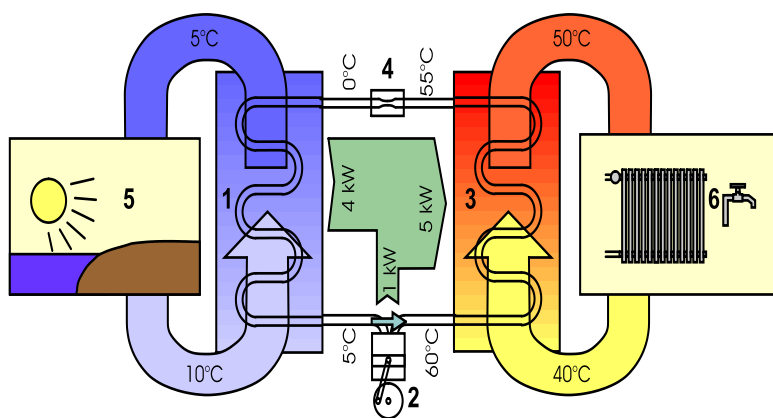


Povzetek

Gradbena praksa je v zadnjih desetletjih zelo napredovala, posledica tega je višja stopnja udobja bivanja v stanovanjskih stavbah hkrati se delež rabe za ogrevanje stavb zmanjšuje, povečuje pa se delež rabe energije za pripravo sanitarne tople vode, hlajenje in prezračevanje. V sodobnih stavbah se za ogrevanje, hlajenje in pripravo sanitarne tople vode kot osrednji generator toplote in hladu pojavlja toplotna črpalka v različnih izvedbah in sistemih od enostavnih do kompleksnih kot so hibridni sistemi za ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in priprave tople vode.

Delovanje toplotne črpalke

Poznamo kompresorske in absorpcijske toplotne črpalke, vendar v gospodinjstvih se uporabljajo predvsem kompresorske, zato bomo v nadaljevanju obravnavali tovrstne toplotne črpalke. Kompresorske toplotne črpalke se v gospodinjstvih uporabljamo že od razvoja kompresorskih hladilnikov dalje, prvi kompresorski hladilnik je bil predstavljen l. 1918, freonski kompresorski hladilniki se je pojavil l. 1931 in prvič se je toplotna črpalka uporabila za ogrevanje že l. 1941. Danes si ne predstavljamo stanovanja brez hladilnika, hladilne skrinje, uporaba toplotnih črpalk v gospodinjstvih se je razširila iz hladilnikov na toplotne črpalke za pripravo tople vode, ogrevanje, hlajenje, pranje perila v pralnih strojih, sušenje perila v sušilnih strojih. Toplotne črpalke so naprave, ki izkoriščajo toploto okolice (odvzamejo toploto pri nizki temperaturi iz okolice, vode, zemlje in zraka) ter jo pretvarjajo v toploto, ki jo pri višji temperaturi dobavljajo stavbi za ogrevanje bivalnih prostorov in pripravo sanitarne vode. V kompresorskih toplotnih črpalkah poteka termodinamični krožni proces (levi krožni proces – hladilni stroj) in se ponavlja dokler dovajamo mehansko delo (prikaz delovanja slika 1). Toplotna črpalka je sestavljena iz uparjalnika (1), kjer se hladivo pri nizkem tlaku in nizki temperaturi upari, uparjeno hladivo potuje skozi kompresor (2), kjer se poveča tlak in s tem temperatura hladiva, pri prehodu hladiva skozi kondenzator (3), se z odvedom toplote na ogrevalni sistem (6) hladivo ohladi in kondenzira, ohlajeno hladivo po prehodu skozi dušilni ventil (4) ekspandira na nižji tlak in doseže nizko temperaturo in tako je ponovno pripravljeno, da se v uparjalniku upari. Krožni tok se ponavlja, dokler deluje kompresor, ki za svoje delovanje potrebuje dodatno pogonsko energijo (električno energijo).



Slika 1 - Shematski prikaz delovanja kompresorske toplotne črpalke [1]

Toplotna črpalka kot sodoben generator toplote

Danes se pri gradnji uporabljajo sodobni gradbeni in izolacijski materiali, ki omogočajo gradnjo nizkoenergijskih in pasivnih stavb. V takih stavbah je bistveno izboljšano bivalno ugodje, izboljšana je učinkovitost rabe energije, povečana je možnost rabe obnovljivih virov energije, na enoto ogrevane površine pa se je raba energije zmanjšala oziroma se je prepolovila. Za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode v sodobnih stavbah se danes več kot v dveh tretjinah primerov vgradi toplotna črpalka. Podobno kot pri novogradnjah današnja gradbena praksa omogoča tudi energetske sanacije obstoječih stavb predvsem z vgradnjo toplotno izolacijskega ovoja stavbe (izolacija fasade in cokla, zamenjava zunanega stavbnega pohištva, vgradnja toplotne izolacije proti podstrehi). Taka prenovljena stavba lahko postane nizkoenergijska, kar pomeni, da za ogrevanje porabi bistveno manj toplotne energije. Navedenemu razvoju gradbenih tehnologij so sledile tudi spremembe tehnologij ogrevanja, enega največjih razvojev je v tem času doživela toplotna črpalka kot energetsko učinkovit generator za ogrevanje, pripravo tople vode in hlajenje stavb. Še več, današnja uporaba toplotnih črpalk za ogrevanje in pripravo tople vode ni omejena samo za uporabo v sodobnih in prenovljenih stavbah, vse pogostejša je praksa, da se toplotne črpalke vgrajujejo tudi v slabše izolirane stavbe z radiatorskim ogrevanjem kot zamenjava ali dopolnitev ogrevanja. Za ogrevanje slabše izoliranih stavb z radiatorskim ogrevanjem se uporablja toplotne črpalke, ki dosegajo višje temperature, sama izbira tehnično ustrezne toplotne črpalke in vgradnja le te je zahtevnejša, ekonomsko gledano ima investicija daljšo vračilno dobo v primerjavi z vgradnjo v nizkoenergijsko hišo. Če primerjamo ogrevalni sistem na kurilno olje z ogrevalnim sistemom s toplotno črpalko so letni stroški ogrevanja s toplotno črpalko tudi pri slabše izoliranih stavbah nižji, kar pomeni, da je vgradnja toplotne črpalke tudi v take stavbe lahko ekonomsko upravičena.

V osnovi imamo na voljo tri tipe toplotnih črpalk in sicer voda/voda, zemlja/voda in zrak/voda. Toplotna črpalka voda/voda je črpalka, ki izkorišča temperaturo vode, ki je lahko podzemna ali površinska. Pri izkoriščanju podzemne vode je potrebno izdelati vrtino za dovod podtalnice in vrtino za povratek podtalnice. Nekoliko ugodnejša je varianta pri izkoriščanju površinske vode, v takih primerih je praviloma bistveno manjši investicijski strošek. Opisan sistem s toplotno črpalko voda/voda daje dobre rezultate, slabosti so predvsem razpoložljivost kvalitetnega vira, velik strošek investicije in potrebno je pridobiti vodno dovoljenje. Drugi tip toplotne črpalke zemlja/voda izkorišča toplotno energijo pod zemeljskim površjem na globini pod 1,5 m. Sama toplotna črpalka je v osnovi enaka kot toplotna črpalka voda/voda, razlika je le v zemeljskem kolektorju. Zemeljski kolektor je lahko horizontalni, vertikalni ali dvojna U cev, ki jo imenujemo tudi geosonda. Horizontalni zemeljski kolektor je položen na globini 1,5 m, vertikalni kolektorji so vgrajeni vertikalno v primerni medsebojni razdalji in segajo od globine 10 do 20 m. Geosonda se vgradi v izvrtino globine od 80 – 120 m. Sistem je zaprt, kolektor je napolnjen s slanico, da prepreči zamrzitev. Učinkovitost sistema je dobra, stroški so primerljivi z vgradnjo toplotne črpalke voda/voda. Sistem se pogosto izvaja pri novogradnjah pred ureditvijo vrta ob stavbi. Običajno se položi horizontalni zemeljski kolektor (alkaten cevi), ki se zasuje ob zasipanju parcele, v takem primeru stroškov gradbenih del ne pripisujemo ogrevalnemu sistemu ampak zunanji ureditvi, zato je to zelo pogosta varianta. Tretji tip je toplotna črpalka zrak/voda, ki izkorišča toploto zraka okolice. Vgradnja toplotne črpalke je nezahtevna, edina resna omejitev pri vgradnji je hrup, ki ga povzroča kompresor ter ventilator, ki potiska zrak skozi uparjalnik. Običajno proizvajalci podajajo podatek o nivoju hrupa, ki se giblje od 50 do 55 dB (A) na razdalji 1 m od naprave, ne upošteva pa se zimska zaledenitev uparjalnika ko se hrup lahko dvigne za nekaj decibelov, kar pa lahko pomeni podvojitve nivoja hrupa. Investicijski strošek toplotne črpalke zrak/voda je najnižji med toplotnimi črpalkami, strošek je primerljiv z vgradnjo kotla na drva, kondenzacijskega kotla na kurilno olje, običajno je nižji le strošek vgradnje sistema na zemeljski plin, vendar plinifikacija ni razpoložljiva za vse prebivalce. Toplotne črpalke so predvsem zanimive tudi zaradi nizkih obratovalnih stroškov, predvsem nakupa dovedene energije, ki je v tem primeru električna energija. Cena električne energije za gospodinjstva pri povprečni porabi znaša 0,16 €/kWh, kar je v primerjavi z nekaterimi drugimi evropskimi državami kar ugodno, seveda pa se cena na enoto z večjo porabo še zniža in tako uporabniki toplotnih črpalk plačujejo ceno ca. 0,12 €/kWh porabljene električne energije. Če hočemo odgovoriti na to zakaj je v zadnjih letih predvsem toplotna črpalka zrak/voda zelo pogosto

uporabljena kot generator toplote, potem je odgovor potrebno iskati v dejstvu, da so celotni stroški lastništva (investicijski in obratovalni) v pričakovani življenjski dobi med najnižjimi.

Toplotna črpalka zrak/voda

Po nekaterih statistikah se najpogosteje vgrajuje toplotna črpalka zrak/voda zato bo v nadaljevanju ta črpalka podrobneje predstavljena. V osnovi poznamo tri glavne vrste toplotnih črpalk zrak/voda in sicer kompaktna toplotna črpalka z vodenim zrakom, kompaktna toplotna črpalka za zunanjo vgradnjo, ter deljena (split) izvedba toplotne črpalke.

Kompaktna toplotna črpalka z vodenim zrakom je monoblok, ki je namenjen notranji postavitvi. Toplotna črpalka se vgradi na ustrezen AB temelj z vgrajeno gumo za preprečevanje vibracij oziroma prenos zvoka po konstrukcijah ter je priključena na odtok. Dovod in odvod zraka je izveden s cevnimi inštalacijami in dodatnimi ventilatorji. Prednost take vgradnje je v manjših razdaljah vodnih povezav in posledično manjših toplotnih izgubah, toplotna črpalka ni podvržena zamrznitvi, slabost je hrup znotraj stavbe in potrebna dodatna energija za transport zraka skozi uparjalnik. Kompaktna toplotna črpalka za zunanjo postavitev je monoblok, vgradi se na ustrezen AB temelj z vgrajenim odtokom za odvod kondenzata, hidravlično je direktno vezana na ogrevalni sistem. Prednost v primerjavi s predhodno je v tem, da ni potrebno izdelati cevnega transporta zraka in da se zaradi transporta zraka ne porablja dodatna energija. Poleg tega se prenese hrup iz stavbe na področje izven stavbe, kar je v večini primerov tudi prednost, slabost pa je v tem, da je toplotna črpalka vezana direktno na ogrevalni sistem in če je ta napolnjen z vodo, potem je v primeru nedelovanja ali prekinitve delovanja podvržena zamrznitvi, ko je zunanja temperatura pod lediščem. Kompaktne toplotne črpalke se smatrajo kot hermetično zaprt sistem, zato je manjše tveganje za uhajanje hladiva in v tem smislu Uredba (ES) 517/214 o fluoriranih toplogrednih plinih zahteva letno preverjanje uhajanja plina le, kadar količina hladiva v sistemu predstavlja 10 t in več CO₂ ekvivalenta¹, to pa je količina, ki pri toplotnih črpalkah vgrajenih v tipične eno ali dvodružinske stavbe običajno ni presežena. Naslednja je toplotna črpalka zrak/voda v deljeni izvedbi ali tako imenovana split izvedba. Gre za toplotno črpalko, ki ima ločeno zunanjo in notranjo enoto. V zunanji enoti je kompresor, uparjalnik, ekspanzijski ventil, ventilator, v notranji enoti je kondenzator (izmenjevalec) obtočna črpalka, prekrmilni ventil. Povezava med zunanjo in notranjo enoto je cevna po kateri se pretaka hladivo. Zunanja enota se tako kot pri kompaktni izvedbi vgradi na AB temelj z vgrajenim odtokom kondenzata, notranja enota je dimenzijsko manjša in je prilagojena za stensko vgradnjo, v primeru kombinacije s pripravo tople vode, je notranja enota integrirana v grelnik tople vode. Deljena izvedba omogoča razdaljo med zunanjo in notranjo enoto do 30 m, to je velikokrat pomembno pri izbiri mikrolokacije vgradnje zunanje enote. V cevni povezavi med enotama se pretaka hladivo, ki ni podvrženo zamrznitvi, zato ustavitev delovanja v času zunanjih temperatur pod lediščem nima vpliva na toplotno črpalko.

Deljene toplotne črpalke se smatrajo za hermetično odprte sisteme, zato povezavo lahko izvede le pooblaščen izvajalec, ki je vpisan v seznam ARSO (Uredba o uporabi ozonu škodljivih snovi in fluoriranih toplogrednih plinov, Ur. L. RS, št. 41/2010), nadalje za hermetično odprte sisteme velja Uredba (ES) 517/214 o fluoriranih toplogrednih plinih, ki zahteva periodično letno preverjanje uhajanja plina, kadar količina hladiva v sistemu predstavlja 5 t in več CO₂ ekvivalenta, to pa je količina, ki je ob upoštevanju hladiva v sami napravi in hladiva v povezovalnem cevovodu pogosto presežejo že toplotne črpalke vgrajene v tipičnih eno ali dvodružinskih hišah.

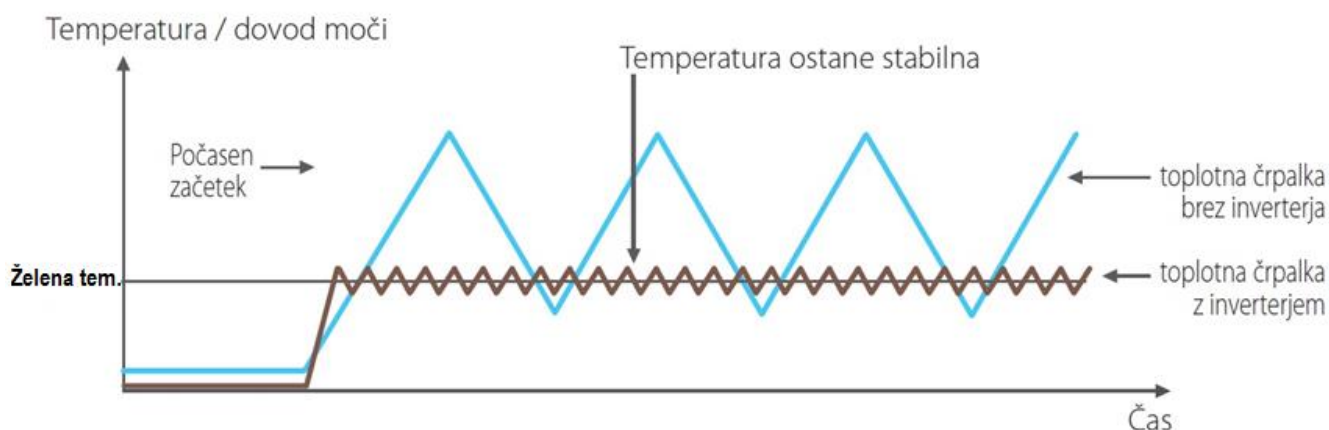
Poleg delitve toplotnih črpalk zrak/voda glede na zgradbo toplotne črpalke lahko delimo tudi na način krmiljenja, kjer v osnovi poznamo dve izvedbi in sicer klasično on-off krmiljenje in invertersko krmiljenje². Pri klasičnem on-off krmiljenju gre za zagon kompresorja z nazivnimi vrtljaji oziroma s polno močjo, kompresor deluje s polno močjo dokler ne doseže nastavljenih temperature, ko je temperatura dosežena

¹ 1 kg hladiva R410A predstavlja 1975 kg CO₂ ekvivalenta

² Invertersko krmiljenje se v zadnjem času pojavlja tudi pri črpalkah tipa voda/voda in zemlja/voda

se ustavi in ponovno zažene, ko temperatura pade pod spodnjo vrednost. V tem primeru je praviloma vgrajen hranilnik toplote, temperatura se giblje med zgornjo in spodnjo vrednostjo, pri tem dobi potek temperature žagasto obliko pri čemer je zelena temperatura (temperatura ogrevanja) na spodnji vrednosti, to pa pomeni slabšo učinkovitost zaradi višje povprečne temperature, izgub hranilnika in v večini primerov obratovanja dodatno vsaj ene sekundarne obtočne črpalke. Pri inverterskem krmiljenju kompresor deluje s prilagojeno močjo (obrati kompresorja se spreminjajo s pomočjo frekvenčne regulacije), s tem se moč toplotne črpalke zvezno prilagaja potrebni moči ogrevanja. Prednost sistema je v tem, da dosega zelo natančno zeleno temperaturo ogrevanja (+/- 0,5 K), ni prehodnih pojavov zaradi zagona kompresorja in ni potreben hranilnik toplote. Učinkovitost delovanja je zaradi nižje povprečne temperature obratovanja povečana, poleg tega pa inverterske toplotne črpalke delujejo v razponu od 30 do 100 % toplotne moči, kar ustrezno nadomesti potrebo po vgradnji dveh manjših toplotnih črpal.

Grelno delovanje:



Slika 2 – Prikaz delovanja klasičnega on-off krmiljenja in inverterskega krmiljenja [2]

Učinkovitost sistema ogrevanja s toplotno črpalko

Za množično uporabo toplotnih črpal v stanovanjskih stavbah za ogrevanje je ključna učinkovitost. Učinkovitost izrazimo z energijskim številom (COP) in je razmerje med pridobljeno toploto in vloženo pogonsko energijo. Toplotna črpalka za svoje delovanje porablja električno energijo, ki je čista eksergija, oddana energija ogrevalnemu sistemu je tako sestavljena iz eksergije in anergije (energije okolice). Razmerje med dovedeno električno energijo in primarno energijo je 1 : 2,5. V primeru rabe električne energije za pogon toplotne črpalke lahko rečemo, da so s pomočjo toplote okolice primarni viri energije izkoriščeni z zelo visokim izkoristkom.

Medsebojna primerjava toplotnih črpal je mogoča na podlagi rezultatov testiranj, ki jih izvajajo za to akreditirane inštitucije po postopkih skladno s standardom SIS EN 14511. Meritve učinkovitosti se izvajajo pri naslednjih temperaturah glede na posamezen tip toplotne črpalke:

- TČ voda/voda: W10/W35 (temperatura vira / temperatura ogrevalne vode), min. COP = 5,1
- TČ direktni uparjalnik/voda: E4/W35 (temperatura vira / temperatura ogrevalne vode), min. COP = 4,5
- TČ zemlja/voda: B0/W35 (temperatura vira / temperatura ogrevalne vode), min. COP = 4,3
- TČ zrak/voda: A2/W35 (temperatura vira / temperatura ogrevalne vode), min. COP = 5,1

V letošnjem letu se uvaja tudi nov standard, ki bo obvezen za testiranje toplotnih črpal in sicer se bodo meritve toplotnih črpal izvajale po standardu SIST EN 14825, z novim testiranjem bomo dobili za posamezne toplotne črpalke sezonsko grelno število (SPF). Ta standard bo večje spremembe prinesel predvsem pri testiranju toplotnih črpal zrak/voda, namreč obstoječe testiranje se izvaja pri A2/W35, kar

ne ustreza povsem pogojem, ki so jim tovrstne naprave izpostavljene, zato se bo po SIST EN 14825 črpalke testiralo v štirih točkah (A12/W35, A2/W35, A-2/W35 in A-7/W35), kupci pa bodo s primerjavo SPF faktorja dobili boljši vpogled v kvaliteto posamezne toplotne črpalke.

Učinkovitost toplotne črpalke vgrajene v ogrevalni sistem je odvisna predvsem od temperaturnega režima ogrevalnega sistema in vira toplote, torej na ogrevalni sistem s toplotno črpalko moramo gledati kot na sistem kot celoto, za doseg dobrih rezultatov, morajo biti vsi deli sistema medsebojno usklajeni. Vir toplote je odvisen od tipa toplotne črpalke, najboljše so toplotne črpalke voda/voda, sledijo jim toplotne črpalke zemlja/voda in nazadnje zrak/voda. Toplotne črpalke zrak/voda so zelo pogosto uporabljene predvsem zaradi nizke investicije, nezahtevne vgradnje in relativno malo omejitev pri vgradnji. Na vir toplote razen pri izbiri tipa toplotne črpalke ne moremo vplivati, vplivamo pa lahko na ogrevalni sistem oziroma na temperaturo ogrevalnega sistema. V nizkoenergijskih stavbah (energijskega razreda A, B in C), kjer je običajno vgrajeno nizkotemperaturno talno, stensko, stropno ali radiatorsko ogrevanje seveda ni nobene dileme, tu je ogrevalni sistem s toplotno črpalko prava izbira tako iz tehnično tehnološkega vidika kot iz ekonomskega vidika.

Praksa zadnjih let je, da se pri prenovi ogrevalnih sistemov toplotne črpalke vgrajujejo tudi v energetske bolj potratne stavbe, to so stavbe, ki so v energetskem razredu D ali celo E, ogrevalni sistem pa je največkrat radiatorski. V takih primerih toplotne črpalke seveda delujejo vendar je v praksi doseženo sezonsko grelno število slabše, zato je potrebno pri vgradnji toplotne črpalke v tako stavbo posvetiti večjo pozornost ustrezni izbiri toplotne črpalke, ki mora imeti sposobnost višjega dviga temperature, urediti je potrebno regulacijo temperature glede na zunanjo temperaturo in zagotoviti neprekinjeno delovanje ogrevanja, kar ima pomembno ugoden vpliv na temperaturo ogrevalnega medija in posledično na učinkovitost toplotne črpalke.

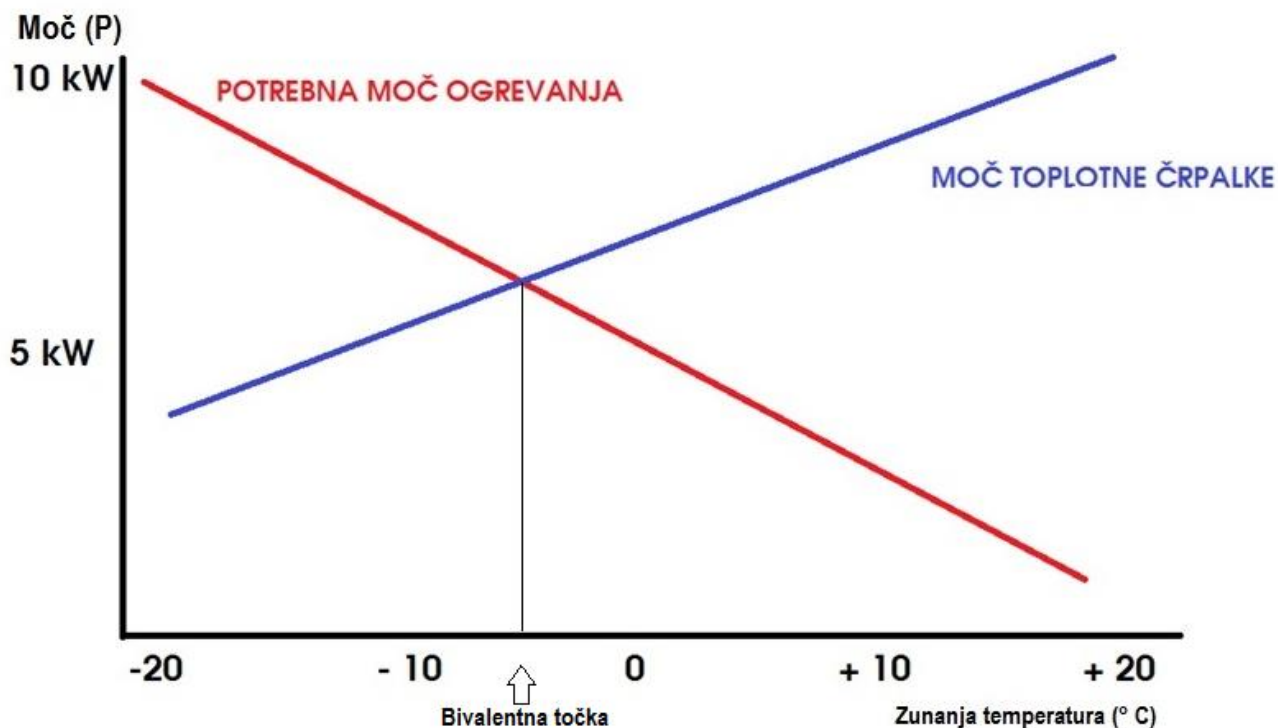
Pri toplotnih črpalkah voda/voda in zemlja/voda je relativno dobro znana temperatura okolja, zato je v tem primeru potrebno načrtovati toplotno črpalko oziroma moč toplotne črpalke ustrezno nazivni potrebni toplotni moči stavbe pri zunanji projektni temperaturi. Poleg ustrezne moči je potrebno, da toplotna črpalka ustreza karakteristikam ogrevalnega sistema. Pri toplotnih črpalkah zrak/voda je vir toplote zunanji zrak, ki je manj stabilen medij, na katerega ne moremo vplivati, vendar je tudi tu pomembno, da je moč toplotne črpalke načrtovana tako, da pri projektni zunanji temperaturi pokrije vse potrebne toplotne izgube stavbe. Tudi tu velja pravilo, da mora toplotna črpalka oziroma njena karakteristika ustrezati ogrevalnemu sistemu. Karakteristike ogrevalnih sistemov se zelo razlikujejo od stavbe do stavbe, seveda so pogojene s sistemom ogrevanja (talno gretje, stensko, stropno, konvektorji in radiatorji), zato je ključno izbrati toplotno črpalko, ki bo imela sposobnost dviga temperature do temperature, ki bo ustrezno pokrila vse toplotne potrebe stavbe. Pri ploskovnem nizkotemperaturnem ogrevanju običajno ni večjih problemov, problem se pojavi pri radiatorjih, zato je tu potrebno izvesti prilagoditev temperature z ustrezno regulacijo. Če zamenjamo obstoječ klasični ali nizkotemperaturni kotel v stavbi z energetskim razredom D, potem običajno ogrevalni sistem deluje v temperaturnem režimu 60/40 z nočnim prekinjanjem. Po vgradnji toplotne črpalke v tak ogrevalni sistem je potrebno ustrezno urediti regulacijo ogrevanja. Običajno toplotne črpalke podpirajo več načinov regulacije in sicer; regulacija ogrevalne temperature glede na zunanjo temperaturo, regulacija ogrevalne temperature glede na notranjo temperaturo in regulacija po fiksno nastavljeni temperaturi. Najnižje temperature ogrevanja je možno dosegati z regulacijo ogrevanja po krivulji zunanje temperature brez prekinjanja delovanja. Če smo v isti stavbi s kotlom dosegali temperaturo ogrevanja s prekinjanjem do maksimalno 60°C, potem ogrevanje s toplotno črpalko brez prekinitev poteka do temperature 45°C, kar pa je že skladno z dovoljeno temperaturo ogrevanja s konvektorji. Navedeno je pomembno predvsem zaradi dejstva, da je učinkovitost toplotne črpalke odvisna od temperature ogrevanja (temperature kondenzacije) in velja za vse tipe toplotnih črpalk. Podoben učinek ima lahko tudi regulacija temperature po notranji temperaturi, vendar pri taki regulaciji nastajajo lahko problemi predvsem zaradi vpliva referenčnega prostora. Obstaja še regulacija po fiksni temperaturi, ki je tudi običajna opcija pri večini toplotnih črpalk, vendar gre tu za nastavitve temperature na najvišjo potrebno ogrevalno temperaturo, ki se regulira z neko sekundarno regulacijo na temperaturo primerno za ogrevanje ali pa se ogrevanje regulira s sobnim termostatskim stikalom, ki krmili obtočno črpalko. Slednji način regulacije je seveda z vidika udobja in učinkovitosti toplotne črpalke manj primeren, ker ne izkorišča bistva nizkotemperaturnega ogrevanja, katerega tipični

predstavnik je zaradi karakteristike učinkovitosti prav toplotna črpalka. Nadalje je možno doseči nižjo temperaturo ogrevanja tudi z zamenjavo radiatorjev (vgradnjo radiatorjev večjih moči) ali zamenjavo radiatorjev s konvektorji. Seveda pa na temperaturo ogrevanja bistveno vplivajo tudi ukrepi na ovoju stavbe, ki ne le povečujejo učinkovitost ogrevalnega sistema ampak zmanjšujejo tudi transmisijske toplotne izgube stavbe.

Različne možnosti vgradnje in delovanja toplotnih črpalk

V primeru nizkoenergijskih stavb je vgradnja toplotne črpalke kot osnovnega generatorja toplote za ogrevanje in pripravo tople vode precej razširjena in bi lahko rekli že kar standardna. V tem primeru tak ogrevalni sistem za svoje delovanje praviloma ne potrebuje podpore drugega vira, razen za primer odpovedi delovanja toplotne črpalke ali v primeru ko se zunanja temperatura spusti pod projektno zunanjo temperaturo. Drugi vir je potreben kot rezervni vir je pa to običajno električni grelec ustrezne moči. Tak sistem se imenuje bivalentni monoenergijski sistem. Pri vgradnji toplotne črpalke v stavbo energijskega razreda D ali celo E je možna vgradnja toplotne črpalke v bivalentnem monoenergijskem sistemu, ker so tu razmere energetske bolj zahtevne se pogosto vgradi bivalentni sistem v kombinaciji z rezervnim virom ogrevanja (kotlom na kurilno olje, kotlom na drva ali drugim kotlom). Samo delovanje takega sistema je lahko bivalentno, kar pomeni, da se pri dosegu bivalentne točke toplotna črpalka ustavi in se preklopi na rezervni vir ogrevanja, drug način delovanja pa je bivalentni vzporedni, v tem primeru toplotna črpalka deluje tudi po tem ko je zunanja temperatura nižja od bivalentne točke, vzporedno pa je vključen tudi rezervni vir ogrevanja. Danes je pogosta praksa tudi vgradnja toplotnih črpalk v neizolirane hiše. Razlog za to je v tem, da so tudi tu možni prihranki pri stroških za ogrevanje, verjetno tudi na račun ugodne cene električne energije. Taki sistemi so praviloma bivalentni z rezervnim virom ogrevanja. Bivalentna točka pri takih stavbah je običajno pri zunanji temperaturi okoli 0°C. Sistem seveda deluje, ko deluje toplotna črpalka do bivalentne točke lahko učinkovito, delovanje toplotne črpalke pod bivalentno točko je zaradi visoke temperature ogrevanja lahko tudi zelo neučinkovito.

Pogoj za učinkovit ogrevalni sistem je vsekakor da so vsi elementi sistema učinkoviti, v bivalentnem sistemu je pomembno, da je vgrajena učinkovita toplotna črpalka in tudi učinkovit rezervni vir ogrevanja. Pri nizkoenergijskih stavbah je povsem učinkovit bivalentni monoenergijski sistem, ker je običajno da več kot 95 % delež potreb po toplotni energiji zagotovi toplotna črpalka. Pri slabše izoliranih stavbah je bivalentni monoenergijski sistem manj učinkovit, saj toplotna črpalka pokrije delež potreb med 70 in 90 %, odvisno od temperaturnega primanjkljaja oziroma lokacije. Pri neizoliranih stavbah je pokritje deleža energetskih potreb s toplotno črpalko najmanjše, vendar zaradi velikih energetskih potreb take stavbe ta delež lahko predstavlja absolutno gledano velike prihranke. V takih primerih je potreben tudi pogled na učinkovitost celotnega ogrevalnega sistema, če je vgrajena nova toplotna črpalka in nov sodoben kotel kot rezervni vir, potem je ogrevalni sistem z energetskega vidika lahko zelo učinkovit, je pa vprašljiv z ekonomskega vidika, ker so tukaj celotni stroški lastništva zelo visoki. Predvsem zaradi ekonomskih razlogov je praksa pogosto drugačna in sicer vgradi se nova toplotna črpalka kot rezervni vir pa ostaja obstoječ ogrevalni kotel in če je ta tehnološko zastarel, potem bodo pričakovani prihranki pri stroških za energijo manjši.



Slika 3 - Shematski prikaz delovanja toplotne črpalke v bivalentnem režimu [3]

Zanesljivost delovanja

Zanesljivost delovanja ogrevalnega sistema je zelo pomembna ne glede na sistem ogrevanja, ker pa je toplotna črpalka kot generator ogrevanja v množični uporabi nov produkt, je temu potrebno posvetiti še večjo pozornost v smislu kvalitetne vgradnje in vzdrževanja. Pri postavitvi kompaktnih toplotnih črpalk zunaj stavbe je pomembno vedeti, da je toplotna črpalka pri zunanji temperaturi pod lediščem izpostavljena zamrznitvi v primeru izpada električne energije ali prenehanja delovanja zaradi drugih razlogov, zato mora biti lastnik stavbe seznanjen z ukrepi v takem primeru. Pri priključitvi na omrežno napetost je potrebno izvesti priključitev skladno z navodili proizvajalca, v tem smislu morajo biti vgrajene predpisane varovalke, vgrajena mora biti prenapetostna zaščita za preprečitev poškodb v primeru indirektnega udara strele, kovinske dele naprave pa je potrebno galvansko povezati na ozemljitveni vodnik. Toplotna črpalka kot del ogrevalnega sistema spada pod hišne inštalacije, ki jih je možno tudi zavarovati za primer indirektnega udara strele, tako zavarovanje se priporoča ob vgradnji, medtem ko je za toplotno črpalke možno skleniti tudi strojelomno zavarovanje, ki se priporoča po preteku garancijske dobe, možno pa je do starosti naprave sedem let³.

Vzdrževanje toplotne črpalke je pogoj za zanesljivo obratovanje in ga je potrebno izvajati skladno z navodili proizvajalca, tu običajno niso potrebni večji posegi, je pa potrebno opraviti redni letni pregled naprave in kontrolo delovanja posameznih komponent, čiščenje filtra na vodni strani ter čiščenje uparjalnika pri toplotnih črpalkah zrak/voda. Ker je hladivo v toplotnih črpalkah fluorirani toplogredni plin za take naprave velja poseben režim pregledovanja, ki je predpisan Uredbo (ES) 517/2014 o fluoriranih toplogrednih plinih. Za naprave ki niso hermetično zaprte se opravlja periodično preverjanje uhajanja plina najmanj 1 x letno kadar količina hladiva v sistemu presega 5 t CO₂ ekvivalenta, za naprave ki so

³ Do katere starosti je naprava lahko zavarovana določi zavarovalnica

hermetično zaprte se opravlja periodično preverjanje uhajanja plina najmanj 1 x letno kadar količina hladiva v sistemu presega 10 t CO₂ ekvivalenta.

Viri in reference

[1] *Zbirka informativnih listov za učinkovito rabo energije. Gradbeni inštitut ZRMK.*

[2] *Tehnična dokumentacija. Daikin.*

[3] *Prosojnica iz predavanja. Lastni vir.*

Mag. Samo COTELJ

Energetski svetovalec ENSVET