

UPORABA TOPLOTNIH ČRPALK V SISTEMIH PREZRAČEVANJA, OGREVANJA IN HLAJENJA NEH IN PH

Z izboljšanjem toplotne zaščite se zmanjšujejo tudi specifične toplotne izgube. Te se od nekdanjih 100 W/m^2 pri klasičnih zgradbah, postopoma pomikajo na približno 40 W/m^2 , kar velja za nizkoenergijske hiše (NEH). Tako eno družinska NEH stanovanjske površine 100 m^2 potrebuje za ogrevanje vir toplote moči med 4 in 5 kW. Še nižje specifične toplotne izgube imajo pasivne hiše (PH), ki znašajo 10 W/m^2 , kar pomeni, da za stanovanjsko površino 100 m^2 potrebujemo za ogrevanje vir toplotne moči le 1 do 1,5 kW. Zaradi tako manjših moči, kotlovnica ni potrebna. Iz omenjenih razlogov se vgrajujejo sistemski kompaktni toplotni moduli, ki vsebujejo prezračevalno napravo z rekuperacijo toplote, predgrevanje vpihovanega zraka s toplotno črpalko, grelnik sanitarne vode s priklopom na sprejemnike sončne energije ter toplotno črpalko zrak – voda z električnim dogrevanjem.

1. Raba energije za ogrevanje, toplotne izgube, izmenjava zraka

Z uveljavitvijo novega Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije (Ur.l.št. 42/2002) je predpisana največja letna raba energije za ogrevanje. Za stavbe to pomeni med 60 in $80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ oziroma trikrat manj glede na letno rabo obstoječega stanovanjskega fonda.

Trend zmanjševanja porabe energije se še vedno nadaljuje. V tujini so že dalj časa prisotne nizkoenergijske hiše (NEH), ki porabijo za ogrevanje letno $20 - 55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Mednje prištevamo tudi tako imenovane 3 - litrske hiše, ki porabijo letno za ogrevanje manj kot $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Še manjšo letno rabo energije za ogrevanje imajo pasivne hiše (PH) in sicer manj kot $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Specifične toplotne izgube so sestavljene iz toplote potrebne za pokrivanje transmisijskih in prezračevalnih izgub. Zmanjšanje transmisijskih toplotnih izgub dosežemo z primerno toplotno izolacijo ovoja stavbe. Z zmanjšanjem transmisijskih izgub narašča delež prezračevalnih izgub. Te izgube je možno zmanjšati z boljšo zatesnitvijo zgradbe. To pomeni, da več ni možno zagotoviti naravno izmenjavo zraka, potrebno za zdravje in prijetno počutje stanovalcev, temveč lahko optimalno izmenjavo zraka in s tem minimalne prezračevalne izgube, dosežemo le z mehanskim prezračevanjem. S sodobnim prezračevalnim sistemom se tako odpovemo prezračevanju skozi okna in nekontroliranim toplotnim izgubam. Specifične toplotne izgube za NEH in PH so prikazane v tabeli 1.

Tabela 1

Vrsta hiše	Specifične toplotne izgube (W/m ²)	Izmenjava zraka
NEH - nizkoenergijska hiša	< 40	$n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$
3 - litrska hiša	20	$n_{50} < 1,0 \text{ h}^{-1}$
PH - pasivna hiša	< 10	$n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$

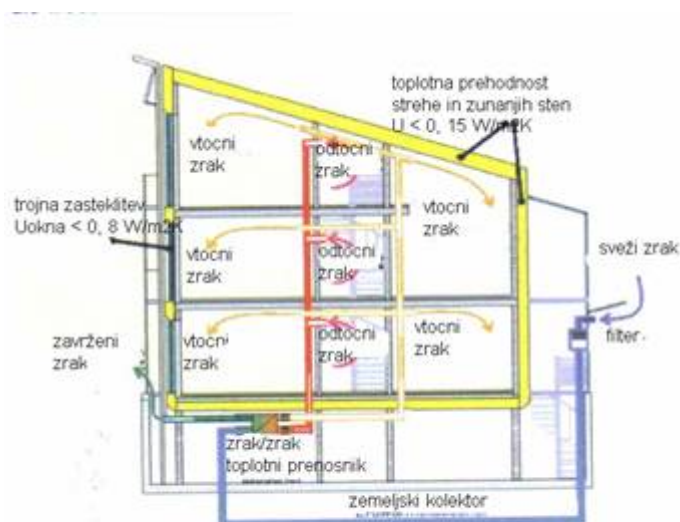
Ciljna izmenjava zraka v NEH znaša $n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$. Pri PH je izmenjava zraka $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$, kar pomeni, da se celotna količina v stavbi zamenja vsaki dve uri. Tesnost zgradbe se dokazuje z »Blower - Door« testom, kjer se z ventilatorjem ustvarja nadtlak/podtlak 50 Pa med notranjostjo stavbe in okolico. Pri uporabi prezračevalnih naprav z rekuperacijo toplote je potrebna izmenjava zraka $n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$.

2. Kontrolirano prezračevanje, potrebna izmenjava zraka, rekuperacija toplote

Primerno kakovost zraka dosežemo z prezračevanjem, ki je potrebno predvsem zaradi odstranjevanja škodljivih snovi in različnih vonjav. Z povečevanjem izolacije lahko zmanjšamo "U" - vrednost na minimum, želenih vrednosti porabljene energije za ogrevanje pasivne hiše (pod 15 kWh/m²a) pa ne dosežemo. Šele z uporabo kontroliranega prezračevanja, dosežemo zelene vrednosti glede rabe energije za ogrevanje prostorov. Kontrolirano prezračevanje ponuja še sledeče prednosti:

- prijetno in zdravo klimo (vedno sveži zrak tudi pri zaprtih oknih),
- primerno zvočna izolacijo, ker se okna lahko zaprta,
- preprečevanje nastanka plesni,
- odvod vodne pare in neprijetnih vonjav iz kuhinje in sanitarij,
- prihranek energije pri napravah z rekuperacijo toplote.

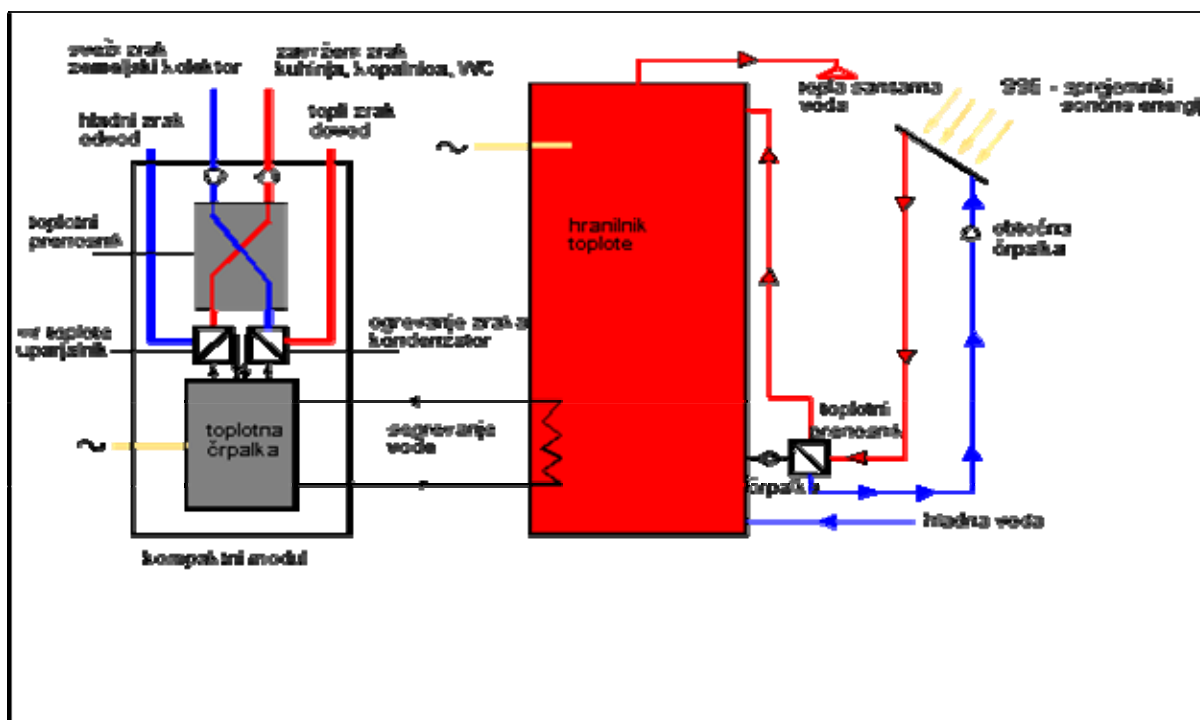
Da zmanjšamo izgube zaradi prezračevanja je potrebno samo izrabiti toplotno energijo, ki jo vsebuje že segreti zrak v prostoru in ga moramo zaradi izrabljenosti odvajati. Z realizacijo kontroliranega prezračevanja dovajamo v prostor sveži zrak, ki ga pred vstopom v bivalni prostor segrejemo s toploto izrabljenega zraka in ga nato segretega dovajamo nazaj v prostor. Že ohlajen izrabljen zrak pa odvajamo iz objekta. Na sliki 1 je prikazano kontrolirano prezračevanje PH.



Slika 1 Kontrolirano prezračevanje PH

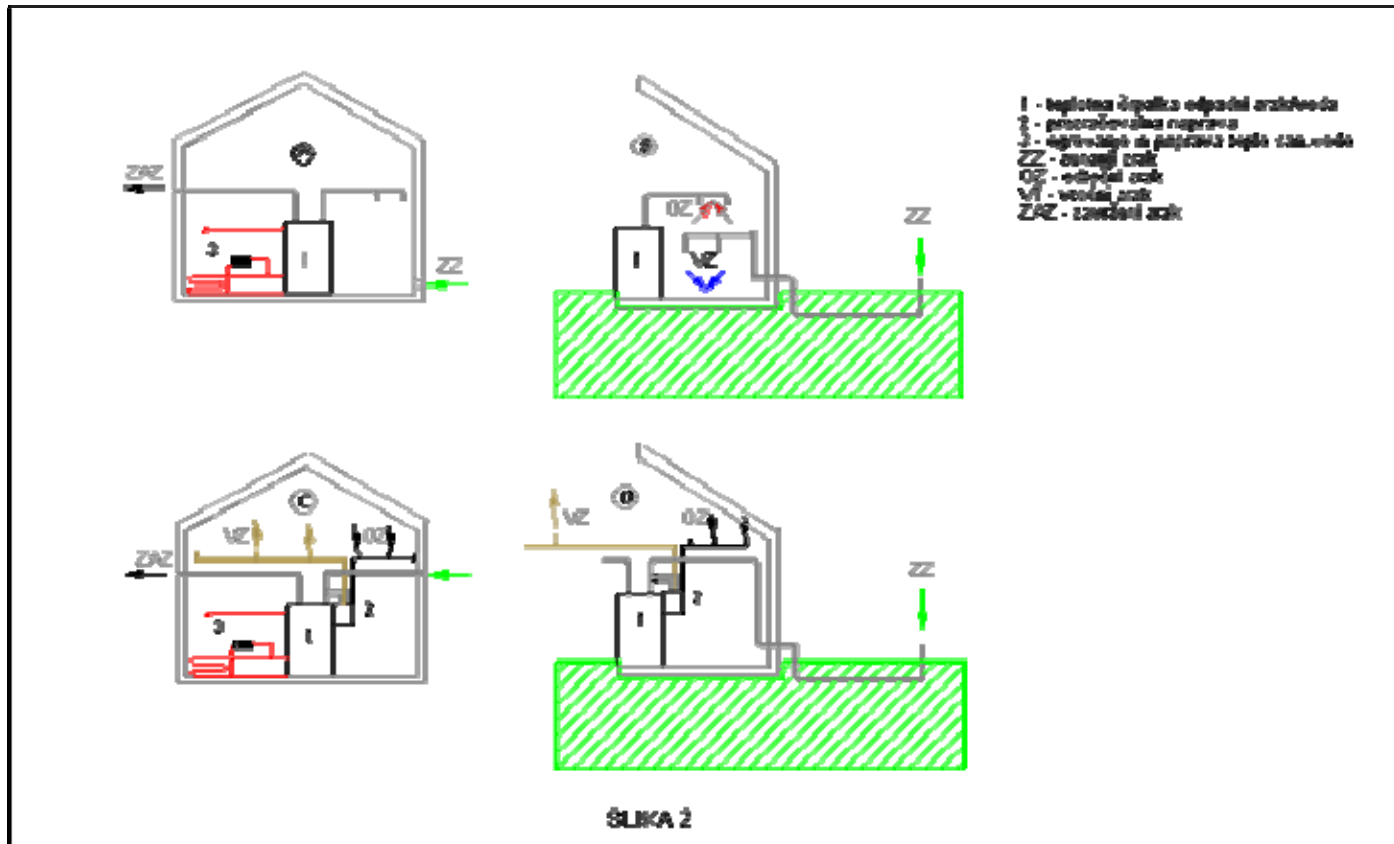
3. Toplotna črpalka za prezračevanje, ogrevanje in hlajenje

Za ogrevanje in prezračevanje NEH IN PH vgrajujemo posebne toplotne kompaktne enote, ki vsebujejo prezračevalno napravo z rekuperacijo toplote, hranilnik toplote (grelnik sanitarne vode) s priklopom na sončne sprejemnike toplote, toplotno črpalko zrak/voda in električnim dogrevanjem ter predgretje vtočnega zraka s toplotno črpalko. Osnovna shema je prikazana na sliki 1a.



Slika 1 a Kompaktni toplotni modul

Na sliki 2 so prikazane možnosti uporabe toplotne črpalke za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje prostorov.



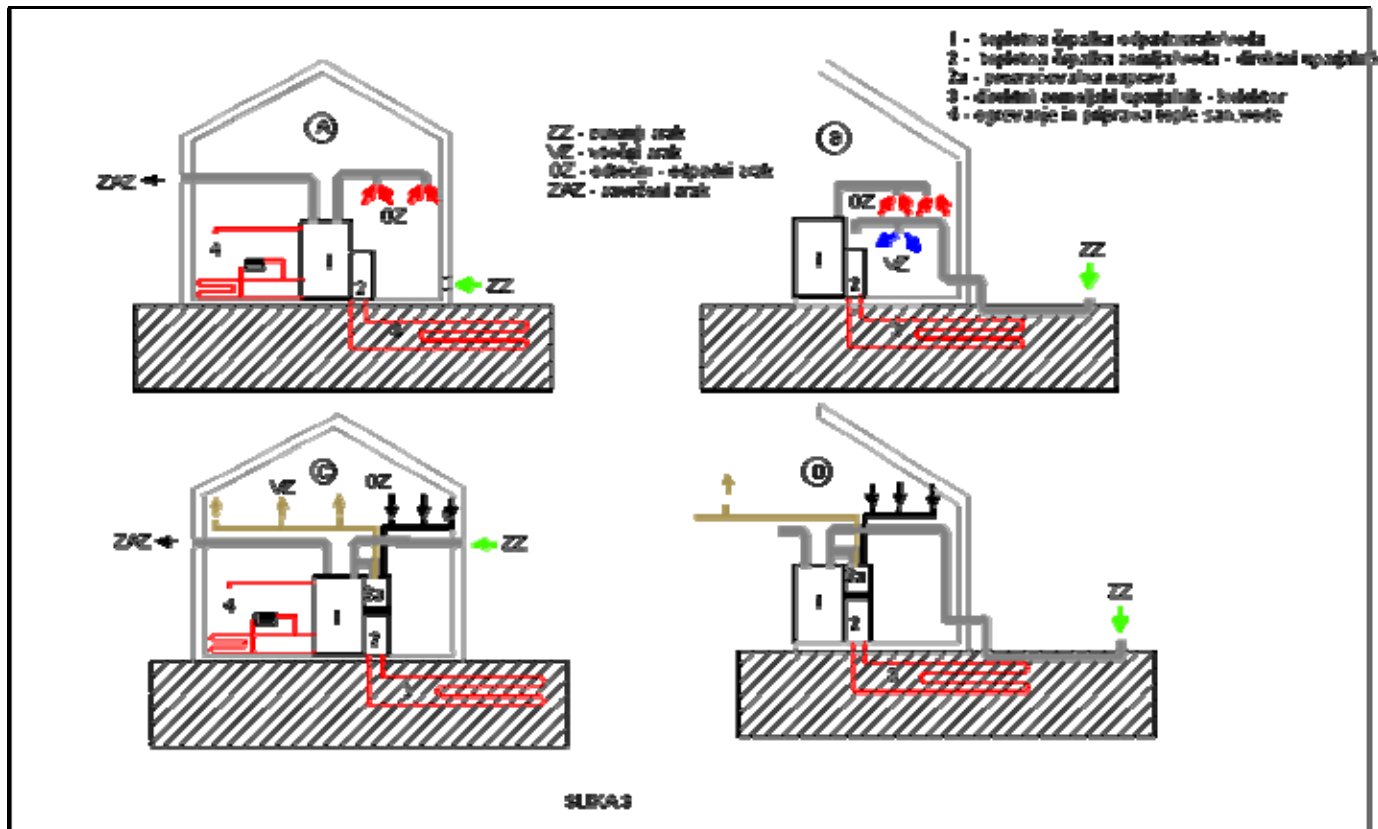
Toplotna črpalka za izkoriščanje odpadne toplote prezračevanja (slika 2) ima vgrajen 200 litrski grelnik sanitarne vode, električni grelnik za dodatno ogrevanje (11,6 kW), procesorsko regulacijo in priključke za odvod zraka iz prostorov. Dovod svežega zraka je izveden z vgrajenimi termostatskimi ventili, ki samodejno pripravijo količino svežega zraka glede na nižjo zunanjo temperaturo. V ohišje grelnika vode vgrajena toplotna črpalka moči 2,4 kW izkorišča toploto odpadnega - odtočnega zraka, s pridobljeno toploto pa segreva sanitarno vodo in ogrevno vodo za talno ogrevanje.

Za dodatno ogrevanje je vgrajen električni grelnik. Za izkoriščanje odpadne toplote prezračevalnega sistema (zrak ohlajamo s toplotno črpalko od 20 °C na 5 °C) lahko osnovni napravi priključimo še prezračevalno napravo z rekuperacijo toplote (slika 2 c in 2 d).

Za preprečevanje zmrzovanja kondenzata pri nizkih zunanjih temperaturah se prezračevalni napravi priključi zemeljski toplotni prenosnik - kolektor ali električni grelni register. Ta v zimskem času predgreje zunanji zrak, v poletnem času pa ga ohladi (naprava obratuje brez rekuperacije toplote). Zemeljski toplotni prenosnik se položi v zemljo v globini približno 1,2 m in pod določenim padcem proti stavbi (približno 2 %). Izdelan je iz PE cevi premera 200 mm in dolžine 20 do 50 m. Lahko se položi tudi več vzporednih cevi v razmiku 1 m manjšega premera. Za suha in peščena je potrebno položiti večjo dolžino kot

za mokra tla. Hitrost zraka v ceveh je od 1 do 1,5 m/s, zajem zraka pa mora biti preko filtra minimalno 1,5 m nad tlemi.

Na sliki 3 a in 3 b je prikazana izvedba sistemske kompaktne enote - toplotnega modula, kjer je osnovni izvedbi priključena še toplotna črpalka zemlja/voda in voda/voda moči od 5 do 11,6 kW z direktnim uparjalnikom ali toplotna črpalka z indirektnim uparjalnikom solnica/voda moči 10,6 kW. Na sliki 3 c in 3 d je prikazana izvedba, kjer je priključena še prezračevalna naprava.



Izgled sistemske kompaktne enote - toplotnega modula 0je prikazan na sliki 4 .

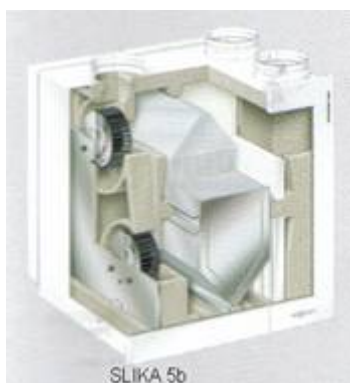


SLIKA 4

Razen izvedb sistemskih kompaktnih toplotnih modulov, ki so prikazani na sliki 4, so možne tudi ločene izvedbe toplotne črpalke z integriranim grelnikom vode (slika 5 a). Na sliki 5b je prikazan prezračevalni modul - križno protismerni prenosnik toplote.



SLIKA 5a



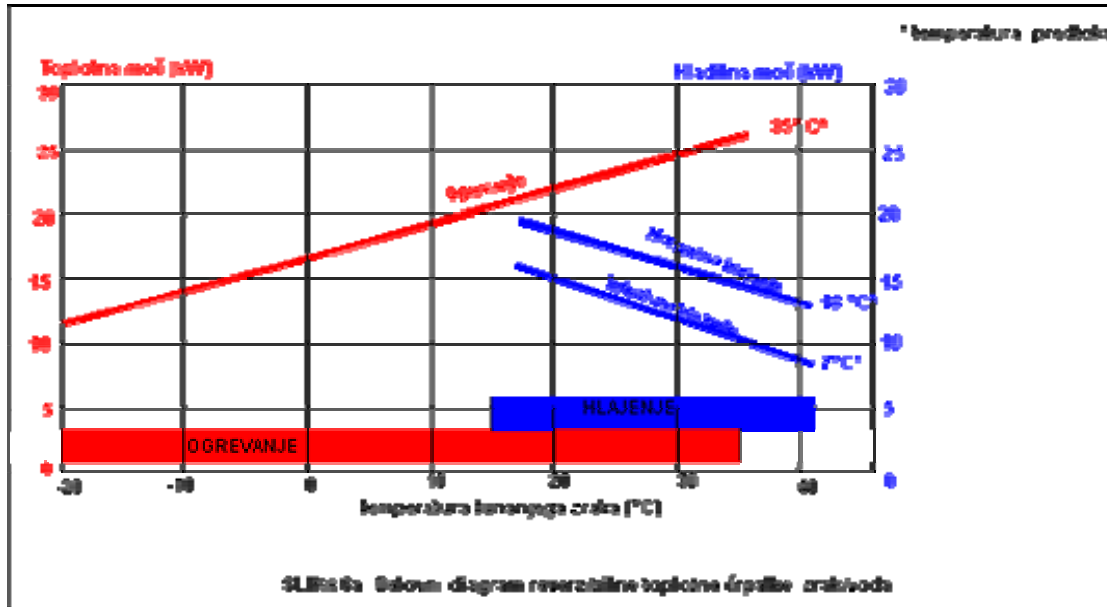
SLIKA 5b

Pri hlajenju prostorov glede na hladilna telesa ločimo:

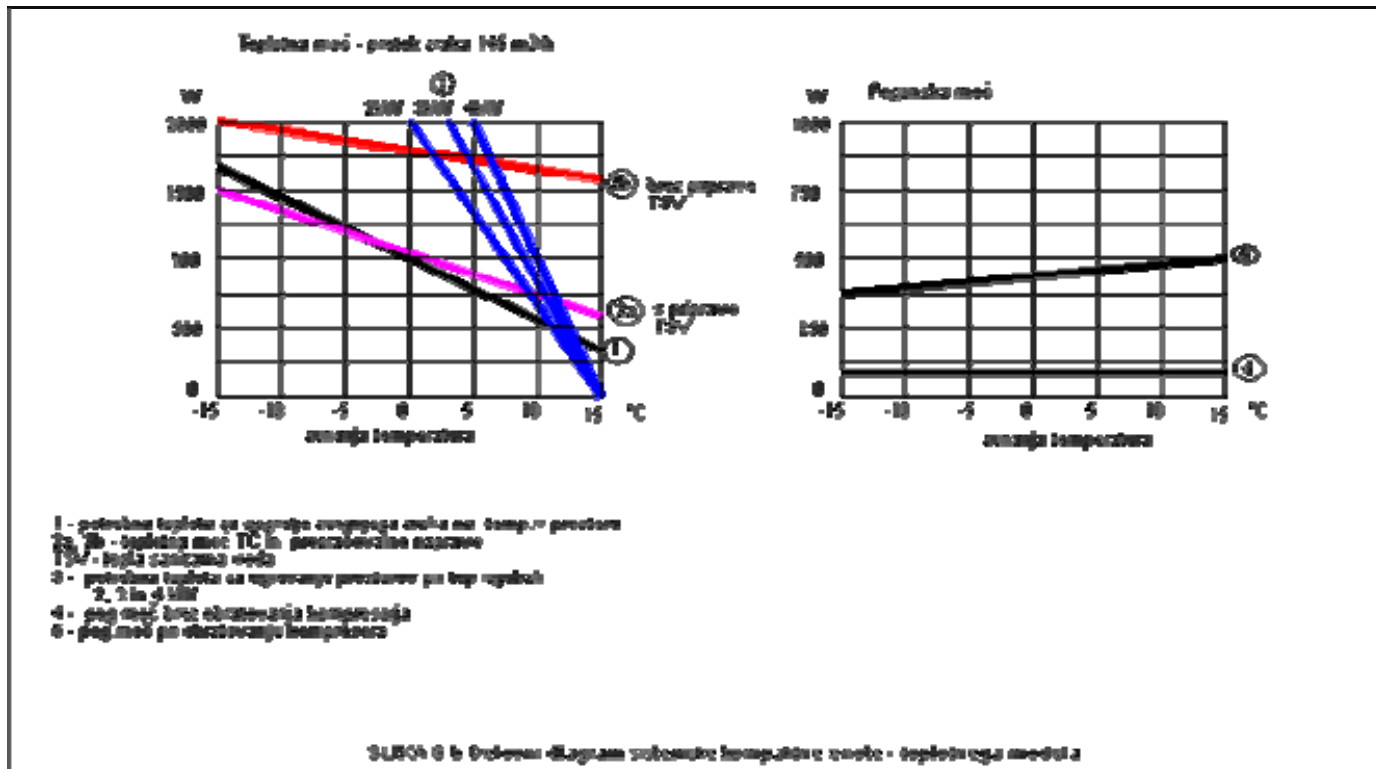
- Hlajenje se izvaja s hladilno vodo s temperaturo nad rosiščem. Ta način je predviden za hlajenje prostora preko tal, stropa in sten.
- Hlajenje z ventilatorskimi konvektorji. Temperatura hladilne vode je lahko tudi nižja od temperature rosišča. Na ta način se temperatura hlajenemu zraku zniža zaradi senzibilnega in

latentnega prenosa toplote, kar pomeni tudi istočasno razvlaževanje zraka.

Slika 6 a prikazuje karakteristiko TČ zrak voda v reverzibilni izvedbi (gretje - hlajenje).



Na sliki 6 b je prikazan delovni diagram sistemske kompaktne enote - toplotnega modula s prezračevalno napravo z rekuperacijo toplote.



Glede na funkcijo toplotne črpalke ločimo:

- pasivno hlajenje.
- aktivno hlajenje.

Pri pasivnem hlajenju koristimo razpoložljiv medij na nizkem temperaturnem nivoju (talna voda, zemlja, itd.). Toploto prenašamo preko toplotnega prenosnika na hladilno/ogrevalni sistem. Pri tem kompresor TČ ne deluje (je pasiven).

3.1. Pasivno hlajenje

Pri pasivnem hlajenju poznamo te izvedbe:

a) Izvedba s talno vodo

Pri pasivnem hlajenju s talno vodo moramo zagotoviti, da se voda ne segreje pri vračanju v vodnjak za več kot 6°C, prav tako pa mora biti voda kemično neoporečna .

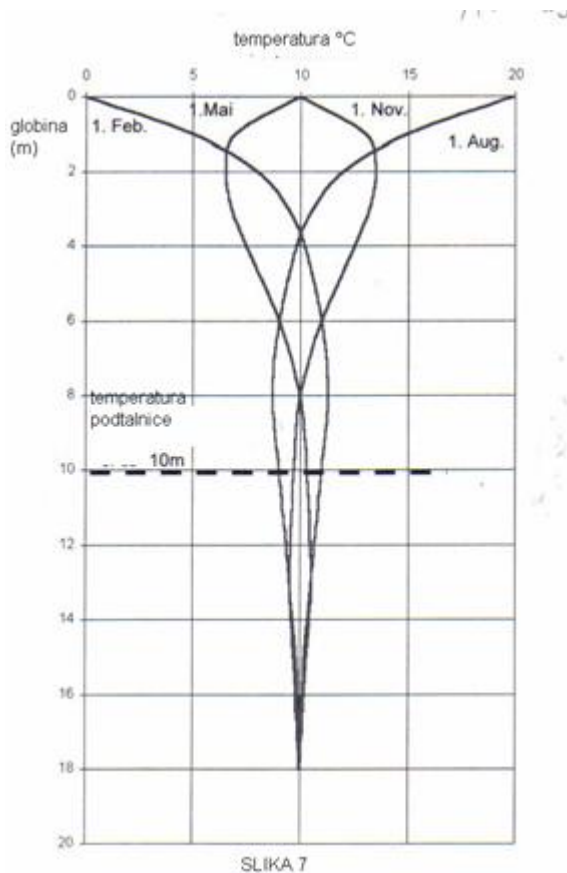
b) Izvedba z zemeljskimi kolektorji

Zemeljski kolektorji so zadovoljivi hladilni vir za pasivno hlajenje, čeprav se včasih dogaja, da je temperatura zemlje poleti previsoka za učinkovito hlajenje. Poleg tega lahko pride do sušenja zemlje v okolici cevi, kar poslabša prenos toplote še posebej pri koriščenju kolektorjev za ogrevanje.

c) Izvedba z zemeljsko sondo

Temperatura povratne vode iz zemeljske sonde znaša približno 10°C in je primerna za potrebe hlajenja prostorov. Vendar je ta način hlajenja smiselno koristiti samo nekaj dni v letu, ker lahko stalna uporaba privede do pregretja in sušenja okolice zemeljske sonde (zmanjša se toplotna oddaja zemeljske sonde v ogrevalni sezoni). Pri dolgotrajnejši uporabi zemeljske sonde za hlajenje, je potrebno glede na ogrevalne potrebe, sondo za približno 30 % predimenzionirati.

Slika 7 prikazuje temperaturni profil zemlje glede na letni čas.



3.2. Aktivno hlajenje

Pri aktivnem hlajenju TČ deluje v reverzibilnem načinu, kar pomeni, da kompresor obratuje. Medij v ohlajevalnem krogotoku se aktivno ohlaja. Izvor toplote sedaj prevzame vlogo ponora, kar dodatno izboljša učinek hlajenja s toplotno črpalko. Maksimalno razpoložljivo hladilno moč v hladilni sezoni je potrebno uskladiti s pasivnim hlajenjem, glede na dovoljeno pregrevanje v okolici sonde.

4. Zaključek

Toplotne črpalke za ogrevanje in hlajenje NEH in PH so primerna izbira, saj je izvor hladu za pasivno hlajenje že zagotovljen (zemlja, vrtina ali zrak). Za aktivno hlajenje pa potrebujemo reverzibilno izvedbo TČ, ki je dražja samo za 5 do 10 %.

Bojan Grobovšek, univ.dipl.inž.str.