

## VYUŽITIE PODZEMNÝCH VÔD PRE TEPELNÉ ČERPADLÁ

### UTILIZATION OF GROUNDWATER FOR HEAT PUMPS

Ján Pinka<sup>1</sup>

#### Abstract

The article deals with the use of groundwater for heat pumps from an economic and environmental point of view and raises problems to improve their utilization from a quantitative point of view. The primary energy savings of fossil fuels (given by chemical energy - the heat of solid, gaseous or liquid natural fuel sources) are quantitatively proportional to CO<sub>2</sub> savings, and heat pumps are therefore, in terms of global warming, compared to conventional heat production with more environmentally friendly technology proportionally achieved by quantitative saving primary energy.

**Keywords:** *groundwater, heat pumps, liquid natural fuel*

---

#### Úvod

Tepelné čerpadlá sú alternatívne zariadenia pre výrobu tepelnej energie v porovnaní s jej klasickou výrobou pomocou spaľovania fosílnych palív. Princíp ich funkcie je založený na termodynamickom obehu strojného chladiaceho zariadenia. Tepelné čerpadlá môžu za určitých podmienok dosiahnuť v porovnaní s klasickou konvenčnou výrobou tepelnej energie výrazné úspory primárnej energie - teda tepelnej energie obsiahnutej v chemickej forme vo fosílnych palivách a môžu byť najefektívnejšou formou zabezpečovania ohrievacích ale aj chladiacich procesov v priemysle aj v komunálnej sfére. Úspory primárnej energie fosílnych palív (dané chemickou energiou - výhrevnosťou pevných, plyných alebo kvapalných prírodných palivových zdrojov) sú kvantitatívne priamo úmerné úsporám emisií CO<sub>2</sub> a tepelné čerpadlá sú teda z hľadiska vplyvu na globálne otepľovanie planéty v porovnaní s klasickou výrobou tepla ekologickejšou technológiu úmerne dosiahnutým kvantitatívnym úsporám primárnej energie. V prípade, že primárna pohonná energia pre systémy tepelných čerpadiel nie je získavaná z chemickej energie fosílnych palív, ale napríklad z jadrovej a vodnej energie, potom použitie takýchto energetických zdrojov nemá negatívny ekologický vplyv, pretože pri ich výrobe nedochádza k emisiám CO<sub>2</sub>.

#### Tepelné čerpadlá vo svete a na Slovensku

Vo svete ako aj v štátoch EÚ je systém vykurovania prostredníctvom tepelných čerpadiel úplne bežný (pozri obr. 1). V susednom Rakúsku ich používa každá tretia domácnosť, zatiaľ čo v severných štátoch ako sú Švédsko alebo Fínsko sa tepelné čerpadlá považuje už za štandard, čo však súvisí so štedrými finančnými úľavami od štátu. Vo Fínsku majú tepelné čerpadlá prvý rok elektrinu zadarmo a vo Švédsku dostávajú obyvatelia paušálny príspevok. Vo Francúzku dostáva každý obyvateľ pri kúpe tepelného čerpadla od štátu 50% z kúpnej ceny [4],[10]. Na Slovensku je využívanie tepelných čerpadiel ešte iba na začiatku. V súčasnosti je na Slovensku inštalovaných len niekoľko desiatok až stoviek týchto zariadení. V roku 2010 sa odhadovaný počet inštalovaných kusov pohyboval len okolo 155 tepelných čerpadiel, čo je v porovnaní s ostatnými európskymi krajinami veľmi málo.

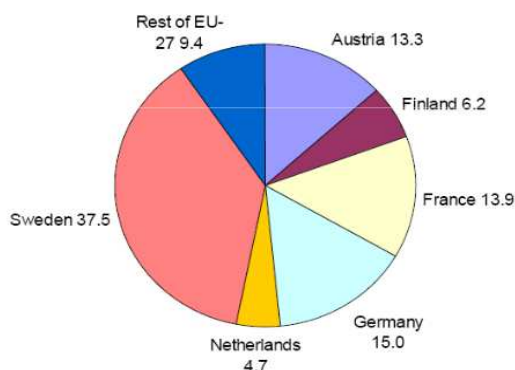
Hlavným dôvodom takto nízkeho záujmu zo strany odberateľov energie a stále malého rozšírenia tohto zariadenia sú relatívne vysoké vstupné náklady, ktoré sú potrebné na kúpu tepelného čerpadla a vybudovanie celého vykurovacieho systému spolu s vyhlbením čerpaceho a tzv. vsakovacieho vrtu (v prípade typu voda - voda). Pri ostatných typoch sú náklady porovnateľné (pozri Tabuľku 1).

Druhým a nie menej dôležitým faktorom je aj environmentálna politika zo strany štátu, ktorý v súčasnosti nepodporuje, alebo veľmi málo dotuje zavádzanie alternatívnych zdroje energie, či už formou priameho príspevku na jeho vybudovanie, alebo rôznych daňových úľav, či iných ekonomických výhod pre potenciálnych záujemcov. Slovenská republika na podporu využívania alternatívnych zdrojov energie zaviedla projekt, ktorý poskytuje dotácie pri inštalácii kotlov na biomasu

---

<sup>1</sup> prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Ústav zemských zdrojov, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: jan.pinka@tuke.sk, tel.: 055/6023150

a slnečných kolektorov slúžiacich na vykurovanie a ohrev vody pre rodinné a bytové domy. Takáto dotácia však ešte nebola schválená aj v prípade inštalácie tepelných čerpadiel. O tejto téme sa už v médiách veľa napísalo, avšak so žiadnym výsledkom. Východoslovenská energetika má pre prípad využívania technológie tepelných čerpadiel stanovenú špeciálnu cenovú tarifu s názvom EKO DOM (DD6). Mesačná platba za jedno odberné miesto je vo výške 5,1236 €. Vo vysokej tarife je spoplatnená sadzbou 0,1528 €/1 kWh, a v nízkej tarife 0,1317 €/1 kWh [3], [4]. Nezanedbateľný podiel na tomto stave má aj nízka informovanosť laickej verejnosti o výhodách, ktoré táto technológia prináša. Obyvatelia pri hľadaní vhodného riešenia vykurovania svojich domov mnohokrát stavia na tradičné a osvedčené metódy.



Obr. 1. Počet využívania tepelných čerpadiel v niektorých štátoch Európskej únie

Tabuľka 1. Rozdelenie tepelných čerpadiel

Podľa systému	vzduch/voda		zem/voda		voda/voda
	<55°C	>55°C	vertikálny	plošný	

Iné rozdelenie tepelných čerpadiel

Pre vyššie teploty	EVI	2°kompr	kaskáda
Podľa prevedenia	Monoblok	split	multi split syst
Podľa typu kompresora	on/off	invertor	digitálne riadený
Podľa princípu	Parný kompresorový	Absorpčný	Iný
Podľa typu chladiva	Syntetické	Prírodné	
Podľa hnacej energie	Elektrické	Plynové	Hybridné
Podľa využitia elektriny	Smart (inteligentné riadenie využitia lacnejšej elektriny s akumuláciou)		
Akumulátor	Áno/Nie		
Podľa veľkosti	RD	Admin. budova	Priemysel

### Kritériá na využívanie podzemných vôd

Použitelnosť podzemnej vody je závislá na výdatnosti vrtu  $Q$ , čiže na dostupnom množstve vody zo studne, na mernej teplote vody  $H$  (merná tepelná kapacita = konštanta 4,2 KJ/kg/°C) a teplote podzemnej vody, a to na redukcii tepla cez tepelné čerpadlo  $\Delta T$ . Táto závislosť je vyjadrená rovnicou [1]:

$$E = H \cdot Q \cdot \Delta T \quad [\text{kW}] \quad (1)$$

Rovnica ukazuje, že limitujúcimi faktormi z hľadiska opodstatnenia použitia podzemnej vody pre tepelné čerpadlá sú:

- teplota podzemnej vody,
- množstvo podzemnej vody,
- kvalita podzemnej vody.

### **Teplota podzemnej vody**

Použitie podzemnej vody, odoberanej z prostredia na ochladzovanie v tepelných čerpadlách, je limitované kritériom rizika zamŕzania, ktoré hovorí, že nie je bezpečné vody ochladzovať na nižšiu teplotu ako sú 4 °C. Na druhej strane je však daná aj maximálna teplota, a to, že teplota vody získaná z tepelných čerpadiel by nemala dosiahnuť teploty vyššiu ako je 40-50°C. Malo by byť stanovené, že v dnešnej dobe nie je možné dosiahnuť vyššiu teplotu ako 50 °C v jednoduchých tepelných čerpadlách, bez ohľadu na kapacitu [2],

Vo všeobecnosti platí, že minimálna teplota vody vhodná na využitie je 7°C. Deficit teploty je však potom možné vykryť množstvom čerpanej vody. Teplota vody po využití tepelnej energie sa výraznejšie nemení a nie je preukázaný vplyv na kvalitu vody.

### **Množstvo podzemnej vody**

Využívanie tepelného čerpadla nie je limitované teplotou vody vo vrte, ale množstvom tepla, ktoré môže byť vyťažené z tejto vody. Teda, voda vo vrte s nižšou teplotou môže byť využitá ak množstvo, teda filtračný prietok je dostatočný. Pre potreby priemerného rodinného domu je potrebné dosiahnuť konštantnú výdatnosť 0,5 l.s<sup>-1</sup> počas celej životnosti tepelného čerpadla. Možnosť čerpania potrebného množstva vody je nutné overiť hydrodynamickou skúškou. Pri tejto skúške by sa malo po dobu minimálne 28 dní z vrtu nepretržite čerpať požadované množstvo podzemnej vody. Súčasne s čerpaním je nutné vykonať taktiež vsakovaciu skúšku do vhodne zriadeného vsakovacieho vrtu. V podmienkach kvartérnych (najčastejšie fluviálnych sedimentov) s nenapätou zvodňou sa odporúča realizovať vsakovací vrt ktorý svojou hĺbkou a vystrojením odpovedá čerpaciemu vrtu. V niektorých prípadoch môže byť práve zle zostrojený vsakovací vrt zdrojom množstva problémov [5], [6], [8]. Pri vypúšťaní podzemnej vody späť do horninového prostredia, platí pri nenapätej zvodni, že prostredie, z ktorého bola voda odčerpaná, túto vodu po využití a ochladení bezproblémovo príjme späť.

### **Kvalita podzemnej vody**

Kvalita podzemnej vody môže byť tiež limitujúcim faktorom vzhľadom na jej schopnosť reagovať s istými prvkami a spôsobovať koróziu alebo zanášanie trubiek.

Voda by nemala obsahovať mechanické nečistoty, ako piesky či kaly, ktoré môžu zaniest' filtre a výmenníky tepelného čerpadla. Pred využívaním podzemnej vody je nutné vykonať aj laboratórne skúšky, na prítomnosť niektorých chemických prvkov.

Pri používaní podzemnej vody pre tepelné čerpadlá sa okrem množstva vody určuje aj chemická analýza vybraných chemických charakteristík:

- celková mineralizácia,
- hodnota pH,
- celková tvrdosť,
- voľný chlór,
- Fe rozpustené vo vode,
- obsah mangánu - Mn vo vode .

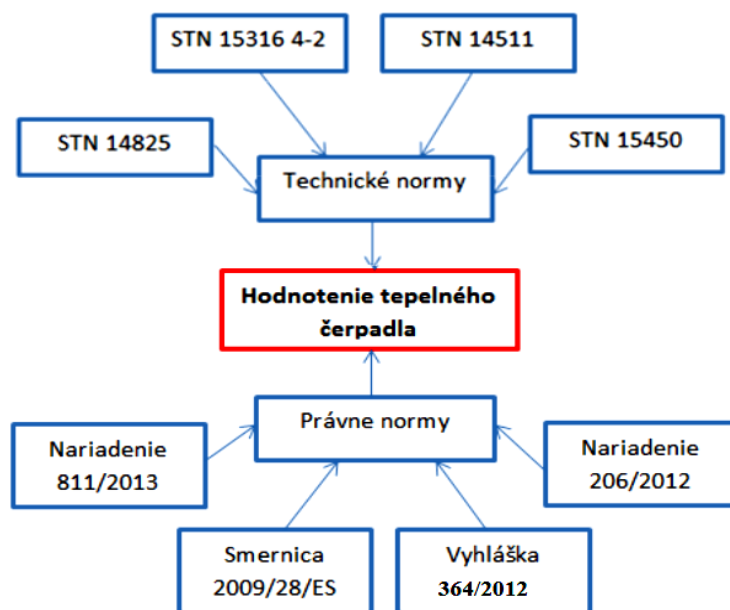
Ak voda tieto nespĺňa limitné hodnoty uvedených parametrov je potrebné zaradiť medzi tepelné čerpadlo a vodu medzi okruh s rozoberateľným výmenníkom, ktorý sa dá čistiť. Zhorší sa tým však účinnosť zariadenia. Upravovať vody pred jej využitím je z ekonomického hľadiska vylúčené.

### **Podmienky využívania podzemných vôd pre tepelné čerpadlá na Slovensku**

V prípade záujmu vybudovať na svojom pozemku studňu za účelom využívania podzemných vôd ako zdroja pre tepelné čerpadlá je potrebné dobre poznať legislatívnu týkajúcu sa úkonov s tým súvisiacich. Predmetné činnosti sú upravované dvoma zákonmi, a to Zákonom o vodách č. 364/2004 Z.z. a Nariadením vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovuje výška neregulovaných platieb, výška poplatkov a podrobnosti súvisiace so spoplatňovaním užívania vôd 755/2044 Z.z.

Práva a povinnosti fyzických osôb a právnických osôb k vodám a nehnuteľnostiam, ktoré s nimi súvisia pri ich ochrane, účelnom a hospodárnom využívaní, oprávnenia a povinnosti orgánov štátnej vodnej správy upravuje zákon o vodách č. 364/2004 Z.z.

Podľa § 17 ods.1 písmeno h) a i) tohto zákona je nakladanie s vodami činnosť ovplyvňujúca vodné pomery (hydrogeologický prieskum) a využívanie energetického potenciálu podzemných vôd (využívanie vôd pre tepelné čerpadlo). Podľa ods. 2 ten, kto nakladá s vodami, je povinný dbať o ich ochranu, vynakladať potrebné úsilie na zlepšovanie ich stavu a zabezpečovať ich hospodárne a účelne využívanie podľa podmienok a požiadaviek tohto zákona a dbať tiež na to, aby neboli porušované práva iných a záujmy chránené osobitnými predpismi; A je povinný dbať aj na ochranu vodných pomerov a na ochranu vodných stavieb. Platné právne normy, nariadenia, vyhlášky, smernice a slovenské technické normy pre tepelné čerpadlá sú názorne uvedené na obr. 2 [7].



Obr. 2. Hodnotenie tepelného čerpadla podľa technických noriem, vyhlášok a smerníc

Po získaní vyššie uvedených dokumentov je nutné požiadať Stavebný úrad o kolaudačné rozhodnutie na vodnú stavbu.

Jedným z najvýhodnejších energetických zdrojov tepla je podzemná voda, ktorá sa z hľadiska jej využitia nachádza v zemskej kôre v dvojakej forme, a to obyčajná a geotermálna podzemná voda.

### Obyčajná podzemná voda

Je z energetického hľadiska veľmi výhodným zdrojom tepla o teplotnej úrovni od 4°C po 10 °C bez výraznejších teplotných fluktuácií. Pre otvorené systémy je ale potrebná vzhľadom na vodohospodárske predpisy reinjektáž použitého prietoku do ďalšieho podzemného vrtu, zatvorené systémy vyžadujú vyparovanie pracovnej látky v podzemnom výmenníku tepla, čo prináša zníženie teplotnej úrovne vo výparníku a tak zníženie energetickej efektívnosti inštalácie. Hlavnou nevýhodou oboch systémov sú investične pomerne vysoké náklady pre získanie predmetného vodného zdroja tepelnej energie. Pri danom hodnotení je treba vychádzať z regionálnych potrieb možného využitia podzemných vôd pre prevádzku tepelných čerpadiel. Z uvedeného hľadiska sa ako najvhodnejšie javí na prvom mieste územné a správne rozdelenie Slovenska a na druhom mieste jeho regionálne hydrogeologické rozdelenie. Pre územné a správne rozdelenie Slovenska bola využitá v súčasnosti platná schéma z roku 1996, ktorá vymedzuje 8 krajov a 79 okresov (obr. 3). Konkrétne hodnotenie využiteľnosti množstiev podzemných vôd pre dané účely je potom viazané na územie vymedzené hranicami okresu. V každom zo 79 okresov sú zhodnotené v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska [3–5] podmienky výskytu, obehu a akumulácie obyčajných podzemných vôd. Osemtriedna klasifikačná stupnica priepustnosti hornín podľa koeficienta filtrácie je uvedená v tabuľke 2 [3].



Obr. 3 Okresy Slovenskej republiky

Tabuľka 2. 8- triedna klasifikácia priepustnosti hornín podľa koeficienta filtrácie

Trieda priepustnosti	Označenie priepustnosti	Koeficient filtrácie $k [m.s^{-1}]$	Príklad
I.	veľmi silná	$> 1.10^{-2}$	hrubozrnný štrk
II.	silná	$1.10^{-2}$	hrubozrnný piesčitý štrk
III.	dost' silná	$1.10^{-3}$	piesčitý štrk
IV.	mierna	$1.10^{-4}$	piesok
V.	dost' slabá	$1.10^{-5}$	zahlinený štrk
VI.	slabá	$1.10^{-6}$	zahlinený piesok
VII.	veľmi slabá	$1.10^{-7}$	piesčitý íl
VIII.	nepatrná	$1.10^{-8}$	íl

#### Vysvetlivky k použitým symbolom v tabuľke 2:

$k$  – koeficient filtrácie vyjadrujúci mieru priepustnosti pórového prostredia pre vodu s danou kinematickou viskozitou. Číselne sa rovná filtračnej rýchlosti pri jednotkovom hydraulickom gradiente. Má rozmer rýchlosti a vyjadruje sa v  $(m.s^{-1})$ .

$Q_v$  – využitelná výdatnosť vrty predstavujúca hodnotu optimálneho čerpaného množstva vody z jedného objektu. Má rozmer objemu deleného časom vyjadrenej vo vedľajších jednotkách, t.j.  $(l.s^{-1})$ .

$t_v$  – teplota vody, miera tepelného stavu vody meraného vo vrte, vyjadrená vo vedľajších jednotkách -  $(v ^\circ C)$ .

#### Geotermálna podzemná voda

Geotermálna voda o teplotnej úrovni 15 až 90 °C je energeticky veľmi výhodným zdrojom pre tepelné čerpadlá, základnou nevýhodou sú veľmi vysoké investičné náklady na jej získanie (vrty do hĺbky až niekoľko km), vysoký stupeň korózie a inkrustácie a jej dostupnosť len v mieste výskytu. Výhodným riešením môže byť využitie geotermálnej vody o vysokej teplote najprv na získanie tepla priamo vo výmenníkoch tepla voda – voda a potom pri jej ochladení na 15 až 25 °C ako zdroj tepla pre tepelné čerpadlá.

#### Pracovné látky tepelných čerpadiel

Ako pracovné látky tepelných čerpadiel sa používajú v zásade tie látky, ktoré umožňujú realizáciu termodynamického chladiaceho obehu v chladiacich zariadeniach nazývané vo všeobecnosti chladivami.

Vzhľadom na to, že vo väčšine systémov tepelných čerpadiel je potrebná pre výrobu tepla vyššia kondenzačná teplota ako v chladiacich zariadeniach (tá je daná väčšinou teplotou okolitého vzduchu alebo vody používanej pre chladenie kondenzátora), sú pre tepelné čerpadlá vhodné chladivá s vyššou teplotou skupenskej premeny v závislosti od tlaku.



Z prírodných chladív, tzn. z látok prirodzene existujúcich v našej biosfére, ktoré majú zanedbateľný alebo nulový vplyv na rozpad ozónovej vrstvy Zeme ako aj na globálne otepľovanie, je možné pre tepelné čerpadlá použiť:

- **amoniak (NH<sub>3</sub>)**, je to z termodynamického hľadiska veľmi efektívna pracovná látka, nevýhodou je jej horľavosť, výbušnosť a toxicita, preto pripadá do úvahy predovšetkým pre použitie v systémoch s nepriamym (sekundárnym) rozvodom chladu, s bezpečnostnou ventiláciou priestorov a pod. V budúcnosti sa predpokladá širšie použitie amoniaku najmä vo vysokoteplotných priemyselných tepelných čerpadlách po dokončení vývoja potrebných vysokotlakých kompresorov (do 40 barov výtláčného tlaku),
- **uhl'ovodíky (HCs)**, sú horľavé chladivá známe už z dávnej histórie. V súčasnosti propán, propylén a zmesi propánu, butánu, izobutánu a etánu sa ukazujú ako energeticky výhodné pracovné látky pre tepelné čerpadlá pri malej kvantite náplne v obehu a dodržaní ďalších bezpečnostných opatrení.
- **voda**, je vynikajúcim chladivom pre vysokoteplotné priemyselné tepelné čerpadlá pre jej vhodné vlastnosti, netoxickosť, nehorľavosť a iné. Je ju možné použiť v rozsahu kondenzačných teplôt od 80 do 150 až 300 °C. Základnou nevýhodou je malá objemová tepelná kapacita (J/m<sup>3</sup>), čo vyžaduje veľké a drahé kompresory.
- **CO<sub>2</sub>** je perspektívnym chladivom pre tepelné čerpadlá vzhľadom na jeho priaznivé vlastnosti ako netoxickosť, nehorľavosť, kompatibilitosť k rôznym mazivám, konštrukčným materiálom, ..., má vysokú objemovú tepelnú kapacitu a je možné dosiahnuť nízky pomer kondenzačného a výparného tlaku, čo priaznivo vplyva na dosiahnutie vysokej energetickej efektívnosti obeh. Nevýhodou je nutnosť použitia tzv. transkritického termodynamického obeh, kedy tlak po kompresii dosahuje nadkritické hodnoty (približne 70 až 90 barov (tzn. 0,7 až 0,9 MPa)), pri odvode tepla nedochádza teda ku kondenzácii chladiva ako v kompresorovom chladiacom obeh.

Vývoj odpovedajúcich vysokotlakých kompresorov pre CO<sub>2</sub> sa v súčasnosti ukončuje, problémom zatiaľ zostávajú vysoké investičné náklady na realizáciu takéhoto obeh.

V súčasnosti sa pre tepelné čerpadlá používajú najmä pracovné látky z oblasti umelo vytvorených látok, ide o halogenované uhl'ovodíky všeobecne už niekoľko desaťročí najviac využívané v chladiacej technike pre ich výborné termofyzikálne vlastnosti, najmä vysokú objemovú tepelnú kapacitu, nehorľavosť, nevýbušnosť, netoxicitu a iné. Základnou nevýhodou týchto látok je, že niektoré z nich (tie ktoré obsahujú chlór) spôsobujú rozpad ozónovej vrstvy Zeme a všetky zapríčiňujú globálne otepľovanie (skleníkový efekt). Stupeň týchto ekologicky škodlivých vlastností jednotlivých chladív je rôzny a preto ich rozdelíme na:

- **plne halogenované uhl'ovodíky (CFCs)**, kde všetky atómy vodíku sú nahradené halovými prvkami (fluórom a chlóróm). Tieto majú z hľadiska rozpadu ozónovej vrstvy Zeme aj skleníkového efektu kvantitatívne najhoršie pôsobenie a preto na základe medzinárodných dohovorov (v zmysle Montrealského protokolu a následných dodatkov) bola ich výroba a obchodovanie s nimi zastavené od roku 1966.

- **čiastočne halogenované uhl'ovodíky (HCFCs)**, kde v molekule zostal prinajmenšom jeden atóm vodíku. Tieto chladivá majú výrazne kvantitatívne menšie ekologicky škodlivé účinky najmä na rozpad ozónovej vrstvy Zeme (až 50 krát) a preto je ich možné ešte v súčasnosti vyrábať a obchodovať s nimi (požívajú sa najmä ako náhradné a alternatívne chladivá za CFCs chladivá v starých zariadeniach), do nových zariadení sa už nepoužívajú. Medzinárodné dohovory postupne redukovujú ich výrobu v EÚ s ukončením v roku 2010 a používanie v roku 2015.

- **fluorované uhl'ovodíky (HFCs)**, kde sú atómy vodíka nahradzované iba fluórom, teda molekula neobsahuje z ekologického hľadiska na ozónovú vrstvu zeme škodlivý chlór. Treba si uvedomiť, že aj tieto halogenované uhl'ovodíky, často nesprávne označované ako „ekologicky neškodlivé alebo čisté“ spôsobujú v obdobnej kvantitatívnej miere ako HCFCs uhl'ovodíky globálne otepľovanie planéty.

Výber pracovnej látky pre systémy tepelných čerpadiel je potrebné vykonať najmä z hľadiska prevádzkových podmienok – ide najmä o potrebnú teplotnú úroveň v kondenzátore (treba kontrolovať najmä teplotu chladiva po kompresii, ktorá je podstatne vyššia ako kondenzačná - pri kondenzačnej teplote cca 45 až 50 °C dosahuje aj nad 100 °C s halogenovanými uhl'ovodíkmi, pričom väčšina z týchto

chladív začína byť nestabilná pri teplote 120°C), kompatibility s mazacími olejmi a materiálmi, ekologických vlastností (v súčasnosti do nových zariadení sa používajú už len HFCs chladivá). Použitie jednotlivých druhov chladív má samozrejme aj vplyv na dosahovanú úroveň energetickej efektívnosti obehu (hodnôt COP a PER). Všeobecne je ale potrebné konštatovať, že energetická efektívnosť prevádzky systému tepelného čerpadla v oveľa väčšej miere ako na použítom chladive závisí od samotného návrhu systému, podmienkach prevádzky (najmä spôsobu regulácie), mieste a druhu aplikácie a pod.

### **Záver**

Tepelné čerpadlá môžu za určitých podmienok dosiahnuť v porovnaní s klasickou konvenčnou výrobou tepelnej energie výrazné úspory primárnej energie - teda tepelnej energie získanej spaľovaním fosilných palív a môžu byť v mnohých praktických aplikáciách súčasne tiež najefektívnejšou formou zabezpečovania ohrievacích, ale aj chladiacich procesov v priemysle aj v komunálnej sfére. To samozrejme vyžaduje nielen dosiahnutie úspor primárnej energie ale aj ich ekonomickú efektívnosť, čo z hľadiska užívateľa znamená nielen dosiahnutie nižších celkových ročných nákladov na výrobu tepla v porovnaní s klasickým systémom, ale dosiahnutie primeranej návratnosti vlozenej investície (v oblasti priemyselných tepelných čerpadiel by nemala návratnosť prekročiť viac ako 10 rokov, v oblasti súkromných užívateľov - vykurovanie rodinných domov a podobne je prijateľná doba návratnosti do 5 rokov) na takýto spôsob výroby tepla. Energetickú aj ekonomickú výhodnosť a účelnosť použitia systému tepelného čerpadla pre výrobu tepla prípadne chladu z vyššie uvedených hľadísk je možné dosiahnuť najmä ak:

- ako zdroj nízko-teplotnej energie je použitý vonkajší vzduch (ktorý je z hľadiska minimálnej investičnej náročnosti na jeho získanie základným, všeobecne dostupným energetickým zdrojom), alebo odpadné energetické toky z priemyselných technologických alebo iných tepelných procesov (využitelné predovšetkým pre veľké priemyselné tepelné čerpadlá).
- potrebná teplotná úroveň produkovaného tepelného toku pri použití vzduchu ako zdroja nízko-teplotnej energie sa zníži na maximálnu teplotu v hraniciach približne 40 až 45 °C (čo vyžaduje pri aplikácii na vykurovanie použitie veľkoplošných vykurovacích systémov).
- systém tepelného čerpadla je navrhnutý pre podmienky konkrétnej jednotlivej aplikácie, ide napríklad o optimalizáciu jednotlivých komponentov, hospodárnu reguláciu množstva a teploty produkovaného tepelného toku a iné ako aj o návrh rôznych kombinovaných systémov výroby tepla, chladu aj elektrickej energie pre špeciálne podmienky jednotlivých užívateľov uvedených tokov energií.
- ak je pre potrebu vykurovania a výroby teplej úžitkovej vody v Európskych klimatických podmienkach pre tepelné čerpadlá vzduch – voda použitý bivalentný systém dimenzovaný na 20 až 60 % maximálnej potreby tepla pri zabezpečení 50 až 90 % ročnej potreby tepelnej energie

Ďalší rozvoj a rozšírenie použitia tepelných čerpadiel v komunálnej aj priemyselnej sfére predpokladá okrem výskumného úsilia zameraného najmä na optimalizáciu energetickej efektívnosti tejto technológie konkrétnu štátnu stimuláciu a finančnú podporu trhu, ktorá umožní v oveľa širších aplikáciách ekonomickú konkurencie schopnosť týchto zariadení voči klasickým technológiám výroby tepla, ktoré sú všeobecne investične výrazne lacnejšie. Takýmto spôsobom je podporovaný rozvoj použitia tejto technológie vo viacerých ekonomicky vyspelých štátoch strednej aj severnej Európy, kde sa predpokladá v blízkej budúcnosti až 30 %-ný podiel výroby tepla tepelnými čerpadlami pre vykurovacie a ohrievacie procesy v komunálnej sfére. Rozvoj použitia tepelných čerpadiel v SR v porovnaní s ostatnými európskymi štátmi je zatiaľ minimálny (napríklad v Rakúsku je ich počet približne niečo vyše 150 000, v Českej republike je to asi 2500, u nás rádovo iba desiatky inštalácií), čo je zapríčinené nielen malou a často nesprávnou informovanosťou potenciálnych užívateľov o možnostiach tejto technológie výroby tepla, ale najmä absenciou významnejších štátnych finančných alebo iných stimulácií (napríklad priamych dotácií, zvýhodnených úverov, preradenie do nižšej skupiny DPH a podobne) pre využitie tepelných čerpadiel. Najmä pre efektívne využitie systémov tepelných čerpadiel so vzduchom ako zdrojom nízko-teplotnej energie pre vykurovanie rodinných domov, bytov a podobne bude nutne potrebná štátna finančná podpora takýchto inštalácií, aby bolo možné dosiahnuť pre užívateľa ekonomickú efektívnosť investície. Zvýšenie možností ekonomicky efektívnych aplikácií

tepelných čerpadiel v našich podmienkach prinesie rast cien tepelnej energie obsiahnutej vo fosilných palivách (najmä zemného plynu) a zvyšovanie efektívnosti výroby elektrickej energie najmä rozšírením kogeneračnej výroby tepla a elektriny, čo môže priniesť v budúcnosti relatívne znižovanie jej ceny v porovnaní napríklad so zemným plynom. Pomohla by tiež zvýhodnená tarifa na odber elektriny alebo plynu (v prípade použitia pohonu kompresora plynovým spaľovacím motorom). V súčasnosti sú v SR realizované najmä tepelné čerpadlá využívajúce ako zdroj nízko-teplotnej energie geotermálnu vodu a niekoľko menších jednotiek typu vzduch - voda prevažne pre výrobu teplej užitkovej vody alebo vykurovanie malých objektov. Veľké rezervy vo využití tepelných čerpadiel v SR sú v oblasti priemyselných tepelných čerpadiel veľkých výkonov vzhľadom na dostatok odpadných tepelných tokov najmä z technologických priemyselných procesov, ktorých využitie by umožnilo vysoko energeticky aj ekonomicky efektívne inštalácie. Problémom je potreba využitia takto efektívne získaných tepelných tokov v mieste ich produkcie, teda v mieste veľkých priemyselných prevádzok najmä v energetickom a potravinárskom priemysle.

### **Literatúra**

1. ALLEN, A. – MILENIČ, D.: Low enthalpy geothermal heat resources from groundwater in fluvio-glacial gravels of buried valleys. In: *Journal of Applied Energy*, Vol. 74 (2003), No. 1-2, 9-19.
2. MILENIČ, D. – VASILJEVIČ, P. – VRANJEŠ, A.: Criteria for use groundwater as renewable energy source in geothermal heat pumps for building heating / cooling purposes. In: *Energy and buildings*, vol. 42 (2010), No. 5, 649-657.
3. HORBAJ, P. – PINKA, J. – ČEKANOVÁ, P. – BRAUNMILLER, G.: Využívanie geotermálnej energie v Nemecku versus Slovensko. In: *Pro-Energy magazín*, Vol. 3 (2009), No. 3, 50-56. ISSN: 1802-4599.
4. PINKA J. a kol.: Možnosti využitia geotermálnej energie na Slovensku. In: *Zborník vedeckých prác VŠB-TU Ostrava*. Vol. 51 (2005), no. 1, 225-230. ISSN 0474-8476.
5. PINKA J. et al.: Utilization of geothermal energy for electric power. In: *Wiertnictwo-Nafta-Gas*. Vol. 24, no. 1 (2007), p. 373-380. ISSN: 1507-0042.
6. PINKA, J. – DOBRA, E.: Najnovšie poznatky o výsledkoch geotermálneho prieskumu v južnej časti Košickej kotliny. In: *Slovgas*. Roč. 8 (1999), č. 2, 9-13. ISSN: 1335-3853.
7. PINKA, J. et al.: The history of geothermal energy exploitation in the area of east Slovakian neogen in Slovakia from the time of geological works to the productions tests. In: *13th International scientific and technical conference*. Vol. 2., Cracow, Poland, Wydział, wiertnictwa, nafty i gazu Akademii Górniczo - hutniczej, 2002, 103-109. ISBN: 83-90588-099.
8. PINKA, J. – WITTENBERGER, G.: Perspektívy využívania hydrogeotermálneho potenciálu Košickej kotliny. In: *Nové poznatky v oblasti víťania, ťažby, dopravy a uskladňovania uhl'ovodíkov*. Košice: Casp, s. r. o, 2002, s. 119-123. ISBN: 80-7099-895-4
9. PINKA, J. – DUBINSKÝ, M. – PINKOVÁ – KORMOŠOVÁ, P.: Perspektívy využitia geotermálnej energie v Slovenskej republike. In: *Situácia v ekologicky zaťažovaných regiónoch Slovenska a strednej Európy: 21. vedecké sympóziu s medzinárodnou účasťou: Hrádok, 25.–26. október 2012*, 168-173.
10. PINKA, J. – LABANIČ, E.: Využitie termálnych zdrojov - územie východného Slovenska (okolie Košíc). In: *Využitie nerastných surovín Slovenska s dôrazom na energetické suroviny: Zborník prednášok z konferencie: Spišská Nová Ves, 23.–24. apríl 2014*. Spišská Nová Ves, Vydalo ABC štúdio, 2014, 201-209. ISBN: 978-80-970804-4-0.