

Kvantifikácia energetického potenciálu tepelných čerpadiel

Metodický postup
pre tvorbu regionálnych
nízkouhlíkových stratégií

2019



Operačný program
Efektívna
verejná správa



Európska únia
Európsky sociálny fond

Tento metodický materiál vznikol v rámci projektu „Od energetickej závislosti k sebestačnosti: tvorba udržateľnej energetickej politiky vo vidieckych regiónoch“ (kód ITMS2014+ 314011Q453). Je určený pre centrá udržateľnej energetiky, ktoré v troch okresoch – Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava – pripravujú pilotné regionálne nízkouhlíkové stratégie. Spolu s ďalšími metodickými a analytickými materiálmi tvorí komplexnú podpornú dokumentáciu pre tvorbu novej disciplíny vo verejnej politike na Slovensku: udržateľnej regionálnej energetickej politiky.

Priatelia Zeme-CEPA privítajú všetky konštruktívne odborné podnety a pripomienky k metodike na kvantifikáciu energetického potenciálu tepelných čerpadiel. Zároveň ponúkajú pomoc pri jej využívaní v rámci energetického plánovania všetkým regiónom, ktoré chcú budovať vlastné koordinačné kapacity pre rozvoj sebestačnej nízkouhlíkovej energetiky a dopravy.

Kontaktná adresa: energia@priateliazeme.sk

2019 Priatelia Zeme-CEPA

Autor: Ján Tomčiak

Spolupracoval: Juraj Zamkovský

Foto: Ján Tomčiak

Grafická úprava: Richard Watzka

Projekt je podporený z Európskeho sociálneho fondu.

Obsah

Základný princíp dimenzovania tepelných čerpadiel	1
Kategórie budov z hľadiska vhodnosti využitia tepelných čerpadiel	1
Potreba tepla v budovách	2
Okrajové podmienky pre všetky kategórie budov	3
Špecifické podmienky pre budovy priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby	4
Kvantifikácia energetického potenciálu tepelných čerpadiel	4
Bezprostredný potenciál	4
<i>Rodinné domy</i>	4
<i>Bytové domy</i>	5
<i>Administratívne budovy</i>	5
<i>Školy a školské budovy</i>	6
<i>Nemocnice a zdravotnícke zariadenia</i>	6
Perspektívny potenciál	6

Základný princíp dimenzovania tepelných čerpadiel

Tepelné čerpadlá (TČ) sú zariadenia na získavanie tzv. nízkopotenciálového tepla z okolitého prostredia¹ na vykurovanie budov a ohrev teplej vody. Takéto teplo s nižšími teplotami je k dispozícii všade, je ho dostatok, a to kedykoľvek. TČ ho dokážu pretransformovať na vyššiu teplotnú hladinu a na to potrebujú dodať inú, najčastejšie elektrickú energiu.

Čím je rozdiel teplôt medzi vstupným médiom a výstupom z TČ nižší, tým je efektivita TČ vyššia. Z toho vyplýva, že efektivita vykurovania budovy tepelným čerpadlom je tým vyššia, čím nižšie sú jej tepelné straty. TČ môžu slúžiť aj ako jediný alebo hlavný zdroj tepelnej energie na vykurovanie a ohrev teplej vody v budovách, ale iba v takých, ktoré spĺňajú prísne tepelno-technické požiadavky. TČ preto nie sú vhodné na vykurovanie starších budov, ktoré nie sú dôsledne a komplexne zateplené.

Hlavným kritériom hodnotenia efektívnosti TČ je tzv. vykurovací faktor (COP)², ktorý vyjadruje pomer medzi odovzdanou tepelnou energiou (napr. na vykurovanie budovy) a dodanou (elektrickou) energiou na pohon kompresora v TČ. Čím je hodnota vykurovacieho faktoru vyššia, tým je prevádzka TČ efektívnejšia a ekonomicky výhodnejšia. Skutočný priemerný vykurovací faktor za celú vykurovaciu sezónu sa označuje skratkou SCOP.

Kategórie budov z hľadiska vhodnosti využitia tepelných čerpadiel

TČ je možné využívať takmer vo všetkých kategóriách budov. Keďže tento materiál je súčasťou metodického balíčka na prípravu nízkouhlíkových stratégií, rešpektuje jednotnú kategorizáciu budov podľa platných stavebných tepelno-technických noriem³ a zároveň sa obmedzuje iba na vybrané kategórie budov, ktoré sú predmetom analýzy nízkouhlíkových stratégií⁴.

Počtom aj celkovou energetickou spotrebou sú pre využitie TČ najvýznamnejšou kategóriou rodinné a bytové domy. Z hľadiska ich dimenzovania a výpočtu energetického potenciálu sa však značne líšia, preto ich budeme považovať za samostatné kategórie budov. Významné uplatnenie TČ v posledných 30 rokoch ponúkajú domovy sociálnej starostlivosti a domovy dôchodcov, čo sú v podstate tiež budovy na bývanie. Podľa prevažujúcej klientely by sa pre účely tejto metodiky dali priradiť buď k bytovým domom alebo aj k nemocniciam (vzhľadom na podobné množstvá a režimy odberu tepla a teplej vody). Budovy na bývanie, zdravotnícke zariadenia spolu so športovými objektami a ubytovacími zariadeniami majú okrem potreby vykurovania aj výraznú spotrebu teplej vody. V ostatných kategóriách budov väčšinou výrazne dominuje spotreba tepla na vykurovanie nad prípravou teplej vody.

1 Napríklad z vonkajšieho vzduchu, pôdy, podzemnej alebo povrchovej vody, geotermálnej vody alebo z odpadového teplého vzduchu z interiérov.

2 Vykurovací faktor (Coefficient Of Performance – COP) je kľúčový parameter tepelného čerpadla a určuje jeho účinnosť v testovacích podmienkach (ktoré sa však môžu od skutočných prevádzkových podmienok značne líšiť). Vyjadruje pomer medzi tepelným výkonom (odovzdanou energiou) a elektrickým príkonom (spotrebovanou energiou). Ak má tepelné čerpadlo s príkonom 1 kW vykurovací faktor 3, znamená to, že v interiéri odovzdá tepelný výkon 3 kW.

3 Podľa STN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov sa budovy členia na nasledovné kategórie: rodinné domy, bytové domy, administratívne budovy, budovy škôl a školských zariadení, budovy nemocníc, budovy hotelov a reštaurácií, športové haly a iné budovy určené na šport a budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby.

4 Rodinné domy, bytové domy, administratívne budovy, budovy škôl a školských zariadení a budovy nemocníc.

Poradie budov z hľadiska potreby tepla a všeobecnej výhodnosti uplatnenia TČ je nasledovné:

- Bytové domy (vrátane zodpovedajúcej časti domovov sociálnej starostlivosti a domovov dôchodcov a celoročne využívaných internátov)
- Budovy nemocníc (vrátane zodpovedajúcej časti domovov sociálnej starostlivosti)
- Rodinné domy
- Budovy hotelov a reštaurácií
- Budovy škôl a školských zariadení
- Priemyselné objekty a objekty poľnohospodárskej prvovýroby
- Administratívne budovy
- Budovy pre veľkoobchod, maloobchod a služby

Potreba tepla v budovách

Súčasťou metodického balíčka na prípravu nízkouhlíkových stratégií je aj metodika na výpočet energetickej potreby na vykurovanie budov a prípravu teplej vody na základe technických parametrov každej budovy, ktoré sa získajú terénnym alebo štatistickým prieskumom. Metodika zároveň určí postup na výpočet potenciálu úspor energie v budovách na vykurovanie a prípravu teplej vody (vypočíta sa ako rozdiel medzi energetickou potrebou budovy v existujúcom a cieľovom stave). Súčasťou základných (známych) technických parametrov ku každej budove je aj informácia o palive (energii) používanom na vykurovanie a prípravu teplej vody.

Predpokladáme, že perspektívne je potrebné nahradiť všetky fosílné zdroje využívané na prevádzku všetkých budov obnoviteľnými zdrojmi energie.

Okrem toho predpokladáme, že na prípravu teplej vody vo väčšine kategórií budov by sa prioritne mali použiť slnečné termické kolektory. V administratívnych budovách a v školských zariadeniach bez letnej prevádzky nie sú slnečné kolektory optimálne využité a preto pri nich predpokladáme na prípravu teplej vody iba TČ, ktoré budú zároveň hlavným zdrojom tepla pre tieto budovy (za predpokladu, že budovy spĺňajú cieľové hodnoty mernej potreby tepla na vykurovanie, t. j. za predpokladu efektívneho uplatnenia TČ).

Pre každú budovu v cieľovom regióne tak predpokladáme známy údaj o potrebe tepla na vykurovanie aj prípravu teplej vody, potenciál jej energetických úspor a základné technické parametre.

Okrajové podmienky pre všetky kategórie budov

- Predpokladáme, že v 75 % budov všetkých kategórií je technicky možné inštalovať tepelné čerpadlo (v štvrtine prípadov to rôzne technické, architektonické a terénne obmedzenia neumožňujú, ignorujeme pritom legislatívne a obchodné bariéry).
- Ročný vykurovací faktor (SCOP) TČ musí byť vyšší ako 3, aby bola inštalácia celospoločensky prospešná.
- Ekonomicky je jednoznačne výhodné inštalovať TČ v budovách s trvalou a rovnomernou spotrebou tepla a teplej vody⁵.
- TČ sú vhodné najmä pre vykurovacie sústavy s nízkymi pracovnými teplotami (s teplotou nábehovej vody do 50 °C), t. j. podlahové, stenové alebo iné nízkoteplotné vykurovacie sústavy.
- Aj keď je TČ vhodné na celoročnú prípravu teplej vody, predpokladáme, že teplá voda sa v budovách bude pripravovať v kolektoroch, pričom dohrev sa zabezpečí tepelným čerpadlom (za predpokladu, že budova spĺňa cieľové hodnoty mernej potreby tepla na vykurovanie, čo je podmienka efektívneho uplatnenia TČ ako hlavného zdroja vykurovania).
- TČ je možné okrem vykurovania budov v zimnom období využiť aj na ich chladenie v letnom období, ak spĺňajú podmienky vhodného distribučného systému. Za vhodné sa dajú považovať veľkoplošné systémy ako stenové alebo stropné (nie podlahové), fan-coily⁶ alebo objekty s vzduchotechnickými zariadeniami. S takouto možnosťou uvažujeme pri všetkých nových budovách, ktoré sa postavia v budúcnosti. V prípade rekonštrukcie existujúcich budov túto možnosť pri kvantifikácii energetického potenciálu TČ zanedbávame.
- Keďže TČ je plne automatické zariadenie, je vhodné aj pre budovy s obmedzenými možnosťami obsluhy (domovy dôchodcov, administratívne budovy, bytové domy).
- TČ je veľmi vhodné inštalovať v budovách v neplynofikovaných oblastiach a všade, kde sa vykuruje elektricky.
- Predpokladáme iba elektrický pohon kompresora TČ, s inými spôsobmi pohonu neuvažujeme.
- Pre minimalizáciu počtu zapnutí kompresora je vhodné zabudovať na výstup z TČ akumulátor. Jeho objem závisí najmä od toho, v akom rozsahu je možné regulovať výkon TČ bez zníženia COP.
- Vo väčšine aplikácií predpokladáme predovšetkým uplatnenie TČ typu vzduch/voda, ktoré využívajú ako zdroj nízkopotenciálneho tepla exteriérový vzduch (tento typ TČ je vzhľadom na relatívne najnižšie investičné náklady najrozšírenejší). Vo výpočtoch uvažujeme s najmodernejšími zariadeniami tohto typu (prevádzkovateľné až do vonkajšej teploty - 15 °C a hodnotou SCOP = 3), pričom neuvažujeme s potrebou záložného zdroja tepla pri vonkajších teplotách pod touto hranicou.
- V prípade rodinných domov a hotelov predpokladáme, že okrem TČ typu vzduch/voda bude 30 % TČ typu voda/voda alebo zem/voda.
- Umiestnenie vonkajších jednotiek pre TČ typu vzduch/voda sa predpokladá buď na strechách budov alebo na zemi v blízkosti ich technických miestností.

5 Na rozdiel napríklad od slnečných kolektorov sa však TČ môžu úspešne využívať aj v budovách, ktoré uvedenú podmienku nespĺňajú úplne – prejaví sa to však na miernom zhoršení ich technicko-ekonomických ukazovateľov.

6 Fan-coil je zariadenie na báze konvektora, určené na chladenie alebo vykurovanie interiéru podľa teploty vody. Inštaluje sa k TČ, z ktorého sa získava v zime teplá voda na vykurovanie a v lete studená voda na chladenie. Jednotky môžu byť vstavané, stojace alebo závesné.

Špecifické podmienky pre budovy priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby

- V tejto kategórii budov môže byť potenciál TČ veľmi vysoký. Jeho kvantifikácia si vyžaduje podrobné informácie o technológii a režime prevádzky a jeho hodnotenie musí byť prísne individuálne. V prípade vykurovania týchto budov môžu mať výrazný vplyv na celkovú bilanciu vnútorné zisky alebo využívanie energetických prebytkov z výroby.
- Okrem TČ typu vzduch/voda tu majú značnú perspektívu aj TČ typu voda/voda a zem/voda a tiež spätné využitie odpadového tepla z výroby (kvapalín alebo vzduchu).

Kvantifikácia energetického potenciálu tepelných čerpadiel

Keďže pripravované nízkouhlíkové stratégie zatiaľ zahŕňajú v rámci sektora budov iba rodinné domy, bytové domy, administratívne budovy, školy a školské zariadenia a zdravotnícke zariadenia, táto kapitola sa sústreďí iba na tieto kategórie budov. Po prípadnom rozšírení spektra hodnotených kategórií budov v budúcnosti sa metodika analogicky rozšíri aj na kvantifikáciu potenciálu pre ostatné kategórie budov.

Bezprostredný potenciál

Ak uvažujeme o náhrade tepla vyrobeného z fosílnych zdrojov na vykurovanie budov v existujúcom technickom stave obnoviteľnými zdrojmi energie pomocou TČ, výsledný bezprostredný ročný energetický potenciál TČ v regióne sa bude rovnať súčtu ročnej potreby tepla na vykurovanie všetkých budov [pre ktoré platí, že sú v súčasnosti vykurované z fosílnych zdrojov a zároveň ich merná tepelná strata (resp. merná potreba tepla na vykurovanie) neprevyšuje 75 kWh/m² a rok⁷] a ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody (so zohľadnením využitia slnečných kolektorov).

Rodinné domy

$$Q_{RD} = 0,75 * \left[\sum_{n_{EUD}} q_{VyK-RD, EUD} + \sum_{n_{EUD}} q_{TV-RD, EUD, celk} - (n_4 * 2\,000 + n_3 * 1\,500) \right] \text{ [kWh]}$$

kde:

n_{EUD} – počet rodinných domov v regióne, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [-]

$q_{VyK-RD, EUD}$ – ročná potreba tepla na vykurovanie v jednotlivých rodinných domoch, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]

$q_{TV-RD, EUD, celk}$ – celková potreba tepla na prípravu teplej vody v rodinných domoch, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh/m².rok]

n_4 – počet energeticky úsporných rodinných domov v regióne so 4 a viac obyvateľmi [-]

n_3 – počet energeticky úsporných rodinných domov v regióne s menej ako 4 obyvateľmi [-]

7 Hodnota sa vzťahuje na energeticky úsporné domy.

Bytové domy

$$Q_{BD} = 0,75 * \left[\sum_{n_{EUD}}^1 q_{Vyk-BD, EUD} + \sum_{n_{EUD}}^1 q_{TV-BD, EUD, celk} - (n_{PS6} * 1\,597 + n_{PS7} * 1\,118 + n_{MS6} * 1\,278 + n_{MS7} * 895 + n_{VS6} * 2\,555 + n_{VS7} * 1\,789) \right] \text{ [kWh]}$$

kde:

- n_{EUD} – počet bytových domov v regióne, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [-]
- $q_{Vyk-BD, EUD}$ – ročná potreba tepla na vykurovanie v jednotlivých bytových domoch, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]
- $q_{TV-BD, EUD, celk}$ – celková potreba tepla na prípravu teplej vody v jednotlivých bytových domoch, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]
- n_{PS6} – počet energeticky úsporných bytových domov so 6 a menej obytnými podlažiami s priemernými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]
- n_{PS7} – počet energeticky úsporných bytových domov nad 6 obytných podlaží s priemernými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]
- n_{MS6} – počet energeticky úsporných bytových domov so 6 a menej obytnými podlažiami s malými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]
- n_{MS7} – počet energeticky úsporných bytových domov nad 6 obytných podlaží s malými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]
- n_{VS6} – počet energeticky úsporných bytových domov so 6 a menej obytnými podlažiami s veľkými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]
- n_{VS7} – celkový počet energeticky úsporných bytových domov nad 6 obytných podlaží s veľkými stratami tepla v rozvodoch teplej vody [-]

Administratívne budovy

$$Q_{AB} = 0,75 * \left[\sum_{n_{EUD}}^1 q_{Vyk-AB, EUD} + \sum_{n_{EUD}}^1 q_{TV-AB, EUD, celk} - 5 * S_{TV-AB, EUD, celk} \right] \text{ [kWh]}$$

kde:

- $n_{AB, EUD}$ – počet administratívnych budov v regióne, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [-]
- $q_{Vyk-AD, EUD}$ – ročná potreba tepla na vykurovanie v jednotlivých administratívnych budovách, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]
- $q_{TV-AB, EUD, celk}$ – celková potreba tepla na prípravu teplej vody v jednotlivých administratívnych budovách, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]
- $S_{TV-AB, EUD, celk}$ – súčet zastavanej plochy všetkých podlaží vymedzených teplovýmenným obalom (bez balkónov a lodžií a vrátane hrúbky stien) v administratívnych budovách, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [m²]

Školy a školské budovy

$$Q_{RD} = 0,75 * \left[\sum_{n_{SB, EUD}}^1 q_{Vyk-SB, EUD} + \sum_{n_{SB, EUD}}^1 q_{TV-SB, EUD} \right] \text{ [kWh]}$$

kde:

$n_{SB, EUD}$ – počet školských budov v regióne, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu s prevádzkou min. 300 dní v roku [-]

$q_{Vyk-SB, EUD}$ – ročná potreba tepla na vykurovanie v jednotlivých školských budovách, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu s prevádzkou min. 300 dní v roku [kWh]

$q_{TV-SB, EUD}$ – celková potreba tepla na prípravu teplej vody v jednotlivých školských budovách, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu s prevádzkou min. 300 dní v roku [kWh]

Nemocnice a zdravotnícke zariadenia

$$Q_{ZZ} = 0,75 * \left[\sum_{n_{ZZ, EUD}}^1 q_{Vyk-ZZ, EUD} + \sum_{n_{ZZ, EUD}}^1 q_{TV-ZZ, EUD, celk} - 18,25 * n * o \right] \text{ [kWh]}$$

kde:

$n_{ZZ, EUD}$ – počet zdravotníckych zariadení v regióne, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [-]

$q_{Vyk-ZZ, EUD}$ – ročná potreba tepla na vykurovanie v jednotlivých zdravotníckych zariadeniach, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]

$q_{TV-ZZ, EUD, celk}$ – celková potreba tepla na prípravu teplej vody v jednotlivých zdravotníckych zariadeniach, ktoré spĺňajú parametre energeticky úsporného domu [kWh]

n – celkový počet lôžok [-]

o – obsadenosť zdravotníckeho zariadenia [%]

Perspektívny potenciál

Ak uvažujeme o realizácii celého potenciálu úspor tepla na vykurovanie budov v cieľovom technickom stave (t. j. po ich komplexnej rekonštrukcii v budúcnosti na predpokladanú úroveň tepelno-technických parametrov) pomocou TČ, výsledný perspektívny ročný energetický potenciál TČ v regióne sa bude rovnať súčtu ročnej potreby tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody (so zohľadnením využitia slnečných kolektorov) vo všetkých budovách s výnimkou tých, ktoré sú vykurované na báze obnoviteľných zdrojov.

Preto pre výpočet perspektívneho ročného energetického potenciálu TČ v regióne možno analogicky použiť predchádzajúce postupy a vzorce v rámci všetkých uvažovaných kategórií budov.