

TEPELNÉ ČERPADLO PRO VÁŠ DŮM



ROBERT KARLÍK

- VÝBĚR ČERPADLA
- POŽADAVKY NA PROVOZ
- PŘÍKLADY REALIZACÍ

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umísťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.



Tepelné čerpadlo

Velké poděkování patří panu Milanu Trsovi, který do knihy přispěl kapitolami 3.1, 3.2, 3.3, dále pak Ing. Josefu Slovákovi za odbornou korekturu a v neposlední řadě firmám Tepelná čerpadla IVT s.r.o., Gerotop spol. s r.o. a Termo Komfort s.r.o, které do publikace poskytly obrázky.



ASOCIACE PRO VYUŽITÍ TEPELNÝCH ČERPADEL®
CZECH HEAT PUMP ASSOCIATION

*DOPORUČUJE TUTO PUBLIKACI ZÁJEMCŮM O INSTALACI
ÚSPORNÝCH VYTÁPĚCÍCH SYSTÉMŮ S TEPELNÝMI ČERPADLY.*

Robert Karlík

Tepelné čerpadlo pro váš dům

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400

jako svou 3643. publikaci

Odpovědná redaktorka Jarmila Baumová

Sazba Vladimír Velička

Fotografie na obálce z archivu firmy Tepelná čerpadla IVT s.r.o.

Fotografie v knize z archivu firem Tepelná čerpadla IVT s.r.o., Gerotop spol. s r.o.
a Termo Komfort s.r.o.

Počet stran 112

První vydání, Praha 2009

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

© Grada Publishing, a.s., 2009

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2009

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami
nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.*

ISBN 978-80-247-2720-2 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-6803-8 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

1	Tepelné čerpadlo obecně	7
1.1	Co je to tepelné čerpadlo	7
1.2	Historie a vznik	7
1.3	Princip	8
1.4	Parametry tepelných čerpadel	9
2	Typy tepelných čerpadel	12
2.1	Tepelné čerpadlo typu země/voda	12
2.2	Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda	13
2.3	Tepelné čerpadlo typu voda/voda	16
2.4	Tepelné čerpadlo typu vzduch/vzduch	16
2.5	Tepelná čerpadla s přímým odběrem tepla	17
3	Zdroje nízkopotenciálního tepla	19
3.1	Zemní plošný kolektor	20
3.2	Vrty – geotermální vertikální sondy	30
3.3	Energetické piloty	40
3.4	Spodní voda	43
3.5	Povrchová voda	46
3.6	Venkovní vzduch	48
3.7	Odpadní a větrací vzduch	51
3.8	Sluneční kolektory	52
4	Návrh, montáž a provoz tepelného čerpadla	53
4.1	Určení velikosti tepelného čerpadla	53
4.2	Tepelná soustava	57
4.3	Návrh vhodného ohřívače TV	60
4.4	Volba primárního zdroje tepla	61
4.5	Kapacita elektrické přípojky	64
4.6	Umístění tepelného čerpadla a řešení stavebních detailů	66
4.7	Akumulace	71
4.8	Regulace	72
4.9	Montáž	72
4.10	Zkušební provoz	74

5	Využití tepelného čerpadla	75
5.1	Bivalentní zdroje tepla	75
5.2	Ohřev bazénové vody a whirlpoolů	77
5.3	Kombinace ohřevu TV solárními kolektory a tepelným čerpadlem	79
5.4	Vzduchotechnika	80
5.5	Chlazení a klimatizace	82
5.6	Nové trendy ve využívání tepelných čerpadel	84
6	Ekonomika tepelného čerpadla	88
6.1	Plyn, kotel na biomasu nebo tepelné čerpadlo	88
6.2	Náklady na energie v domácnosti	93
6.3	Návratnost solárního ohřevu teplé vody	96
6.4	Ekonomika provozu tepelného čerpadla s teplovodní krbovou vložkou	98
6.5	Má volba topného systému vliv na ekonomiku provozu tepelného čerpadla?	99
6.6	Možnost dotace z programů SFŽP	100
7	Výběr tepelného čerpadla	101
7.1	Jak postupovat při výběru správného typu	101
7.2	Na co si dát pozor	102
7.3	Porovnání nabídek od jednotlivých dodavatelů	105

1 Tepelné čerpadlo obecně

1.1 Co je to tepelné čerpadlo

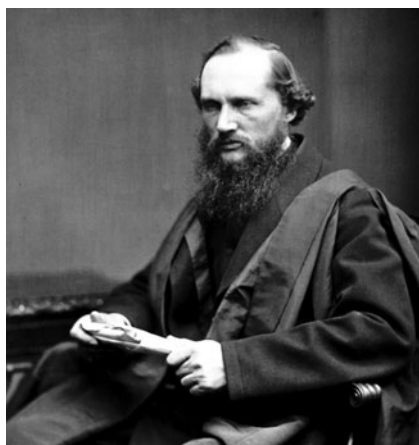
Tepelná čerpadla jsou jedním z **alternativních zdrojů obnovitelné energie**. Odnímají teplo z okolního prostředí vytápěného objektu (země, vzduchu, vody), převádějí ho na vyšší teplotní hladinu a uvolněné teplo využívají pro vytápění a ohřev teplé vody.

Tepelné čerpadlo se většinou skládá ze dvou částí – **venkovní a vnitřní**. Vnitřní jednotku na první pohled nerozeznáte od běžného plynového kotle nebo ohřívače vody. Nemá žádné zvláštní nároky na umístění ani velikost prostoru a zajišťuje předávání tepla do topného systému. Venkovní část zajišťuje odebírání tepla ze zvoleného „zdroje“ (země, vzduchu, vody). Velikost a podoba venkovní části závisí na tom, z jakého zdroje se teplo získává (bude podrobněji probráno dále).

1.2 Historie a vznik

Základní myšlenku principu tepelného čerpadla vyslovil již v roce 1852 Lord Kelvin ve své druhé větě termodynamické. Ta má několik částí, tou nejdůležitější je ale tvrzení, že teplo se šíří vždy ve směru od teplejší ke studenější části, čehož princip tepelného čerpadla využívá.

První tepelné čerpadlo v podstatě náhodou sestrojil americký vynálezce Robert C. Weber. Když prováděl pokus s nízkými teplotami, údajně se



Obr. 1 Lord Kelvin

omylem dotknul výstupního potrubí mrazicího stroje a to jej popálilo. Dále prý dotýčný Robert C. Weber zkoušel propojovat pokusný mrazák s bojlerem a místo mrazení začal experimentovat s ohříváním vlastního domu. Následně zkusil úspěšně čerpat teplo ze země pomocí zemních kolektorů. A jelikož ho výsledky velmi příjemně překvapily, v následujícím roce již dokonce prodal svůj starý kotel na uhlí.

1.3 Princip

Laicky řečeno, tepelné čerpadlo lze přirovnat k principu chladničky. Ta odebírá teplo potravinám v ní uloženým a tímto teplem vytápí místnost, kde je umístěna. V případě tepelného čerpadla se teplo získává z okolního prostředí, nejčastěji prostřednictvím kapaliny – nemrznoucí směsi (většinou jde o prostý denaturovaný líh), která proudí v trubkách zakopaných v zemi a „natahuje“ teplo z okolí. Kapalina ohřátá „přírodním teplem“ se odvádí do výparníku tepelného čerpadla, kde se nízkopotenciální teplo předá chladivu kolujícímu uvnitř zařízení. To platí u systémů, kdy se tepelná energie obsažená v zemi přenáší do domu. Obdobně však lze teplo z venkovního vzduchu procházející výparníkem (připomíná to chladič v automobilu) odnímat přenosem do chladiva, a to i při velmi nízkých teplotách vzduchu. Chladivo se tím ve výparníku vypaří a vzniklý plyn je nasán kompreso-

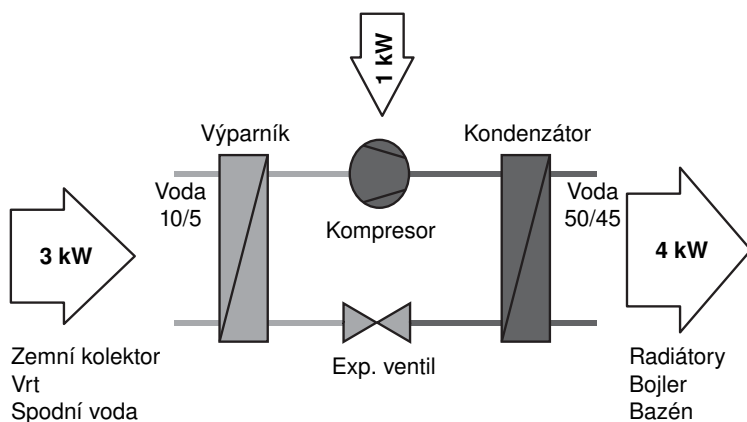


Schéma 1 Princip tepelného čerpadla

rem. **Kompresor** tepelného čerpadla prudce stlačí o několik stupňů ohřáté plyné chladivo, a díky fyzikálnímu principu komprese, kdy při vyšším tlaku stoupá teplota, jako teplotní výťah „vynese“ ono nízkopotenciální teplo na vyšší teplotní hladinu cca 80 °C. Kompresorem zahřáté chladivo putuje do **kondenzátoru**, zde předá teplo do topné vody k vytápění celého domu, ohřevu vody v bojleru nebo bazénu a plyné chladivo změni svoje skupenství na kapalné. Z kondenzátoru putuje kapalné chladivo přes **expanzní ventil**, kde se prudce ochladí, zpět do výparníku kde se opět ohřeje.

Tento cyklus se stále a rychle opakuje, což způsobuje, že tepelné čerpadlo skutečně přečerpává teplo z vnějšího prostředí do vytápěného domu.

V praxi se také můžete setkat s označením primární a sekundární okruh. **Primární okruh** je v podstatě ta část tepelného čerpadla, která je zakopaná v zemi, **sekundární okruh** pak představuje topný systém.

V případě tepelných čerpadel vzduch/voda je primární okruh nahrazen přívodem venkovního vzduchu do zařízení pomocí ventilátoru, který je jejich nutnou součástí.

1.4 Parametry tepelných čerpadel

Základním parametrem tepelných čerpadel je topný faktor (**COP** - *Coefficient of Performance*). Toto bezrozměrové číslo vypovídá o „účinnosti“ tepelného čerpadla. Jedná se o teoretický poměr mezi vyrobeným teplem a spotřebovanou elektrickou energií. Čím je vyšší topný faktor, tím lepší je tepelné čerpadlo, protože jeho provoz je levnější.

Toto číslo může nabývat u velmi dobrých tepelných čerpadel za optimálních podmínek až hodnoty 7. Běžně se topný faktor pohybuje v rozmezí od 2,5 do 5. Není ovšem veličinou, která by byla k danému tepelnému čerpadlu jednou provždy přiřazena. Mění se dle podmínek, v nichž tepelné čerpadlo pracuje.

Jako jednoduchý a názorný příklad si můžeme představit tepelné čerpadlo, které má výkon 12 kW a na svůj provoz spotřebuje 3 kW. Topný faktor zjistíme z prostého výpočtu: $12/3 = 4$.

Když se podíváme na příklad, kde za stejných podmínek porovnáme dvě tepelná čerpadla a jedno bude mít např. topný faktor 4,5 a druhé 3,3 zjistíme, že to druhé

spotřebuje pro svůj provoz zhruba o třetinu více elektrické energie než první, a tudíž jeho provoz je podstatně dražší.

Topný faktor při provozu tepelného čerpadla může klidně kolísat mezi hodnotou 2 až 7. Vše je závislé na provozních podmínkách. Při výběru tepelných čerpadel je tedy třeba srovnávat srovnatelné. Při vyjádření topného faktoru se můžeme setkat např. s tímto zápisem: COP při 0 °C / 35 °C je 4,5 dle EN 14 511. Tento zápis přeložený do jazyka srozumitelného znamená, že se jedná o tepelné čerpadlo, které má při vstupu tekutiny o teplotě 0 °C z primárního okruhu, na výstupu do sekundárního okruhu tekutinu o teplotě 35 °C topný faktor 4,5. EN 14 511 znamená, že měření proběhlo v exaktních podmínkách dle metodiky normy EN 14 511.

Různé typy tepelných čerpadel mají i různé hodnoty, při kterých se vzájemně srovnávají. Pro tepelná čerpadla typu vzduch/voda se parametry udávají při 2 °C/35 °C, pro tepelná čerpadla typu země/voda je to při 0 °C/35 °C a pro tepelná čerpadla typu voda/voda je to 10 °C/35 °C.

Tab. 1 Příklad parametrů zemního tepelného čerpadla za různých podmínek

Tepelné čerpadlo	A	B	C
Výkon při 0 °C / 35 °C ¹⁾ [kW]	6,0	7,7	11,2
Příkon [kW]	2,0	2,4	3,4
Topný faktor při 0 °C / 35 °C	3,0	3,2	3,3
Výkon při 0 °C / 35 °C ¹⁾ [kW]	5,4	7,5	10,9
Příkon [kW]	2,2	3,0	4,4
Topný faktor při 0 °C / 35 °C	2,4	2,5	2,5

¹⁾ hodnota při výkonu 0 °C / 35 °C a 0 °C / 50 °C jsou stanoveny dle normy EN 14 511

®

Tab. 2 Příklad parametrů vzduchového tepelného čerpadla za různých podmínek

Tepelné čerpadlo	A	B	C
Výkon při -7 °C / 35 °C [kW]	5,1	7,1	9,8
Příkon [kW]	2,0	2,5	3,8
Topný faktor při -7 °C / 35 °C	2,5	2,9	2,6
Výkon při 2 °C / 35 °C [kW]	6,6	8,8	12,2
Příkon [kW]	2,1	2,8	3,8
Topný faktor při 2 °C / 35 °C	3,1	3,2	3,2
Výkon při 2 °C / 50 °C [kW]	6,2	8,5	11,5
Příkon [kW]	2,6	3,4	4,8
Topný faktor při 2 °C / 50 °C	2,4	2,5	2,4
Výkon při 7 °C / 35 °C [kW]	8,3	11,3	15,4
Příkon [kW]	2,4	3,0	4,2
Topný faktor při 7 °C / 35 °C	3,7	3,8	3,7

Topný faktor je příznivější, pokud je teplota výstupní vody nižší. Z tohoto důvodu je praktické instalovat s tepelnými čerpadly podlahové topení, kterému stačí pro provoz nižší teplota než radiátorům.