

Ing. Jan SEDLÁŘ¹⁾
Ing. Robert KRAINER, Ph.D.²⁾

¹⁾ ČVUT v Praze, Univerzitní
centrum energeticky efektivních
budov

²⁾ Nukleon s.r.o.

Zvýšení efektivity přípravy teplé vody tepelným čerpadlem v bytovém domě

Increasing the Efficiency of Domestic Hot Water Preparation by a Heat Pump in an Apartment Building

Recenzent
prof. Ing. Jiří Petrák, CSc.

Článek se zabývá simulační analýzou použití tepelných čerpadel pro přípravu teplé vody v bytových domech. V současnosti používaná tepelná čerpadla dosahují v těchto aplikacích topného faktoru 2,5. Byly provedeny matematické simulace s vícevýměňíkovými tepelnými čerpadly. Pro simulace byl použit ověřený matematický model tepelného čerpadla s chladičem par a dochlazovačem. Tepelné čerpadlo s dochlazovačem dosahuje o 20 % vyššího sezónního topného faktoru SPF.

Klíčová slova: tepelné čerpadlo, ohřev TV, bytový dům

The article deals with simulation analysis of utilization of heat pumps for domestic hot water preparation in residential buildings. Currently used heat pumps reach in such applications coefficient of performance 2.5. Mathematical simulations were performed with multi-exchanger heat pumps. Validated mathematical model of heat pump with vapour cooler and aftercooler was used for the simulations. The heat pump with aftercooler achieves 20 % higher seasonal performance factor SPF.

Keywords: heat pump, DHW preparation, residential building

ÚVOD

Tepelná čerpadla jsou oblíbeným zdrojem tepla pro přípravu teplé vody a vytápění nejen v rodinných, ale i v rekonstruovaných bytových domech. Díky státní podpoře obnovitelných zdrojů tepla, mezi které se řadí i tepelná čerpadla, roste i počet těchto aplikací. Při renovaci domů v České republice je největší důraz kladen na zateplování obvodového pláště. To s sebou nese snížení potřeby tepla na vytápění. Protože se spotřeba teplé vody nemění, roste její podíl na celkové potřebě tepla. V bytových domech může být dokonce spotřeba tepla na přípravu teplé vody dominantní. Je známo, že tepelná čerpadla jsou efektivními zdroji tepla v nízkoteplotních aplikacích, jako je podlahové vytápění. Při přípravě teplé vody jejich efektivita vyjádřená topným faktorem významně klesá. V normách je definováno několik typů topných faktorů lišících se zahrnutými zařízeními.

Topný faktor tepelného čerpadla COP

Udává efektivitu samotného tepelného čerpadla v laboratorních podmínkách na zkušebně a je definován v normě pro měření tepelných čerpadel a klimatizačních jednotek ČSN EN 14511. Hranicemi hodnocení je samotná funkční jednotka tepelného čerpadla. Topný faktor je poměr dodaného tepla k celkové spotřebované elektrické energii jednotky za ustálených provozních podmínek během daného časového intervalu:

$$COP = \frac{\Phi}{P_c + P_{aux}} \quad (1)$$

kde je:

Φ teplo dodané tepelným čerpadlem [kWh],
 P_c elektrická energie pro pohon kompresoru [kWh],
 P_{aux} elektrická energie potřebná pro překonání tlakové ztráty výparníku a kondenzátoru, odtávání výparníku a vlastní regulaci tepelného čerpadla [kW].

Topný faktor tepelného čerpadla při přípravě teplé vody COP_{DHW}

Je definován v ČSN EN 16147 [1]. Udává efektivitu přípravy teplé vody tepelných čerpadel s integrovaným zásobníkem. Do spotřebované elektrické energie je zahrnuta i energie z elektrického odporového ohřevače:

$$COP_{DHW} = \frac{Q_{TC}}{W_{EL-TC}} \quad (2)$$

kde je:

Q_{TC} celková užitečně odvedená energie celého odběrového cyklu [kWh],
 W_{EL-TC} celková elektrická energie dodaná tepelnému čerpadlu a elektrickému odporovému ohřevači během odběrového cyklu [kWh].

Odběrový cyklus je daný pevně v normě. Je rozlišeno hned několik velikostí odběru S, M, L, XL, XXL. Tepelné čerpadlo pro přípravu teplé vody se zkouší v největším odběrovém cyklu, který je schopno bez elektrického dohřevu dodat, nebo o jednu pozici nižším.

Sezónní topný faktor tepelného čerpadla SCOP

Je definován v normě ČSN EN 14825 [2] a udává efektivitu nasazení tepelného čerpadla pro vytápění v konkrétním umístění. Hranicí je v tomto případě samotná jednotka a elektrický odporový ohřevač.

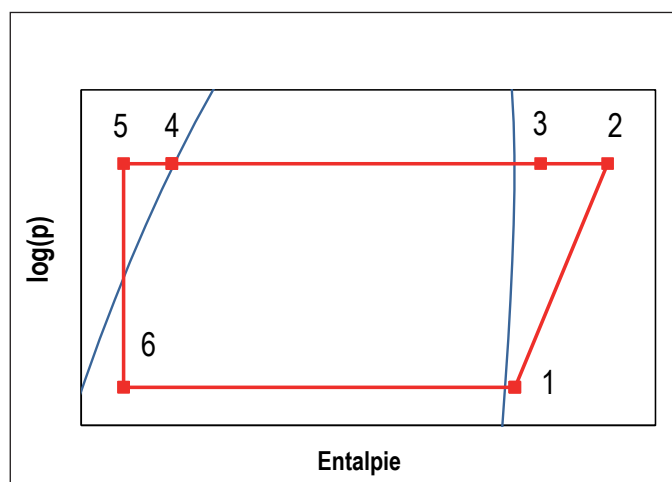
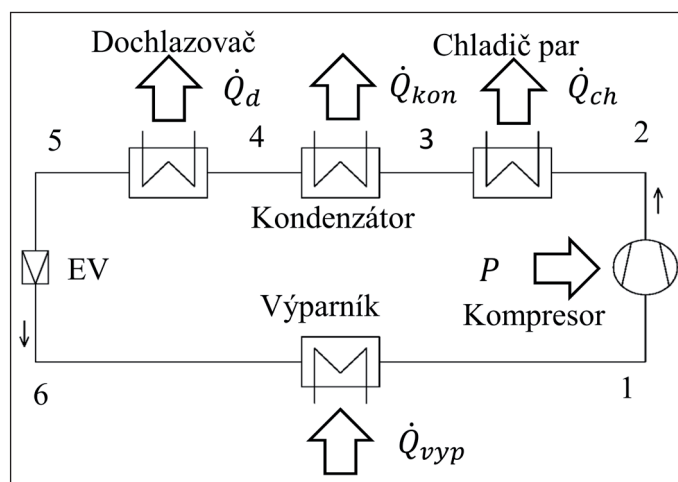
Sezónní topný faktor soustavy s tepelným čerpadlem SPF

Efektivita projektované nebo realizované tepelné soustavy pro vytápění a přípravu teplé vody s tepelným čerpadlem v konkrétní budově s konkrétní otopnou soustavou se vyjadřuje sezónním topným faktorem SPF (seasonal performance factor) postupem, který je definován v normách týkajících se návrhu a hodnocení soustav s tepelnými čerpadly. Zahrnutá zařízení pro posuzování jsou definována v ČSN EN 15450 [3] nebo ČSN EN 15316-4-2 [4] (hranice se mírně liší). Výpočet SPF se provede podle:

$$SPF = \frac{Q}{E_{E,TOT}} = \frac{Q}{E_{E,TC} + E_{E,ZZ} + E_{E,pom}} \quad (3)$$

kde je:

Q teplo dodané soustavou pro aplikaci (vytápění, teplá voda apod.) [kWh],
 $E_{E,TOT}$ celková potřeba elektrické energie [kWh],
 $E_{E,TC}$ potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla [kWh],



Obr. 1 Schéma zapojení vícevýměnkového tepelného čerpadla (vlevo) a log(p)-h diagram oběhu chladiva (vpravo)

Fig. 1 Circuit diagram of the multi-exchanger heat pump (left) and log(p)-h diagram of the refrigerant circuit (right)

$E_{E,ZZ}$ potřeba elektrické energie záložního zdroje (elektrokotle) [kWh],
 $E_{E,pom}$ potřeba pomocné elektrické energie pro oběhová čerpadla, regulaci a další pomocná zařízení [kWh].

Podle EU [5] lze tepelná čerpadla řadit mezi obnovitelné zdroje tepla, je-li jejich sezónní topný faktor SPF [-] vyšší než topný faktor vypočítaný podle:

$$SPF > 1,15 \cdot \frac{1}{\eta_{el}} \quad (4)$$

kde je:

η_{el} průměrný podíl mezi celkovou produkcí elektřiny a spotřebou primárních paliv na její výrobu v EU podle EUROSTATU [6].

Se zvyšující se účinností výroby elektrické energie (např. v roce 1990 byla 40,5 % a v roce 2014 již 46,4 %) a větším podílem elektřiny z obnovitelných zdrojů klesají nároky na SPF systémů s tepelným čerpadlem. V současnosti je tepelné čerpadlo v soustavě obnovitelným zdrojem tepla, pokud je SPF soustavy vyšší než 2,48.

Tepelná čerpadla v běžných aplikacích v klimatických podmínkách České republiky nároky na SPF většinou bez problému splňují, pokud jsou součástí běžného systému vytápění a přípravy teplé vody. V bytových domech s převládající přípravou teplé vody ale mají problém požadavky na SPF splnit. Z měření provedených na instalacích tepelných čerpadel výhradně pro přípravu teplé vody v panelových domech (viz tab. 1) vyplývá, že výroba tepla tepelným čerpadlem má sezónní topný faktor přípravy teplé vody SPF [-] průměrně 2,5.

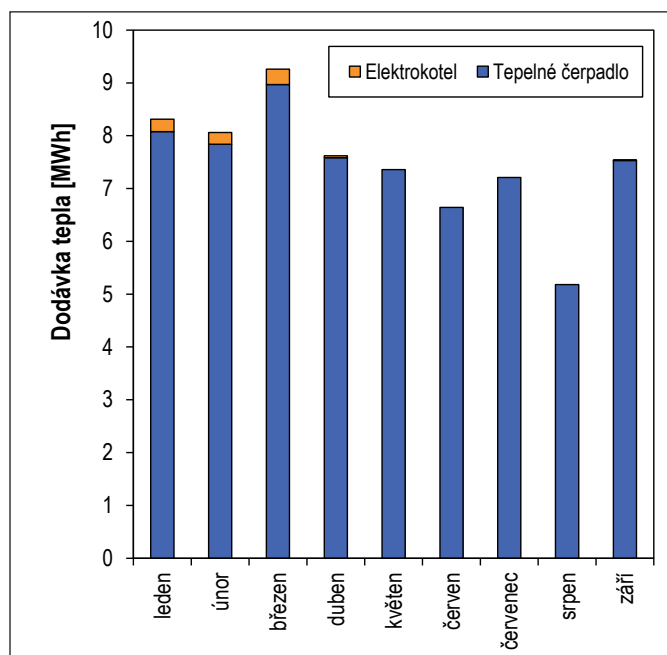
Tab. 1 Výsledky měření dodaného tepla a spotřeby elektrické energie na jednotlivých instalacích tepelných čerpadel [7]

Tab. 1 Results of the measurement of supplied heat and electricity consumption for particular installations of heat pumps [7]

Objekt	Q	$E_{E,TOT}$	SPF
	[MWh]	[MWh]	[-]
1	74,9	29,9	2,51
2	71,3	31,5	2,26
3	64,0	25,1	2,55
4	67,2	26,8	2,50
5	82,0	33,9	2,42

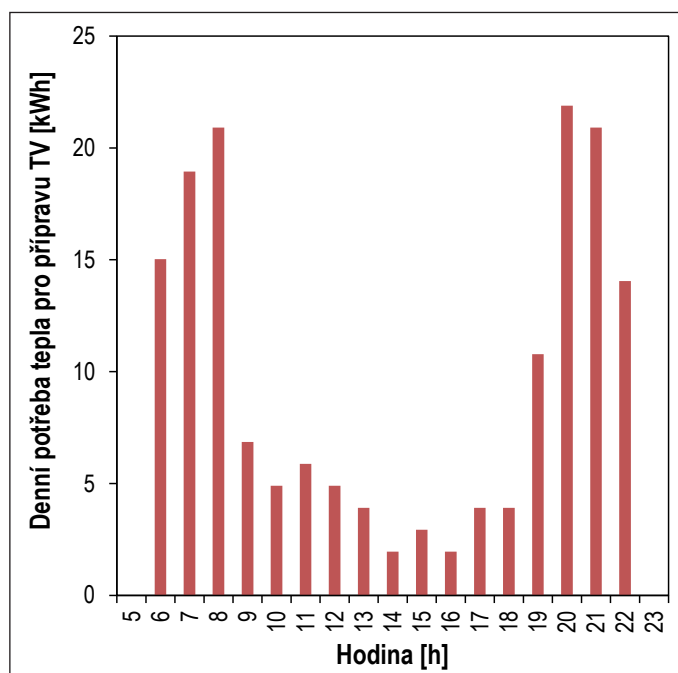
Předmětem tohoto příspěvku je zvýšení efektivity přípravy teplé vody. Cíle může být dosaženo použitím vícevýměnkového zapojení tepelného čerpadla. Zařízení obsahuje kromě standardního kondenzátoru a výparníku i chladič par a dochlazovač. Chladič par je výměník tepla zařazený v okruhu chladiva mezi kompresorem a kondenzátorem. Jeho smyslem je odvést teplo z přehřáté páry za kompresorem. Přehřáté páry mají vysokou teplotu a je možné ohřívat jimi vodu na vyšší teploty než v kondenzátoru. Dochlazovač je naopak výměník tepla zařazený v okruhu chladiva mezi kondenzátorem a expanzní ventil. Dochlazovač odnímá citelné teplo ze zkondenzovaného chladiva. Lze jím ohřívat vodu na nižší teplotu než v kondenzátoru, uplatnění proto najde při přehřívání studené vody. Schéma zapojení a log(p)-h diagram – viz obr. 1.

Pro vyčíslení přínosu vícevýměnkového tepelného čerpadla při přípravě teplé vody byl vytvořen matematický model tepelného čerpadla, který byl ověřován na prototypu sestaveném na UCEEB ČVUT. Model dosáhl dobré shody s naměřenými daty [8] a byl posléze upraven do formy komponenty pro simulační program TRNSYS [9].



Obr. 2 Naměřená spotřeba tepla pro přípravu teplé vody v bytovém domě

Fig. 2 Measured heat consumption for hot water preparation in the residential house



Obr. 3 Jednotkový profil odběru teplé vody použitý pro simulace

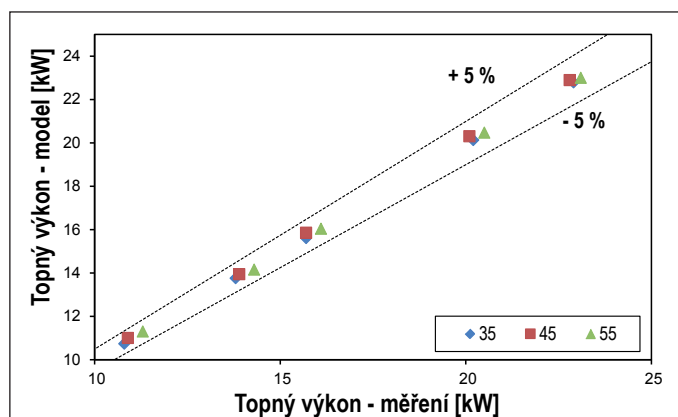
Fig. 3 Unitary profile of hot water consumption used for the simulations

SYSTÉM PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY V BYTOVÉM DOME

Pro vytvoření modelu soustavy přípravy teplé vody s tepelným čerpadlem byla využita data prezentovaná v publikaci [7]. Uvedený příspěvek dokumentuje na měřených instalacích efektivitu přípravy teplé vody v panelových domech pomocí tepelného čerpadla vzduch-voda. Naměřená potřeba tepla (krytá tepelným čerpadlem a elektrokotlem) v jednotlivých měsících (leden až září) je znázorněna na obr. 2.

Panelový dům se 48 byty využívá k přípravě teplé vody tepelné čerpadlo se jmenovitým výkonem 18 kW (pro A2/W35). Jako dodatkový zdroj tepla je použit elektrokotel, který spíná, pokud teplota venkovního vzduchu poklesne pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pokud tepelné čerpadlo není schopno dodat do systému vodu o dostatečně vysoké teplotě. Soustava je vybavena velkou akumulací nádobou o objemu cca 10 m^3 . Požadovaná teplota teplé vody na vstupu do cirkulačního systému je $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vlivem cirkulace teplé vody se odvede asi 40 % vyrobeného tepla jako tepelná ztráta. Zbylých 60 % je spotřebováno v jednotlivých domácnostech.

Model této soustavy přípravy teplé vody byl vytvořen a modifikován pro potřeby simulace využití vícevýměňíkového tepelného čerpadla (viz dále)



Obr. 4 Porovnání naměřených dat tepelného čerpadla HPAW 18 [10] s modelem

Fig. 4 Comparison of the measured data of the HPAW 18 heat pump [10] with the model

tak, aby byl zachován charakter spotřeby teplé vody a poměr mezi teplem ztraceným v cirkulaci a skutečně dodaným do jednotlivých bytů v TV. Pro zjednodušené modelování spotřeby vody byl použit profil odběru tepla v teplé vodě podle obr. 3. Velikost profilu odpovídá v sumě 28 profilům odběru M podle [1]. Profil odběrů vychází z předpokladu, že bytový dům má oproti odběrům z normy rovnoměrnější časový průběh, což je respektováno posunutým začátkem a koncem. Velikost jednotlivých odběrů je dána aritmetickým průměrem odběrů v předchozí, počítané a následné hodině. Absolutní velikosti odběrů se v jednotlivých měsících liší tak, aby odpovídaly naměřené potřebě z obr. 2.

MODEL TEPELNÉHO ČERPADLA

Dodavatel technologie použil pro bytový dům tepelné čerpadlo vzduch-voda o jmenovitém výkonu 18 kW. Na toto zařízení byl parametrizován model tepelného čerpadla vyvinutý na ČVUT. Vlastní model byl vytvořen pro tepelné čerpadlo kapalina-voda, musel proto být při parametrizaci upraven o ztrátovou funkci, která určuje, jakou dobu tepelné čerpadlo odtává, v závislosti na teplotě vody na výstupu z kondenzátoru a teplotě venkovního vzduchu.

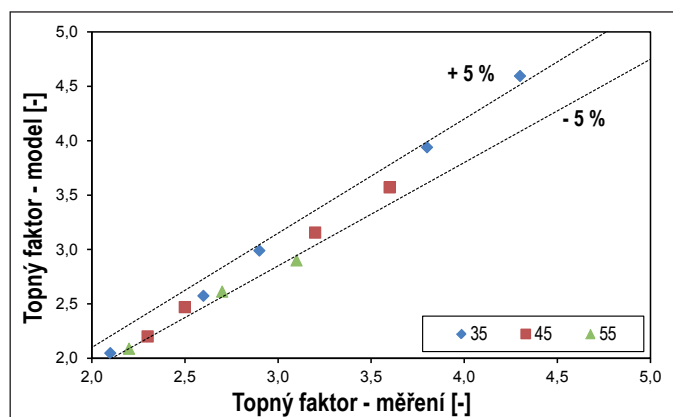
Na UCEEB ČVUT byl matematický model tepelného čerpadla země-voda ověřen na prototypu [7], model byl použit pro parametrizaci tepelného čerpadla HPAW 18, výsledky parametrizace jsou vidět z obr. 4.

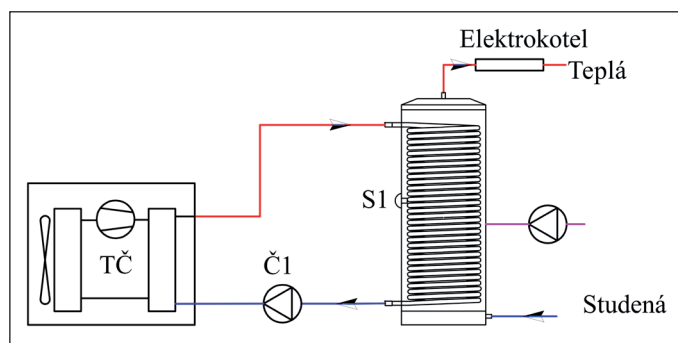
Model tepelného čerpadla obsahuje velké množství zvolených konstant (výkonnost kompresoru, velikost jednotlivých výměníků tepla, přehřátí na sání kompresoru, použité chladivo atd.), proto lze výsledek parametrizace označit za poměrně přesný.

MODEL SOUSTAVY PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Popsaná soustava přípravy teplé vody byla modelována v simulačním prostředí TRNSYS. Pro model byla použita akumulací nádoba simulovaná v Type340 [11]. V modelu bylo použito meteorologických dat pro Prahu [12]. Základní referenční zapojení standardního tepelného čerpadla je znázorněno na obr. 5.

Tepelné čerpadlo je od teplé vody odděleno výměníkem v akumulací nádobě. Přívod studené vody je ve spodní části nádoby, odvod teplé vody do cirkulace na vrcholu nádoby. Do akumulací nádoby je zaústěno vratné potrubí cirkulace. Tepelné čerpadlo ohřívá vodu, dokud teplota vody v akumulací nádobě kontrolovaná čidlem S1 (umístěném v 0,6 výšky akumulací nádoby) nevystoupí nad požadovanou teplotu $57\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na popsáném modelu byla provedena simulační analýza chování tepelného čerpadla. Výsledky simulací jsou uvedeny v tab. 2.





Obr. 5 Zjednodušené schéma zapojení standardního tepelného čerpadla pro simulaci

Fig. 5 Simplified diagram of a standard heat pump for the simulation

Sezónní topný faktor soustavy přípravy teplé vody SPF je 2,52, což se shoduje s naměřenými daty uvedenými v tab. 1. Celková potřeba tepla v sobě zahrnuje 55,9 MWh odebrané v teplé vodě a 35,5 MWh ztracené energie v cirkulaci. Výsledky simulace jsou reference pro porovnání s dalšími variantami.

Spotřeba elektrokotle je pouze 0,56 MWh za rok, ve skutečnosti je tato hodnota o něco vyšší (viz obr. 5). Do elektrické spotřeby oběhového čerpadla není zahrnuta energie pro pohon cirkulačního čerpadla, které zajišťuje oběh teplé vody ve stoupačkách, což bude platit i pro všechny následující varianty.

Tab. 2 Výsledky referenční simulace zapojení se standardním tepelným čerpadlem

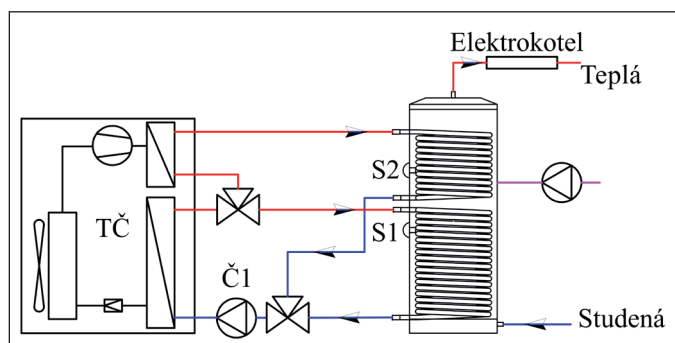
Tab. 2 Results of the reference simulation of the system with the standard heat pump

Simulace 1 – Standardní tepelné čerpadlo – Referenční simulace		Hodnota	Jednotka
Celková potřeba tepla		92,57	MWh
Tepelná ztráta akumulační nádoby		0,26	MWh
Tepelné čerpadlo	Dodané teplo z kondenzátoru	92,28	MWh
	Spotřeba elektrické energie	35,91	MWh
	Topný faktor	2,57	-
Spotřeba oběhového čerpadla Č1		0,23	MWh
Spotřeba elektrokotle		0,56	MWh
SPF dodávky tepla		2,52	-

Tab. 3 Výsledky simulace zapojení tepelného čerpadla s chladičem par

Tab. 3 Simulation results of the system with the heat pump with aftercooler

Simulace 2 – Tepelné čerpadlo s chladičem par		Hodnota	Jednotka
Celková potřeba tepla		92,57	MWh
Tepelná ztráta akumulační nádoby		0,25	MWh
Tepelné čerpadlo	Dodávka tepla – kondenzátor	58,49	MWh
	Dodávka tepla – chladič par	32,94	MWh
	Spotřeba elektrické energie	32,37	MWh
	Topný faktor	2,82	-
Spotřeba oběhového čerpadla Č1		0,24	MWh
Spotřeba elektrokotle		1,39	MWh
SPF dodávky tepla		2,70	-



Obr. 6 Zjednodušené schéma zapojení tepelného čerpadla s chladičem par pro simulaci

Fig. 6 Simplified diagram of the heat pump with vapour cooler for the simulation

Tepelné čerpadlo s chladičem par

Tepelné čerpadlo s chladičem par je pro porovnatelnost výsledků zapojeno podle schématu na obr. 6.

Jednotka je připojena k akumulační nádobě přes dva výměníky tepla. Kondenzátor ohřívá spodní dvě třetiny akumulační nádoby, dokud teplota měřená čidlem S1 nevystoupí nad teplotu požadovanou (40 °C). Chladič par ohřívá horní třetinu nádoby, pokud není teplota na čidlo S2 vyšší než 57 °C (dojde k uzavření průchodu vody do chladiče par přes trojcestný ventil). Vratné potrubí cirkulace je připojeno v 0,7 výšky nádoby. Pozice čidla S2 je v 0,75 výšky nádoby a čidla S1 v 0,4 výšky. Regulace je nastavena na spuštění tepelného čerpadla, pokud je naměřena na alespoň jednom čidle teplota nižší než požadovaná. Aby se minimalizovala kondenzace v chladiči par, je připojen přes trojcestný ventil za výstup z kondenzátoru. Výsledky celoroční simulace jsou uvedeny v tab. 3.

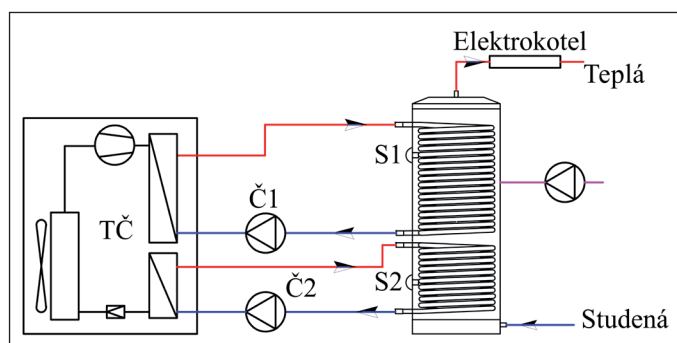
Z výsledků je vidět, že přínos zapojení chladiče par je 7 %. Probíhající cirkulace v akumulační nádobě nedovolí dosáhnout velkého teplotního rozdílu mezi spodní částí nádoby ohřívanou kondenzátorem a horní částí, proto nedochází ke snížení teploty vody v kondenzátoru a zvýšení topného faktoru. Chladič par tedy v této aplikaci nepřináší významné úspory. Jeho potenciál lze najít v aplikaci s teplotně více diferencovanou akumulační nádobou a odlišnou strategií řízení.

Tepelná ztráta akumulační nádoby je nepatrně nižší proti referenční simulaci. To je způsobeno rozdílnou teplotní stratifikací. Zatímco v referenční variantě byl v akumulační nádobě velmi rovnoměrný profil teplot, ve variantě s chladičem par je horní část udržována na vyšší teplotě než nižší. Rozdíl v tepelné ztrátě je ale v celkovém výsledku zanedbatelný.

Tab. 4 Výsledky simulace zapojení tepelného čerpadla s dochlazovačem

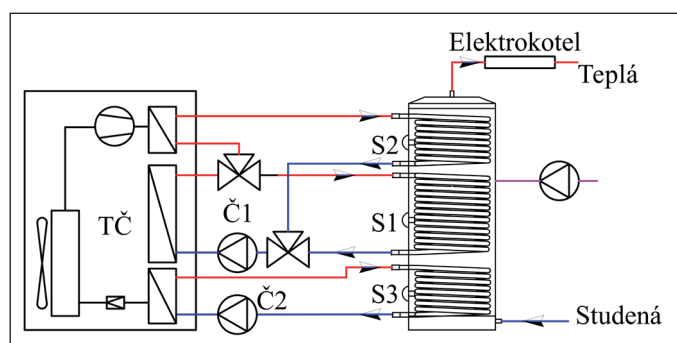
Tab. 4 Simulation results of the system with heat pump with aftercooler

Simulace 3 – Tepelné čerpadlo s dochlazovačem		Hodnota	Jednotka
Celková potřeba tepla		92,57	MWh
Tepelná ztráta akumulační nádoby		0,26	MWh
Tepelné čerpadlo	Dodávka tepla – kondenzátor	70,69	MWh
	Dodávka tepla – dochlazovač	21,82	MWh
	Spotřeba elektrické energie	30,13	MWh
	Topný faktor	3,07	-
Spotřeba oběhových čerpadel Č1 a Č2		0,22	MWh
Spotřeba elektrokotle		0,32	MWh
SPF dodávky tepla		3,03	-



Obr. 7 Zjednodušené schéma zapojení tepelného čerpadla s dochlazovačem pro simulaci

Fig. 7 Simplified diagram of the heat pump with aftercooler for the simulation



Obr. 8 Zjednodušené schéma zapojení tepelného čerpadla s dochlazovačem a chladičem par pro simulaci

Fig. 8 Simplified diagram of the heat pump with aftercooler and vapour cooler for the simulation

Tepelné čerpadlo s dochlazovačem

Dochlazovač může najít uplatnění v aplikaci, kde předehřívá teplou vodu. Simulace tepelného čerpadla s dochlazovačem proběhla se zapojením podle obr. 7.

Kondenzátor v tomto případě ohřívá horní 2/3 akumulční nádoby, dokud nedosáhne teplota na čidle S1 požadované hodnoty. Tepelná energie

Tab. 5 Výsledky simulace zapojení tepelného čerpadla s dochlazovačem a chladičem par

Tab. 5 Simulation results of the system with the heat pump with aftercooler and vapour cooler

Simulace 4 – Tepelné čerpadlo s dochlazovačem a chladičem par		Hodnota	Jednotka
Celková potřeba tepla		92,57	MWh
Tepelná ztráta akumulční nádoby		0,25	MWh
Tepelné čerpadlo	Dodávka tepla – kondenzátor	44,86	MWh
	Dodávka tepla – chladič par	26,63	MWh
	Dodávka tepla – dochlazovač	21,15	MWh
	Spotřeba elektrické energie	28,89	MWh
	Topný faktor	2,28	-
Spotřeba oběhových čerpadel Č1 Č2		0,22	MWh
Spotřeba elektrokotle		0,19	MWh
SPF dodávky tepla		3,17	-

získaná z dochlazovače nezvyšuje příkon kompresoru, proto čerpadlo Č2 pracuje vždy spolu s čerpadlem Č1. Výsledky celoroční simulace jsou uvedeny v tab. 4.

Sezónní topný faktor soustavy s tepelným čerpadlem se při tomto zapojení zvýší proti referenci o 20 %, což představuje významnou úsporu provozních nákladů.

Tepelné čerpadlo s chladičem par a dochlazovačem

Hydraulické zapojení je kombinací předchozích variant. Chladič par ohřívá vrchní čtvrtinu akumulční nádoby, kondenzátor střední polovinu a dochlazovač předehřívá vodu ve spodní čtvrtině akumulční nádoby. Schéma zapojení je na obr. 8. Logika zapojení je stejná jako u předchozích případů. Výsledky celoroční simulace jsou v tab. 5.

Sezónní topný faktor se oproti referenci zvýší o 26 %. Navýšení SPF proti zapojení s dochlazovačem není výrazné.

ZÁVĚR

Byl vytvořen model celoročního provozu tepelného čerpadla při přípravě teplé vody v bytovém domě ve standardním zapojení a dále s chladičem par a s dochlazovačem. Ze simulací vyplývá, že tepelné čerpadlo ve standardním zapojení bude mít sezónní topný faktor SPF cca 2,5, což odpovídá naměřeným hodnotám na reálných aplikacích. Hlavní výsledky simulací jsou shrnuty v tab. 6.

Tab. 6 Souhrnné výsledky simulací

Tab. 6 Summary results of the simulations

Zapojení tepelného čerpadla	SPF [-]
Standardní – kondenzátor	2,52
Kondenzátor + chladič par	2,70
Kondenzátor + dochlazovač	3,03
Kondenzátor + chladič par + dochlazovač	3,17

V zapojení s chladičem par se zvýšil topný faktor o 7 %. Hlavní překážkou pro zvýšení přínosu chladiče byla cirkulace teplé vody v akumulční nádobě. Zapojení s dochlazovačem přineslo zvýšení topného faktoru o 20 %. Kombinace chladiče par a dochlazovače přinese zvýšení SPF o 26 %.

Kontakt na autora: jan.sedlar@cvut.cz

Poděkování: Tato práce vznikla za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. LO1605.

Použité zdroje:

- [1] ČSN EN 16147. Tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory – Zkoušení a požadavky na značení jednotek pro teplou užitkovou vodu. ÚNMZ 2011.
- [2] ČSN EN 14825. Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru – Zkoušení a klasifikace za podmínek částečného zatížení a výpočet při sezónním nasazení. ÚNMZ 2014.
- [3] ČSN EN 15450. Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly. ÚNMZ 2011.
- [4] ČSN EN 15316-4-2. Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetické potřeby a účinnosti soustavy – Část 4-2: Výroba tepla pro vytápění, tepelná čerpadla. ÚNMZ 2011.

- [5] Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Brusel 2009.
- [6] EUROSTAT. Structural indicators [online]. 2014 [cit. 3. 3. 2015]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat>
- [7] KRAINER R. Zkušenosti s tepelnými čerpadly v panelových domech. In: Sborník konference, *Alternativní zdroje energie 2014*. s. 67–71.
- [8] SEDLÁŘ J. a kol. Model tepelného čerpadla s odvodem tepla na třech úrovních. *Vytápění, větrání, instalace*. 2015, č. 1, s. 1621.
- [9] KLEIN S.A. a kol. *TRNSYS 17: A Transient System Simulation Program*. Solar Energy Laboratory, Universita Wisconsin, Madison. USA, 2010.
- [10] Nukleon s.r.o., Třebíč. Katalogová data: Výkonové charakteristiky HPAW 18 [online]. 2015. Dostupné z: http://www.nukleon.cz/data_6/soubory/15.pdf
- [11] Drucek H. *Multipoint Store Model for TRNSYS – Type 340*. Transsolar GmbH, Stuttgart. Německo, 2006.
- [12] ČHMÚ: Měsíční přehled meteorologických měření a pozorování observatoře Praha Karlov, rok 2002 až 2007. ■

Laserová výroba solárních článků

Užití laserů ve výrobě solárních článků pro fotovoltaiku zvyšuje účinnost procesu a může nahradit dříve nezbytné a drahé procesy. Výzkum vyvinul laserovou technologii, která může být integrována do stávajícího tisku solárních článků na jejich rubovou stranu. Nová technologie dovoluje výrobu za podstatně nižších nákladů a nároků na spotřebu energie a použití chemických činidel škodlivých vůči životnímu prostředí.

Výzkumníci z Fraunhoferova ústavu pro solární inženýrství (ISE) ve Freiburgu nahradili dříve používaný proces (fotolitografickou techniku užívající mokré chemický proces s následujícím tepelným zpracováním). Laserová technika využívá jednoduchého laserového procesu LFC (laser-fired contact) v jedné

operaci, která vytvoří na rubové straně sítí se 100 000 body během několika sekund. LFC proces se užívá pro výrobu PERC (Passivated Emitter and Rear Contact) typů solárních článků. Použití laserů zahrnuje následující operace, mj. texturování antireflexních a pasivačních vrstev, příprava kontaktů, pájení a svařování modulů, izolace hran, vysokorychlostní vrtání článků, řezání článků a značení článků. Zahájení prvních kroků demonstrační výroby proběhlo v ISE již v roce 2012.

Pramen: BINE info, 25. 9. 2015

(AB)

Nová koncepce klimatizací hybridních a elektrických vozidel

Klimatizace interiérů jsou velkou výzvou pro hybridní a elektrické automobily. U hybridních vozů je tomu tak, protože motory s vnitřním spalováním pohánějí nejen olejové čerpadlo, ale i konvenční klimatizaci. Pokud se motor vypne, vypíná se i klimatizace. To je právě případ pro použití kompresorů elektrických klimatizací Brose, které poskytují stejný komfort i u vozů s elektrickým pohonem.

Výrobci automobilů kombinují motor s elektrickou klimatizační jednotkou s kompresorem do jednoho kompaktního systému. Operace je vhodná jak pro 48voltové tak pro vyševoltové elektrické systémy. Účinnější systémy tak redukuje emise až o 4 gramy na kilometr jízdy. Navíc užití kompresorů typu scroll zajišťuje stálý průtok chladiva a provoz s nízkou hladinou akustického výkonu.

V budoucnosti bude možno užít elektrickou klimatizaci jako tepelné čerpadlo u elektrických vozidel. Tam, kde se používá CO₂ jako chladivo, může se takto efektivně vytápět kabina vozu bez snížení dojezdu vozu. V tomto směru je kompresor Brose pro klimatizace klíčovou technologií pro e-mobilitu.

Pramen: Newsletter veletrhu Cartec 2015

(AB)

**STAVÍTE ČI
OPRAVUJETE
RODINNÝ DŮM?**

**získejte
ZDARMA**

**kompletní systém
pro vytápění a větrání!**

začínáme

2. KOLO!

**více informací na
www.soutez-atrea.cz**

soutěž probíhá od 1.7. do 31.12.2016

2. KOLO!

Atrea®

**Úsporné systémy
vytápění a větrání**

