

Tepelná čerpadla - jedna z možností alternativních zdrojů energie k vytápění objektů

Karel Bříza¹, Petr Bujok, Jiří Ryška² a Antonín Kunz

Geothermal heat pumps as one of possibilities of an alternative energy used for objects heating objects in Czech Republic

The use of geothermal energy for more localised energy requirements is becoming more apparent with the use of geothermal heat pumps. The use of heat from the upper portion of the earth's crust can be useful and efficient method of energy saving. At around 50 m below the earth's surface the ambient temperature fluctuates between around 8-12 °C. This heat can be used by being transferred to the surface via a loop system using a high-efficiency refrigerant type of material.

These systems are also typically more efficient than gas or oil-fired heating systems. They are more energy efficient than air-source heat pumps because they draw heat from, or release heat to, the earth, which has moderate temperatures all the year, rather than to the air. Geothermal heat pumps use the relatively constant temperature of the ground or water several meters below the earth's surface as source of heating and cooling. Geothermal heat pumps are appropriate for retrofit or new homes, where both heating and cooling are desired. In addition to heating and cooling, geothermal heat pumps can provide domestic hot water. They can be used for virtually any home size or lot in any region of the Czech Republic.

Key words: geothermal heat pumps, low potential thermal energy, renewable energy, alternative energy

Princip funkce tepelného čerpadla

V zemi, vodě i ve vzduchu je obsaženo nesmírné množství tepla. Jeho nízká teplotní hladina však neumožňuje přímé energetické využití. Tepelná čerpadla jsou zařízení, která umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí (tzv. nízkopotencionální tepelná energie), převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně předávat pro potřeby vytápění nebo pro ohřev teplé užitkové vody. Tepelná čerpadla neprodukují žádné tuhé, kapalné či plynné odpady, na rozdíl od spalovacích kotlů na tuhá paliva (uhlí, biomasa) nebo plynná paliva (zemní plyn, LPG), které se v České republice využívají nejčastěji. Provoz tepelných čerpadel řadíme tedy do zcela bezodpadové technologie a co se týče řízení a obsluhy, jsou velmi snadno ovladatelná a takřka bezúdržbová [2].

Historie tepelných čerpadel

Princip tepelného čerpadla byl popsán a vymyšlen již v 19. století anglickým fyzikem lordem Kelvinem. Jedno z prvních tepelných čerpadel bylo zkonstruováno ve Švýcarsku, protože tam kromě vodní síly nevyužívají žádný jiný vlastní zdroj energie. Čerpadlo mělo v roce 1936 sloužit k vytápění curyšské radnice. V té době se poprvé objevily názory na možné masové využívání tohoto zdroje tepla. K rozsáhlejšímu využití tepelných čerpadel pro vytápění došlo až při zvýšení cen energií začátkem sedmdesátých let [1].

V České republice byla tepelná čerpadla ještě před 10 lety záležitostí několika kusů vyráběných firmou ČKD nebo podomácku vyrobených kusů od několika nadšenců, kutilů a ekologických příznivců. Ke dni 31. 12. 2004 bylo podle údajů Asociace pro využití tepelných čerpadel instalováno v ČR celkem 1597 tepelných čerpadel různých druhů.

Provozní náklady na vytápění objektů

Ceny energií jsou závislé na mnoha faktorech a přesné předvídání jejich dlouhodobého budoucího vývoje je téměř nemožné. Jedinou jistotou je, že ceny energií budou dále stoupat, tak jako tomu bylo doposud a jde pouze o to, jak rychle. Majitelé tepelných čerpadel mají tu výhodu, že každé zdražení energií pro ně znamená větší úsporu a rychlejší zhodnocení investice do tepelného čerpadla.

Vývoj provozních nákladů běžného rodinného domu od roku 1991 zaznamenal zásadní nárůst cen jak u domů vytápěných elektrinou, tak i zemním plynem, přičemž náklady na vytápění zemním plynem rostou o něco rychleji než u elektriny. Navíc cena zemního plynu je závislá na ceně ropy a výrazně se mění v závislosti na událostech ve světě. V letech 2004 a 2005 se během pouhých 18 měsíců díky této skutečnosti

¹ Ing., Karel Bříza, prof. Ing., Petr Bujok CSc., IGI HGF VŠB - TU Ostrava, ul. 17. listopadu 15, 708 33; Ostrava – Poruba, Česká republika, petr.bujok@vsb.cz, karel.briza.hgf@vsb.cz

² Ing., Jiří Ryška CSc., Ing. Antonín Kunz, OKD, DPB, a.s., Rudé armády 637, 769 21 Paskov, Česká republika, jiri.ryska@dpb.cz, antonin.kunz@dpb.cz

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 19. 6. 2007)

zvýšila cena plynu o více než 40 %. Porovnání nákladů na vytápění objektů, při použití různých druhů paliv, kde výpočtová hodnota byla stanovena 100 GJ, Obr. 1 [6].



Obr. 1. Porovnání paliv na vytápění objektu (Kč/rok) – s výpočtovou hodnotou 100 GJ.
Fig. 1. Comparison of fuellings used by object heating (CZK/year) – with computational value 100 GJ.

Celkové porovnání vytápění systémem tepelným čerpadlem s ostatními druhy paliv [6]:

- 1 Vytápění - tepelným čerpadlem
 - + čerpaná energie je většinou zdarma (odebíráme ji z okolního prostoru - z přírody).
 - + energie nutná k provozu čerpadla je mnohem menší než teplo, se kterým daný prostor zahříváme (to znamená že šetříme ve formě menší spotřeby elektrické energie, kterou musíme zaplatit)
 - + T.Č. je ekologické (ekologičtější) než jiné typy vyhřívání.
 - + některé typy T.Č. můžeme použít jako klimatizaci (reverze chodu tepla a z ohřívacího systému máme systém chladičí)
 - vyšší pořizovací náklady (zejména u vrtů)
- 2 Vytápění - koks, černé a hnědé uhlí
 - + nízká pořizovací cena paliva
 - malá účinnost zdrojů tepla
 - velice nízký komfort vytápění
 - nutná obsluha kotle (zátop, přikládání paliva, vynášení popela)
 - dovoz a skladování paliva
 - neekologické palivo, vznikají nežádoucí zplodiny
 - primitivní regulace (nepružně reaguje na požadavky uživatele)
 - neperspektivní tuhé palivo (z pohledu stávající a očekávané EU legislativy)
- 3 Vytápění - elektrickou energií
 - vyšší pořizovací cena systému s akumulačními nádobami
 - vyšší požadavky na prostor (při výkonu 20 kW)
 - ekologický provoz pouze v místě vytápění
 - vyšší cena - od začátku roku 2006 zdražení až o 10 %
 - + vysoká dostupnost (možnost realizace skoro v každém objektu)
- 4 Vytápění zemním plynem
 - + vysoká účinnost provozu
 - + vysoký standard komfortního vytápění
 - + není nutná pravidelná obsluha kotle
 - + ekologie a čistota provozu
 - + nenáročnost na umístění kotle
 - + snadná a přesná regulace
 - + nepřetržitá dodávka paliva
 - + vysoce efektivní ohřev teplé užitkové vody
 - vyšší cena – např. na začátku roku 2006 proběhlo zdražení o 10 %

Tepelná čerpadla - provozní náklady a návratnost

V dohledné době nastane i očekávané přibližování cen plynu k evropské úrovni, stejně jako v minulosti přiblížení cen pohonných hmot. Například v Německu je zemní plyn v současné době o více než 60 % dražší

než v České republice. Každý kdo si pořídí plynové topení musí počítat s tím, že během příštích 10 let utratí za plyn nemalé částky. Jednou z možností, jak se v budoucnu vyhnout vysokým platbám za energie, je rozhodnout se pro řešení, u kterých je spotřeba energie minimální.

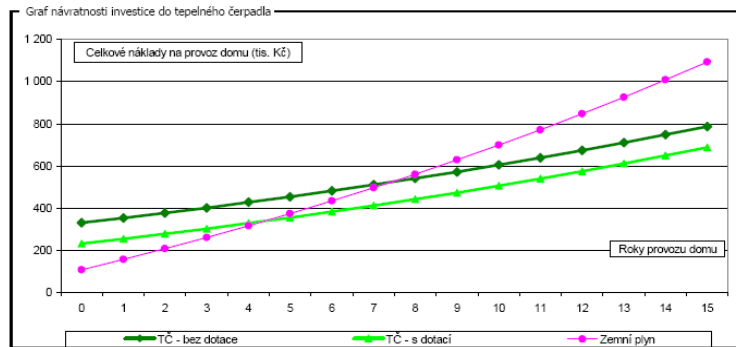
Na Obr. 2. je zobrazena návratnost investic do systému s tepelným čerpadlem. V roce 0 je zobrazena výška investičních nákladů a každý rok jsou přičteny provozní náklady. Návratnost investice zakresluje průsečík křivky tepelného čerpadla s křivkou porovnávaného zdroje tepla. V tomto případě byl jako porovnávaný zdroj zvolen zemní plyn, který je v České republice pro vytápění objektů nejvíce využíván.

Další možné porovnání provozních nákladů novostavby rodinného domu – při využívání zemního plynu či tepelného čerpadla, je zobrazeno na Obr. 3. Tepelné ztráty u obou porovnávaných staveb jsou přibližně 15 kW. Porovnání provozních nákladů je provedeno jako celkové provozní náklady objektu. To znamená, že kromě spotřeby energie na vytápění je uvažováno i se spotřebou pro ohřev teplé užitkové vody a případně i bazénu. Zároveň je v těchto nákladech započítána i ostatní spotřeba elektrické energie v objektu (svícení, vaření, apod.), která celkové provozní náklady výrazně ovlivňuje a cena této energie je závislá na zvoleném zdroji tepla. Spotřeby energie uvedené ve výpočtu vycházejí z teoretických výpočtů spotřeb energií a jsou korigovány podle zkušeností z objektů podobné velikosti, u kterých je spotřeba energií ověřena provozem. Konkrétní hodnoty spotřeby energií se mohou výrazně lišit v závislosti na chování obyvatel objektu. Poměr mezi velikostí provozních nákladů však zůstává zachován [6].

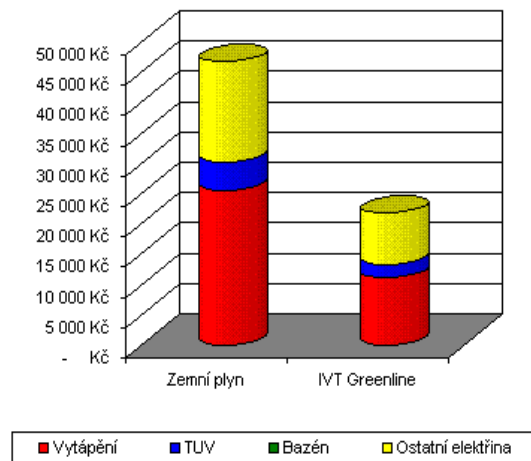
Rozšíření tepelných čerpadel v České republice

V zemích, kde lidé zodpovědně přistupují k využívání přírodních zdrojů, jsou tepelná čerpadla velmi rozšířena. Například ve Švédsku je tepelným čerpadlem vybaveno více než 90 % nově postavených rodinných domů. Z této země také pochází i největší evropský výrobce tepelných čerpadel IVT IDUSTRY AB, která je součástí koncernu BOSH Buderus Thermotechnik. Vývoji těchto úsporných zařízení se úspěšně věnuje již od roku 1975 a v současné době je přibližně 25 % ze všech tepelných čerpadel prodávaných v Evropě vyrobeno právě společností IVT. V České republice je nyní tepelnými čerpadly vybaveno přes 10 % nově postavených rodinných domů. Díky rostoucím cenám energií se tento podíl stále zvyšuje. Jen pro porovnání. Nejvíce tepelných čerpadel je instalováno v USA. V roce 2000 jich bylo zprovozněno 140 000, a k roku 2004 se počet zvýšil o dalších 150 000. Na evropském kontinentě zaujímá první místo Švédsko. Zde bylo v roce 2000 instalováno 24 000 a o čtyři roky později již 60 000 kusů. V České republice se projevuje podobný rostoucí trend v užívání tepelných čerpadel, ale v nižším počtu instalací. K roku 2000 bylo instalováno 400 tepelných čerpadel a v roce 2004 pak 1597 kusů.

Některé příklady realizovaných akcí v České republice, kde do objektů byla instalována tepelná čerpadla odebírající teplo z horninového prostředí pomocí vrtů, jsou uvedeny níže. Vrtů pro polyetylenové kolektory, naplněné nemrznoucí směsí, které přenášejí teplo mezi zemí a tepelným čerpadlem, provedla společnost OKD, DPB, a.s. Paskov, která se řešením dané problematiky dlouhodobě zabývá [3,4].



Obr. 2. Graf návratnosti investice tepelného čerpadla.
Fig. 2. The Graph of an investment return of the geothermal heat pump



Obr. 3. Graf provozních nákladů rodinného domu – zemního plynu a tepelné čerpadlo firmy IVT.
Fig. 3. Graph of the operation expense in a family house – natural gas and geothermal heat pump from IVT firm.

Realizované akce

- 1 Bystřice pod Hostýnem - 4166 m vrtů pro objekt městské víceúčelové sportovní haly.
- 2 Opava - 8300 m vrtů pro objekt víceúčelové sportovní haly.
- 3 Spořice - 3192 m vrtů pro objekt víceúčelové sportovní haly.
- 4 Horní Jelení - 1620 vrtů pro dům s pečovatelskou službou.
- 5 Spořice - 1200 m vrtů pro domov důchodců.
- 6 Rusava - 1000 m vrtů pro mateřskou školku a základní školu [4].



Obr. 4. Sportovní hala v Opavě.
Fig. 4. Sports hall in Opava.

Nová aula VŠB-TU Ostrava - dosud největším instalovaným systémem tepelných čerpadel v České republice

V loňském roce 2006, přibyl v České republice další objekt, který je vytápěn systémem tepelných čerpadel a svou velikostí tak předstihl projekt opavské sportovní haly. Jedná se o víceúčelovou Aulu VŠB-TU v Ostravě, jejíž součástí je i Centrum informačních technologií. Základní kámen nové auly byl položen 6. října 2004. Investorem této stavby byla VŠB-TU Ostrava a zhotovitelem firma OHL ŽS, a.s.. Vlastní realizaci zajistila divize Stavitelství Ostrava. Slavností otevření proběhlo dne 2. 10. 2006, a Aula se tak stala součástí komplexu VŠB-TU Ostrava.



Obr. 5. Nová aula VŠB-TU Ostrava a Centrum informativních technologií.
Fig. 5. New VSB-TU Ostrava university hall and Informative Technologies Centre.

Dle Smlouvy o dílo byla stavba vyčíslena na 484,808 mil. Kč včetně projektu, který stál 11,895 mil. Kč. Interiér za 49,653 mil. Kč. Zastavěná plocha je 3 917 m², celková podlažní plocha činí 9 234 m².

Unikátním způsobem je řešen zdroj tepla a chladu. Původně měla být

Aula vytápěna dálkovými rozvody z centrálního zdroje, ale v průběhu výstavby investor rozhodl o změně na tepelná čerpadla. Instalovaný systém tepelných čerpadel je největší, který byl v ČR a ve střední Evropě doposud realizován. Je tvořen deseti švédskými tepelnými čerpadly IVT o celkovém výkonu 700 kW a systémem 110 vrtů hlubokých 140 m (celková délka 15 400 m vrtů) provedených v prostoru parkoviště nové auly VŠB-TU a parkoviště vedle Nové knihovny VŠB-TU Ostrava.

Instalovaná tepelná čerpadla by měla výrazně snížit náklady na vytápění a klimatizaci budovy. Projekt vytápění tepelnými čerpadly byl financován dotacemi ze strukturálních fondů EU, ze státního fondu životního prostředí a ze zdrojů univerzity. Kromě vytápění a chlazení budovy, poskytují provozní vrty teplotního polygonu zajímavou možnost vědeckého zkoumání a rozvíjení technologií v tomto oboru. Právě za tímto účelem byly v rámci zakázky pro vytápění Auly vyhloubeny tři druhy speciálních vrtů – provozní vrty teplotního polygonu, speciální měřicí vrty a kontrolní vrt.

Provozní vrty teplotního polygonu – skupina celkem 10 provozních vrtů, byly realizovány ve dvou rovnoběžných řadách v rámci pole určeného pro vytápění. Obě řady jsou situovány zhruba ve směru V-Z a vzdáleny 10 m od sebe. Stejná je i rozteč vrtů od sebe v obou řadách. Speciální měřicí vrty – skupina celkem 5 vrtů v zalomeném profilu, byla realizována ze středu teplotního polygonu šikmo ve směru cca VJV-ZSZ. Vrty jsou umístěny v řadě. Všechny výše popsané dvě skupiny vrtů byly osazeny v předem stanovených intervalech v hloubce 20, 50, 100 a 140 m soustavou teplotních čidel.

Kontrolní vrt byl odvrátán za účelem dlouhodobého sledování pohybu hladiny podzemní vody, dále pak za účelem provádění kontrolního měření teplot, případně další měření, např. geofyzikální měření ke stanovení vlastností hornin.

Na základě tohoto teplotního polygonu, bude při provozu tepelných čerpadel možné sledovat vlastnosti a chování hornin, a to jak při režimu odebírání tepla (zimní období), tak při režimu zpětného „ohřevu“ kolektoru (letní období). Na základě teplotních hodnot zjištěných z čidel, bude také možné sledovat účinnost provozu hlubinných kolektorů. Sledování vlivu tepelných čerpadel na horninový kolektor je v České republice projektem ojedinělým a tím se nabízí velký prostor pro realizaci celé řady vědeckých projektů a zkoumání. Může se tak získat celá řada údajů, které se dají následně uplatnit při realizaci dalších projektů, při kterých tepelná čerpadla budou využívána k vytápění objektů, klimatizaci nebo k ohřevu teplé užitkové vody [5].

Budoucnost tepelných čerpadel v České republice

V současné době, kdy se klade stále větší důraz na ochranu životního prostředí, jsou v rámci vytápění a provozu objektu hledány způsoby, jak snížit negativní vliv na životní prostředí a snižování celkové spotřeby energie. Uspokojivé řešení, jak tohoto cíle dosáhnout, nekončí jen ve využití ekologičtějších paliv, ale právě v získávání energie z tzv. obnovitelných zdrojů energie. Na území České republiky, tam kde to přírodní podmínky a legislativa umožňují, lze získat energii z energie slunečního záření, energie větru, geotermální energie, biomasy nebo využitím tepelných čerpadel. Současný trend v energetické politice státu prosazuje vyrovnaný tzv. energetický mix jednotlivých druhů zdrojů. Požadavek na maximální využívání alternativních zdrojů je i jedním z klíčových bodů energetické politiky Evropské unie, k čemuž se Česká republika v březnu 2003 zavázala. Jednou z možností efektivního získávání energie z okolního prostředí jsou právě tepelná čerpadla. Jejich instalací můžeme zajistit celoroční vytápění stavebních objektů, klimatizaci objektů, ohřev teplé užitkové vody a vody v bazénech. Nejrozšířenějším způsobem jímání tepla jsou vrty. Z finančního hlediska jde sice o nejnáročnější systém, ale jednoznačně nejlepší z hlediska účinnosti a stability dodávek tepla.

V zahraničí jsou tepelná čerpadla s vrty využívána pro vytápění a klimatizaci rozsáhlých komplexů budov. Jsou rovněž používána v průmyslu, a to jako součást různých technologií např. pro dohřev či ochlazování kapalin nebo vysoušení. Česká republika s počtem instalovaných čerpadel v porovnání s ostatními západoevropskými státy zaostává. Nicméně roční nárůst, který se pohybuje kolem 30 % je stálý. Už dnes se ale předpokládá, že český trh s tepelnými čerpadly se bude pozitivně rozvíjet. Výrazný nárůst na trhu se teprve čeká. Konečný výsledek bude do značné míry záviset na podpůrných programech státu a vývoji nabídky. Dá se očekávat, že uživatelé se budou více přiklánět k tepelným čerpadlům ve chvíli, kdy se pořizovací náklady přiblíží k cenám konvenčního vytápění. Zavádění tepelných čerpadel pro vytápění objektů se do budoucna bude neustále zvyšovat, a to nejenom z hlediska ekonomického, ale i z hlediska životního prostředí.

Literatura – References

- [1]. Duffield, Wendell A.: Geothermal energy : clean power from the Earth's heat; U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey; USA, 2003.
- [2]. Dvořák, Z., Petrák, J.: Tepelná čerpadla, *Praha, 1991.*
- [3]. www.opava-city.cz
- [4]. www.dpb.cz
- [5]. www.vsb.cz
- [6]. www.cerpadla-ivt.cz