



## Toplotne črpalke v stavbah

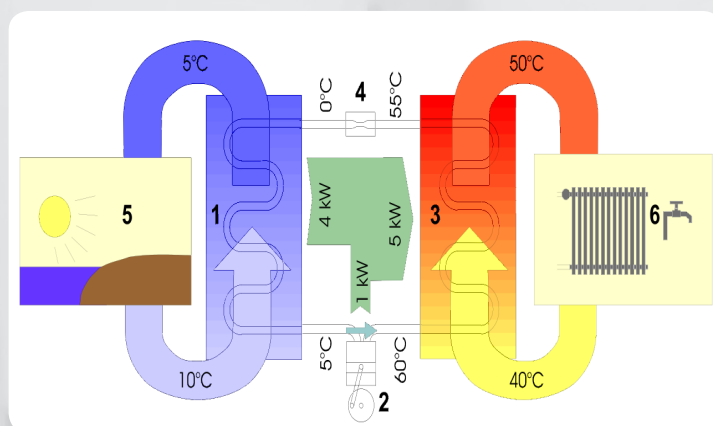
**Toplotne črpalke** predstavljajo eno od pomembnejših tehnologij za toplotno oskrbo stanovanjskih stavb. Z njihovim delovanjem lahko s souporabo obnovljivih virov energije ali odpadne toplote na energijsko učinkovit in stroškovno atraktiven način pridobivamo koristno toploto za ogrevanje prostorov in pripravo tople sanitarne vode. Glede na potrebe objektov in izvedbo sistemov pa nam lahko na aktiven ali pasiven način pridobivamo tudi energijo za hlajenje. Tehnologija toplotnih črpalk ni nova, je pa v preteklosti izredno napredovala v učinkovitosti in številu različnih aplikacij za stavbe. S povečevanjem energijske učinkovitosti stanovanjskih stavb je postala izredno aktualna tako za novograditelje, kot tudi za lastnike stavb, ki se energijsko celovito prenavljajo.

**Proces pridobivanja toplote v kompresorski toplotni črpalci** poteka v zaključnem tokokrogu. Hladivo v uparjalniku (1) odvzame toploto okoliskemu mediju (5) in se upari. Uparjeno hladivo nato potuje skozi kompresor (2), kjer se mu zaradi vložene mehanke dela-kompresije zvišata tlak in temperatura. V kondenzatorju (3) uparjeno hladivo kondenzira in pri tem odda toploto mediju (6), ki ga ogreva. Utekočinjeno in ohlajeno hladivo potuje skozi dušilni ventil (4), kjer ekspandira na nižji tlak ter od tu nazaj v uparjalnik. Ta krožni proces se ponavlja, dokler deluje toplotna črpalka. Poleg kompresorskih poznamo tudi druge izvedbe toplotnih črpalk, npr. absorpcijske in adsorbcijske, katerih uporaba v gospodinjstvih ni najbolj razširjena. Absorbcijske toplotne črpalke se od kompresorskih ločijo po tem, da imajo namesto mehanskega kompresorja t.i. toplotni kompresor, ki kot pogonsko energijo izkorišča različne energijske vire.

**Učinkovitost delovanja toplotne črpalke** se vrednoti s pomočjo grelnega števila (COP), ki predstavlja razmerje med pridobljeno toploto (za ogrevanje in toplo vodo) in vloženo električno energijo (pogon kompresorja, ostale komponente, npr. odtaljevanje). Učinkovitost naprave je pogojena tudi s temperaturo okoliskega medija in ogrevalnega medija – večja je ob višji temperaturi okoliskega vira toplote (prednost zemlje ali vode pred okoliskim zrakom) in sočasno nižji temperaturi ogrevalnega medija (prednost nizkotemperaturnih ploskovnih sistemov ogrevanja pred višje temperaturnimi radiatorskimi). Zaradi majhne porabe električne energije je strošek za proizvedeno toploto izredno nizek in je lahko za polovico nižji od pridobljene toplote iz kurilnih naprav na fosilna goriva.

Vsekakor je pred nabavo toplotne črpalke pomembno preveriti, kako visoko grelna števila ima toplotna črpalka. Pomemben podatek je po katerem standardu je proizvajalec zapisal grelna števila. Pri ogrevalni toplotni črpalci tipa zrak – voda se uporabljata standarda EN 255 in EN 14511. Pomemben podatek je pri katerih pogojih je podan. Pri večini toplotnih črpalk zrak/voda je COP podan za razmerje A7/W35, kar pomeni temperaturo zraka 7°C in temperaturo ogrevne vode 35°C. Pri razmerju A2/W55 je COP precej nižji. Trenutna vrednost grelnega števila COP se nenehno spreminja glede na pogoje delovanja, zato je še najboljši približek realne učinkovitosti toplotne črpalke tako imenovani letni faktor učinkovitosti – SPF, ki za oceno delovanja uporablja delovni (ali povprečni) koeficient za celotno ogrevalno sezono oz. skozi celo leto. Celoletno povprečno grelna števila pove več kot trenutni COP, saj poda bolj realne podatke, kot enkratna testiranja v laboratorijih.

**Osnovne izvedbe toplotnih črpalk** razlikujemo najprej glede na okoliski medij, ki ga hladimo, in ogrevalni medij. Najbolj pogosto je ogrevalni medij v sistemih za stavbe prav voda – tu poznamo sisteme zrak-voda (okoljski zrak), voda-voda (podtalnica ali površinska voda) in zemlja-voda (zemeljski kolektor, geosonda). Pri izkoriščanju toplote zunanjega zraka so sistemi nekoliko manj učinkoviti v primerjavi z ostalima viroma (zemlja, voda), vendar pa so sistemi zaradi nekoliko nižje investicije bolj pogosta odločitev. Z ostalima viroma so grelna števila TČ višja, prav tako pa izvedbe lahko omogočajo tudi pasivno koriščenje toplote okolice, za brezplačno hlajenje objekta. Stavbe



Delovanje kompresorske toplotne črpalke



lahko ogrevamo tudi s pomočjo zraka – tu pa je najbolj pogosta izvedba toplotne črpalke tipa zrak-zrak za centralno ogrevanje pasivnih stavb ali pa sodobne izvedbe t.i. klimatskih naprav.

Glede na **obliko izvedbe** ločujemo kompaktno (v enem sklopu) ter ločeno oziroma »split« izvedbo. Sistemi s TČ zaradi učinkovitejšega delovanja (izravnava konic v proizvodnji in odjemu energije, manj prekinitev delovanja kompresorja, hidravlična ločitev) pogosto uporabljajo hranilnik toplote ali hladu, še posebej v izvedbi TČ zrak-voda. Njegova vgradnja pa npr. ni nujna v primeru zagotovljenega odjema toplote ali pri izvedbi TČ z regulacijo moči.



Primer strojnice v nizkoenergijski novogradnji: monovalentno delujoča TČ zemlja-voda, bojler za sanitarno toplo vodo, hranilnik toplote za ogrevalni medij, v ozadju naprava za prezračevanje

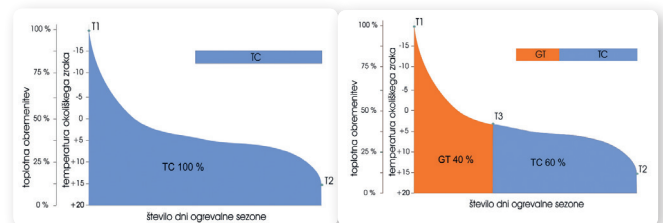


Primer malega tehničnega prostora v pasivni hiši: kompaktna izvedba TČ zemlja-voda z integriranim bojlerjem in napravo za prezračevanje

**Način obratovanja toplotne črpalke v stavbi** je lahko monovalenten, npr. v učinkovitih novogradnjah je TČ manjše moči (tipično do 6 kW) lahko edini generator toplote in tokom celega leta sama pokriva celotne toplotne potrebe hiše. V sistemih novogradenj lahko TČ obratuje tudi bivalentno vzporedno, npr. kadar se zaradi svoje manjše moči v delovanju v izrazitih konicah dopolnjuje z električnim grelcem, ki pa naj na letnem nivoju ne prispeva več kot 5 do 10 % toplote. Bivalentni alternativni sistem obratovanja je npr. tipičen pri postopni prenovi potratnih stavb, ko zaradi zniževanja stroškov ogrevanja v kotlovnico najprej dogradimo TČ, ki toplotno oskrbuje objekt v milejšem delu ogrevalne sezone – kurilna naprava pokriva konico sezone in se lahko odstrani šele po prenovi toplotnega ovoja stavbe. Tam kjer je izvedeno omrežje zemeljskega plina ali oskrba s utekočinjenim naftnim plinom, je smiselno, da se v izbor potencialnih sistemov ogrevanja vključi tudi hibridno tehnologijo, ki združuje toplotno črpalko zrak/voda ter plinski kondenzacijski kotel.

Prednost te tehnološke rešitve je možnost vgradnje v zgradbah tudi takrat, ko ne moremo ali nismo izvedli korenite obnove objekta (zamenjavo stavbenega pohištva,

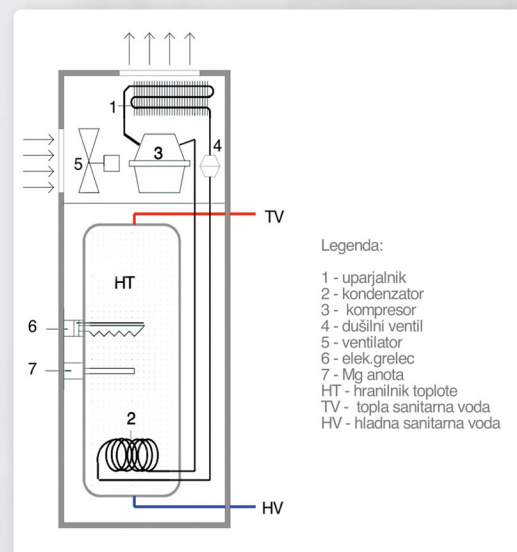
obnovo fasade, izolacijo stropa proti neogrevanemu podstrešju ipd.). To omogoča vgrajeni plinski kotel, ki bo do sanacije zgradbe zagotavljal pokrivanje potreb po toploti tudi v razmerah izven območja delovanja toplotne črpalke. Prednost hibridnih sistemov pa je prav v ekonomičnosti in fleksibilnosti, saj omogočajo, da vklop in izklop sistemov programiramo na osnovi cene energentov in energetskih izkoristkov obeh sklopov v hibridni napravi. Točka preklopa med delovanjem TČ, plinskega kotla in hibridnim delovanjem je odvisna od značilnosti ogrevane hiše (izolacija, stavbno pohištvo, tip ogreval po prostorih), cene obeh energentov ter nastavitve želene temperature v prostorih. To ureja vnaprej nastavljen sistem krmiljenja.



Monovalentno delovanje TČ

Bivalentno alternativno delovanje TČ

Za pripravo **tople sanitarne vode se največ uporabljajo male toplotne črpalke**, tipa zrak-voda. V primeru kompaktne izvedbe je TČ vgrajena običajno kar nad hranilnik tople vode (bojler), zato ob svojem delovanju lahko hladi prostor, v katerem je nameščena. Če zrak dovajamo do naprave po kanalu, lahko s tem koristno prezračujemo poljubne prostore ter obenem s sistemom koristimo odpadno toploto zavrženega zraka. Kadar je sistem ločene izvedbe, je povezava s hranilnikom tople vode lahko plinska (manjša oddaljenost) ali pa vodna.



Kompaktna izvedba bojlerske toplotne črpalke