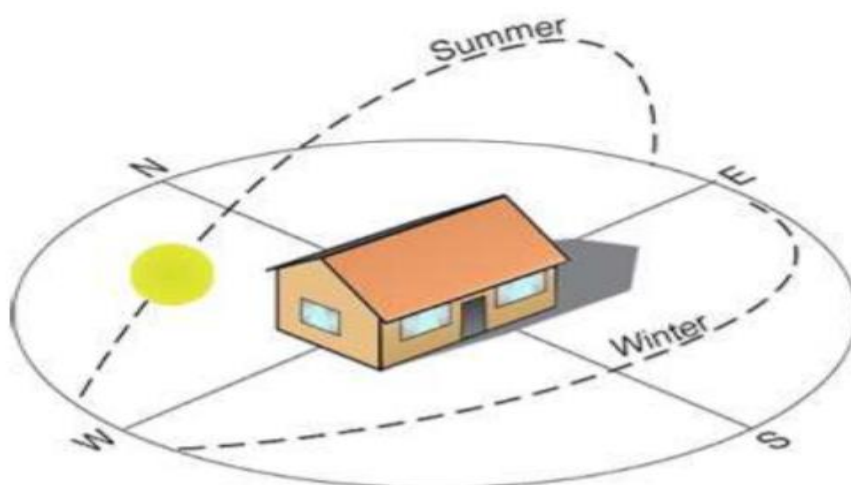
Slika 5. Učestalost pojava temperature zraka za kontinentalnu Hrvatsku



Slika 6. Učestalost pojave temperature zraka za primorsku Hrvatsku

6.1. Položaj zgrade

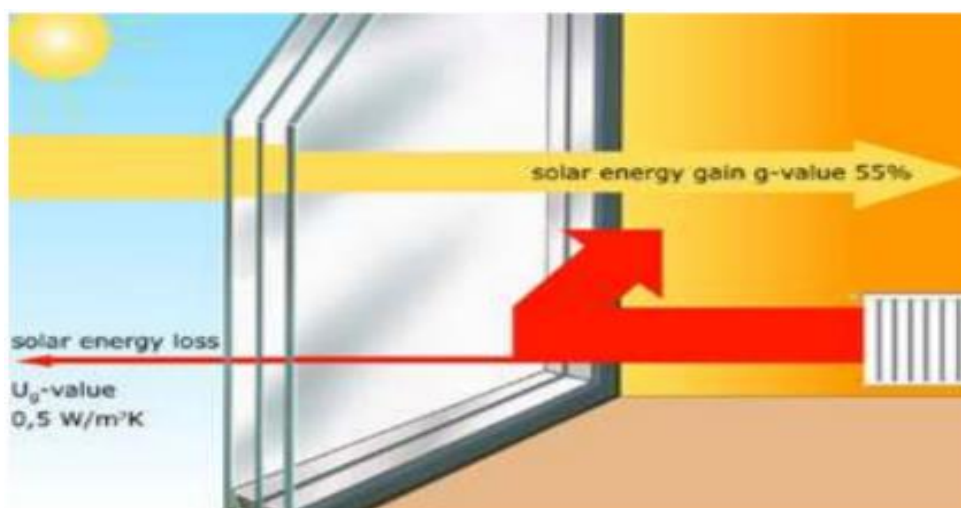
Položaj zgrade se u pravilu orijentira prema jugu, također preporučljivo je obratiti pažnju na povišen teren, visoke građevine, gusto zimzeleno drveće I slične barijere koje bi mogle biti prepreka prolasku sunčevih zraka. Značajan dio energije za grijanje zgrada dobiva se insolacijom⁶, tako da je jako bitno da su prostorije u kojima dnevno najviše boravimo najizloženije suncu. Iznimno je korisno da je jedna strana krova okrenuta prema jugu zbog solarnih kolektora. Također, na južno pročelje postavljaju se veliki prozori kako bi se maksimizirali dobici sunčeva zračenja. Iznad južnih prozora postavlja se mudro projektirano sjenilo koje štiti od visokog ljetnog sunca, a dopušta ulaz sunčevih zraka zimi, kada je sunce na horizontu niže. Prozori prema sjeveru u načelu su manjeg opsega.



Slika 7. Položaj ulaza sunčevih zraka ljeti i zimi

6.2. Vanjska stolarija

Kvalitetna vanjska stolarija doprinosi smanjenju gubitka energije iz ovojnice zgrade. Obično se kombinira trostruko low-e staklo punjeno inertnim plinom sa zračnim začepljenjem i sa specijalno razvijenim termički lomljenim prozorskim okvirima. Prozori zgrade moraju biti dobro brtvljeni da je nekontrolirani prolaz zraka između dva profila sveden na minimum. Istovremeno, takvi prozori propuštaju sunčeve zrake kojima se zimi zagrijava unutrašnjost objekta, što je u dobro izoliranim građevinama iznimno značajan i besplatan dobitak toplinske energije. Prozori i vanjski zid igraju veliku ulogu u toplinskim gubicima zgrade jer zajedno čine preko 70 posto ukupnih toplinskih gubitaka kroz ovojnicu zgrade.



Slika 8. Trostruko low-e staklo

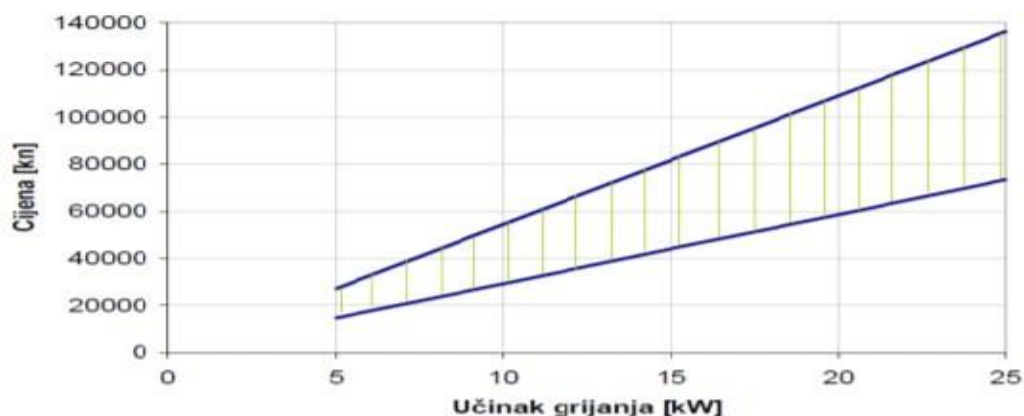
6.3. Izolacija zgrade

Adekvatnom izolacijom zgrade značajno se smanjuje gubitak topline kroz zidove, krov i pod. Može se koristiti široki izbor materijala za toplinsku izolaciju kako bi se postigla potrebna visina R vrijednosti, niske U-vrijednosti. Posebnu pažnju treba predati uklanjanju toplinskih mostova. Poboljšanjem toplinsko-izolacijskih karakteristika zgrade moguće je značajno postići smanjenje ukupnih gubitaka topline građevine.

Toplinski otpor (oznaka: R) izražava otpor materijala prolasku topline
Koeficijent prolaska topline (oznaka: U)

6.4. Troškovi ulaganja

Cijena dizalica topline raste zavisno o učinku grijanja koju ona može proizvesti. Troškovi dizalice topline nisu fiksni, tj. ovise o mjestu ugradnje, vrsti te je cijena za svaki objekt specifična. Okvirnu cijenu prilikom kupnje možemo saznati iz grafa na slici 6.



Slika 9. Cijena dizalice topline u ovisnosti o učinku grijanja

6.5. Dimenzioniranje i odabir dizalica topline

Dimenzioniranje, projektiranje i izvođenje sustava u kojima se kao izvor toplinskog i rashladnog učinka koristi dizalica topline složeno je i zahtijeva znanja iz tehnike grijanja i hlađenja, građevinarstva, regulacije, te geologije i rudarstva kod izvođenja bušotina. Osnovna veličina na osnovu koje se dimenzioniraju i projektiraju sustavi koji koriste dizalice topline je toplinski učinak koji se određuje na osnovi potreba za toplinom za grijanje, odnosno toplinskih gubitaka ili toplinskog opterećenja zgrade.

Toplinsko opterećenje zgrade, odnosno prostorija u njoj određuje se postupkom propisanim normama. Osnovni cilj takvog proračuna je određivanje toplinskih gubitaka koji se koriste pri određivanju toplinskog opterećenja zgrade. Pri proračunu projektnih toplinskih gubitaka zgrade promatraju se transmisijski toplinski gubitci (provođenje topline kroz plohe) i ventilacijski toplinski gubitci (strujanje zraka). [6]

Pri dimenzioniranju i projektiranju ovakvih sustava potrebno je odabrati i toplinski izvor za dizalice topline. Pri tome se u obzir uzimaju razni čimbenici, ali najvažniji od njih su svojstva toplinskog izvora (termodinamička svojstva, raspoloživost na mjestu ugradnje), početna ulaganja u iskorištavanje izvora (cijena opreme, složenost radova), te pogonski troškovi pri iskorištavanju nekog izvora. [6]

Uz sve to treba uzeti u obzir i da li se radi o novogradnji ili postojećoj zgradi, te njezinoj potrebi za energijom cijele godine (grijanje i hlađenje). Poredak učestalosti primjene toplinskih izvora za dizalice topline u većini europskih zemalja je:

- Okolni zrak;
- Otpadni zrak;
- Površinski slojevi tla;
- Duboki slojevi tla;
- Podzemne vode.

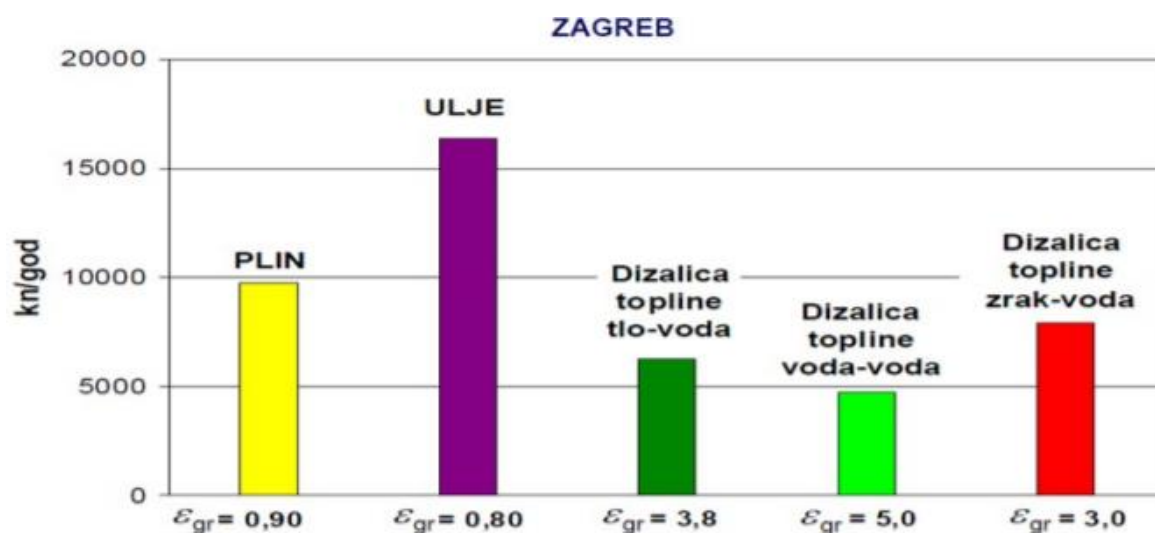
Jednadžba iz koje proizlazi proračun ukupnih toplinskih gubitaka, tj. toplinskog opterećenja objekta:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} [W],$$

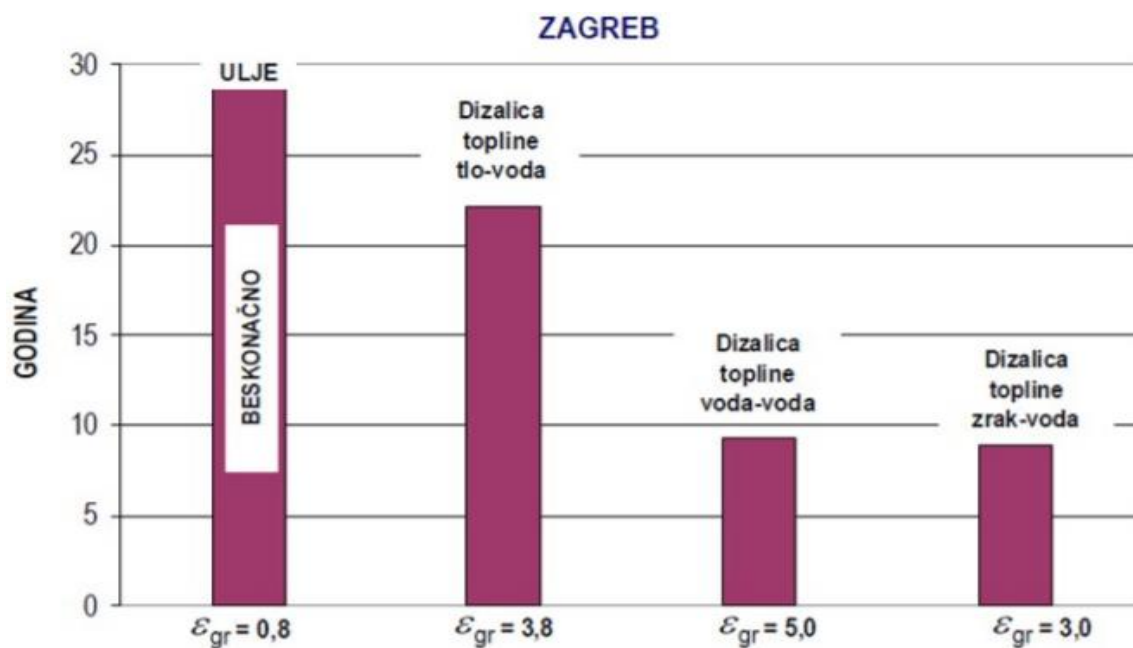
pri čemu su: $\Phi_{T,i}$ – transmisijski gubici [W] $\Phi_{V,i}$ – ventilacijski gubici [W]

7. EKONOMSKA ANALIZA

Primjer ekonomske analize grijanja i hlađenja obiteljske kuće u Zagrebu.



Slika 10. Pogonski troškovi grijanja za obiteljsku kuću u Zagrebu



Slika 11. Povrat ulaganja za investicijske i pogonske troškove za obiteljsku kuću u Zagrebu

Iz ekonomske analize za obiteljsku kuću u Zagrebu vidimo da je grijanje na plin i ulje najskuplje te je povrat ulaganja za investicijske i pogonske troškove beskonačan. Grijanje pomoću dizalice topline je jeftinije od grijanja na plin i ulje te je najefikasnija dizalica toplina voda-voda koja bi se trebala isplatiti nakon 9 godina. [5]

8. ZAKLJUČAK

Dizalice topline smatraju se jednim od najučinkovitijih uređaja za dobivanje toplotne energije, a osobito su česte u bogatijim zemljama s razvijenom visokom ekološkom svijesti. Važan poticaj u razvijenim zemljama je i uređeno zakonodavstvo, prije svega na području obnovljivih izvora energije, te državne potpore za obnovljive izvore energije. Cijene sistema s toplinskim pumpama u BiH su na žalost još uvijek jako visoke. Razloga ima više, a oni najizraženiji su: nedostatak državnih poticaja za primjenu obnovljivih izvora energije, relativno visoke cijene uređaja i radova koje su rezultat malog broja proizvođača dizalica toplina i educiranih izvođača radova. Bez obzira na brojne poteškoće i nelogičnosti u sistemu, dizlice topline ipak i u BiH doživljavaju sve veću ekspanziju. U razvijenim zemljama Europe obnovljivi izvori energije zauzimaju značajno mjesto u energetske politici. Za očekivati je da će isto dogoditi i kod nas kod pridruživanja BiH Europskoj uniji. Do tada, štednja energije i zaštita okoliša primjenom obnovljivih izvora energiji ostaje na razini razvijenosti naše savjesti i na našim financijskim mogućnostima.

LITERATURA

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

[2] http://www.eko-puls.hr/Toplinske_pumpe.aspx

[3] https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinske_pumpe

[4] <https://mcsolar.hr/toplinske-pumpe/>

[5] <https://canupub.me/Docs/2012/245Obnizvenergije/Obnovljivi%20izvori%20energije%20%2015.%20Dario%20Hrastovi%C4%87.pdf>

[6] https://www.klimakoncept.hr/hr/podrskazelim_dizalicu_topline__kako_u_realizaciju_sve_sto_treba_znati_za_pokretanje_investicije/1531/135

POPIS SLIKA I DIJAGRAMA

<https://www.gradimozadar.hr/vijesti-gradevina/2402-koju-dizalicu-topline-kupiti>

http://www.eko-puls.hr/Toplinske_pumpe.aspx

<https://www.thermal-master.com/toplotna-pumpa.html>

<https://www.legalizacija.ba/projektiranje-i-gradnja-pasivnih-objekata/>

<http://genderi.org/tkalec-marko-dizalice-topline-i-njihova-ekonomska-isplativost.html>