SZ CHKT
Slovenský zväz pre chladenie, klimatizáciu a tepelné čerpadlá
Člen EHPA, AREA, IIR

- Doc. Ing. Peter Tomlein, PhD.
- *tajomník SZ CHKT*

Hodinová metóda

Dimenzovanie TČ

SIEA Banská Bystrica

Audítori, 23.11.2022

MAPA tepelných čerpadiel:

www.szchkt.org

Míľniky

Slovenska

stopy s tepelnými čerpadlami

Aurel Stodola (otec parných turbín, AE), poradca fy Echer Wyss,

1938 TČ Radnica Zürich, Limmat

z 1 kWh PE dostali vtedy 2-3 kWh tepla

1988 Mečárik_Havelský_Furi

Výskumné realizácie tepelných čerpadiel v poľnohospodárstve na VÚPT Rovinka

2005 EUCERT.HP učebnica a testy na web stránke

2006 Štatistika a školenia SZ CHKT

Štatistika tepeľných čerpadiel podľa Smernice 2009/28/EÚ, požiadaviek ŠÚ a MH SR

TČ	Druh TČ	Sektor	Počet ks	Výkon v kW/ks	
Vzduch/voda reverzibilné	PTČ	Služby - TČ s výkonom nad 20 kW obchodoch, administrative	3	60	✘
Vzduch/vzduch reverzibilné	PTČ	Služby - TČ s výkonom nad 20 kW obchodoch, administrative	1	50	✘
Vzduch/voda reverzibilné	PTČ	Služby - TČ s výkonom nad 20 kW obchodoch, administrative	1	30	✘

2010 Aktívna mapa tepelných čerpadiel

2012 MYSLÍTE NA TEPLO a CHLAD?
MYSLITE NA NÁS!
Think Cool? Think of us!

2012 Akreditované školenie a skúšky podľa zákona

cca 500 osvedčení

2015 Učebnica veľké tepelné čerpadlá SZCHKT

2018 štatistika pre potreby MH, ŠÚ a Eurostatu

2019 a 2022

Veľké tepelné čerpadlá publikácie I a II

2022 máme 12 výrobcov TČ

2024 výroba cez 200 tis TČ za rok

Tepelné čerpadlá

Treba správne navrhovať, inštalovať a využívať ! ! !

Základné tézy:

1. *Prioritne posúdiť uplatnenie tepelných čerpadiel a to hodinovou metódou a len potom iné kombinácie metódou eco-efficiency.*

2. *Maximalizovať použitie oboch strán chladiaceho okruhu s delta p_{min} s dovolenými náplňami alternatívnych chladív .*

3. *Podporovať najmä mladých ľudí pri zvyšovaní kvalifikácií na inštaláciu a opravy tepelných čerpadiel s chladivami*

Celý svet pozerá na NZEB (Varenese)

Rozdiel je v miere pasivity

Kombinácia riešení

TČ the first

FV + TČ + AKU + rekuperácia

Vízie neuvažujú kombináciu TČ a SK

Budovy majú poháňať samé seba!

Budova využíva teplo z FV a teplo i chlad z okolia

Ak budova vie vyrobiť prebytok energie

potom prílišná tepelná ochrana budov je nepotrebná

Ak potenciál energie z budovy nevyužijeme, tak ju vlastne znehodnotíme

Poznámky

Cena zníženia emisií a spotreby energie je nižšia s TČ ako obnovou budovy. Bez obnovy budovy však nie je vhodné TČ k inštalácii odporúčať okrem napríklad historických budov,.. kde obnova nie je možná

Citlivosť výpočtu primárnej energie

Pri výpočte potreby a spotreby energií v budove hodinovou metódou pri použití súčasnej hodnoty podľa vyhlášky PEF = 2,2 a R= 3, SPF=2,9 sa hodnotené budovy dostali všetky do energetickej triedy A0

Citlivosť na PEF, R, SPF pri zaradení bytového domu s TČ do triedy A0<32 kWh/m^2/rok (čierna čiara na obrázku) A1 <63 kWh/m^2/rok (modrá čiara na obrázku) je ukázaná na grafoch.

1. Prvý graf ukazuje spotrebu primárnej energie pri tepelnom odpore obálky budovy **R=3**, druhý pri **R=4,4** a tretí pri R=**6,5**.

2. Z grafov je možné vidieť, že spotreba primárnej energie klesne:

   - s rastúcim tepelným odporom
   - s rastúcim sezónnym výkonnostným súčiniteľom
   - s klesajúcim primárnym energetickým faktorom.

3. Pri rovnako percentuálnom navýšení R a SPF alebo znížení PEF najväčší vplyv na spotrebu primárnej energie má SPF, potom R a nakoniec PEF.

Bilančné položky potreby tepla pri vykurovaní nízkoenergetického domu

A s prirodzeným vetraním bez zateplenia
B so zateplením a so spätným získavaním tepla rekuperáciou

$$Q_h = Q_T + Q_V - Q_s - Q_i - R$$

Q_T	Tepelná strata prechodom
Qv	Tepelná strata vetraním
Qi	Tepelný zisk z osôb, ...
Qs	Tepelný solárny zisk
Qr	Rekuperácia
Qh	Potrebný tepelný výkon

Chmúrny, I. akredtované školenie 3279

Energetické nároky a energetická náročnosť

Tepelné čerpadlo kryje všetky energetické nároky a znižuje náročnosť

Vykurovaný objekt		Systémy TZB
Energetické nároky		**Energetická náročnosť**
Potreba energie		**Spotreba energie**
Minimalizovať! *Tepelne a hodinovo*		Minimalizovať!
	Klasické riešenia	**Úsporné opatrenia**
Krytie strát prestupom tepla		Zateplenie
Krytie strát vetraním		Rekuperácia
Príprava TV		Solárne kolektory
Odber tepelných ziskov		Tepelné čerpadlo
	Klasický zdroj tepla	
	Klimatizačné zariadenie	

- Tepelné čerpadlo

  Zabezpečuje všetky potreby tepla, degraduje efekt iných úsporných opatrení

Potencionálne úspory sa uplatnením viacerých technických zariadení využívajúcich OZE nesčítavajú

www.szchkt.org

Porovnanie mesačnej a hodinovej metódy v Hurbanove

Tepelná bilancia Modelový dom

Diplomová práca 2017

- Metodika výpočtu tepelnej bilancie môže byť rôzna. Využívajú sa – mesačná metóda, korelačná (statická) dennostupňová metóda s pevnou určenou dĺžkou vykurovacieho obdobia a taktiež dynamické metódy s určeným časovým krokom – jednoduchá hodinová metóda.
- Hodinová metóda podľa novej normy EN ISO 52016-1:2018 (Norma na energetickú hospodárnosť budov), ktorá nahradila normu EN ISO 173790.
- Bude využitý softvér SIMULACE 2018
- Výpočtový model je založený na opakovanom zostavovaní a riešení sústavy bilančných rovníc v jednotlivých časových okamihoch, pričom sa zohľadňuje energetická bilancia jednak na úrovni zóny (miestnosti) a jednak na úrovni čiastkových konštrukcií.

Výpočet potreby tepla

- Výstupom zo softvéru Simulace je priebeh teplôt v pozorovanej miestnosti – bez vykurovania a chladenia!
- Potrebné teplo na ohriatie masy vzduchu v miestnosti bude určený z kalorimetrickej rovnice, kde rozdiel teplôt bude medzi výslednou teplotou (viď. Graf) a návrhovou teplotou

Potrebné teplo na ohriatie masy vzduchu v miestnosti bude určený z kalorimetrickej rovnice:

$$Q = m_{vz} * cp * (t_v - tn) \quad \text{(kJ)}$$

Berie sa do úvahy množstvo vzduchu v miestnosti (m_{vz}), ktorý bude potrebné ohrievať (chladiť), tepelná kapacita vzduchu (c_p) pri daných podmienkach a tlaku 101,3 kPa a samozrejme teplotný rozdiel (výsledná teplota v miestnosti t_v – navrhnutá teplota t_n)

URČENIE ENERGETICKEJ Náročnosti / HODINOVO

Obrázok 5 - Závislosť COP od vonkajšej teploty pri nízkoteplotnom vykurovaní

- potrebné poznať hodnotu COP v každej hodine počas roka (resp. pri každej hodinovej teplote) – od výrobcu sú známe hodnoty COP podľa normy
- Ostatné hodnoty budú dopočítané pomocou lineárnych závislostí

Porovnanie hodinovej a mesačnej metódy pre Hurbanovo

Porovnanie energetickej primárnej emergie pre RD v Hurbanove

Porovnanie energetickej náročnosti vyjadrenej primárnou energiou v kWh/m² za rok vypočítanej mesačnou a hodinovou metódou ukazuje vysokú spotrebu pre elektrický kotol a najnižšie spotreby vypočítané s hodinovým krokom

Hurbanovo							
Spôsob určenia spotreby energie	Spôsob určenia potreby energie	Potreba energie na vykurovanie (kWh/rok/m²)	Potreba energie na ohrev vody (kWh/rok/m²)	Potreba energie na chladenie (kWh/rok/m²)	Zdroj tepla	Dodaná (spotrebovaná) primárna energia (kWh/rok/m²)	Kategória budovy
Vyhláška 324/2016 Z.z.	Hodinová metóda	39,74	23,95	18,98	TČ vzduch-voda	48,256	A0
					Elektrický kotol	141,35	B
	Mesačná metóda	54,76	23,95	2,25	TČ vzduch-voda	59,71	A1
					Elektrický kotol	174,9	B
Hodinový výpočet	Hodinová metóda	39,74	23,95	18,98	TČ vzduch-voda	40,81	A0
					Elektrický kotol	137,17	B
Výpočet pomocou SCOP	Hodinová metóda	39,74	23,95	18,98	TČ vzduch-voda	47,1	A0

Výsledne porovnanie energetickej náročnosti. Dom s tepelným čerpadlom je zaradený vo vyššej energetickej triede na rozdiel od domu s elektrickým kotlom, ktorý posúva dom do triedy B

Predimenzovávanie

Význam hodinovej metódy

b) bez regulácie výkonu

a) s reguláciou výkonu

Predimenzovanie výkonu tepelného čerpadla

- Zväčšuje počet hodín cyklovania kompresora pri vyšších vonkajších teplotách. Zvýšený počet hodín cyklovania závisí aj od teplotného pásma. V miernom pásme je to približne 15-17 % z celkového času na vykurovanie pri správnom dimenzovaní.

Sezónny vykurovací súčiniteľ

SCOP – výpočet

- Je uvažovaný lineárny prieběh požadovaného vykurovacieho výkonu – od návrhového výkonu (P_{design}) pri -10°C vonkajšej teploty (priemerné klíma) po 0 kW pri 16°C
- Klimatizačná jednotka (tepelné čerpadlo) však **nemusí spĺňať / poskytovať požadovaný vykurovací výkon v návrhovom bode!** Vykurovací výkon jednotky môže byť doplnený prídavným zdrojom tepla od bivalentného bodu k nižším vonkajším teplotám

Sezónny vykurovací súčiniteľ

SCOP – výpočet

- Účinnosti pri ostatných teplotách vykurovacej sezóny sú interpolované zo 4 testovaných bodov
- Príkon jednotky pri každej teplote je vypočítaný z požadavky na výkon a z účinnosti pri danej teplote
- Násobením príkonu a početnosti výskytu je získana spotreba energie pri každej teplote

Priemerný inštalovaný výkon TČ podporeného SIEA klesol

Priemerný inštalovaný výkon TČ podporeného SIEA narástol z približne 8,5 kW na 9,6 kW v roku 2020. Vyšší inštalovaný výkon v nových NE domoch nie je opodstatnený. Rast sa dá prisúdiť viacerým vplyvom. Vzhľadom na najpočetnejšie inštalácie v rekonštruovaných domoch tam, kde nie je plynofikácia a to na severe Slovenska. V týchto oblastiach je potrebný vyšší výkon TČ. Sú však aj tendencie investorov inštalovať si vyšší výkon TČ, keďže je možné tak získať vyššiu dotáciu. Takúto úvahu je potrebné vysvetľovať zákazníkovi, nižšou energetickou efektívnosťou v dôsledku cyklovania kompresora pri vyšších vonkajších teplotách.

Fotoskener od Fotiek Google

Fiktívny Kozub

Naviac investor za krátky čas zistí vysoké náklady nielen na prevažujúce elektrické vykurovanie, ale tiež na prípravu teplej vody najmä v lete, kedy sa krb neprevádzkuje a zistí tiež potrebu chladenia. Dodatočne preto dom doplní o reverzibilné tepelné čerpadlo vzduch/vzduch, ktoré nielen vykuruje, ale aj chladí. Nepripravuje však teplú vodu. Prevádzkové náklady a tiež výsledné emisie budú stále vysoké a budú odpovedať spôsobu prevádzky vykurovania a prípravy teplej vody.

Takéto riešenia s fiktívnym krbom a iné by mali byť na trhu obmedzené právnymi normami, aby investori nepoškodzovali ekonomicky samy seba a zároveň nezvyšovali emisie pevných nečistôt a oxidu uhličitého do ovzdušia a neohrozovali tak nielen seba ale aj iných ľudí.

Vodík vo vykurovaní a chladení

metanizácia = OElektrina – ElektrolýzaV – vodík+CO2 – CH4 a voda

CH4 do plynofikačnej siete (obrovský zásobník energie) Úspešne testovaná elektráreň, ktorá premieňa nadbytočnú elektrinu na vodík vo Falkenheg sa dostáva do svojej ďalšej fázy s rozšírením zariadenia na spracovanie metánu. Súčasná elektráreň už má možnosť privádzať malé množstvá čistého vodíka (tzv. „WindGas“) priamo **do siete zemného plynu**. Nový závod na metanáciu bude ďalej schopný konvertovať vodík na metán za použitia CO_2.

- Zelený (šedý, modrý) plyn
  - vzhľadom na nižšiu hustotu 0,089 9 kg/m^3 pri pridaní 20 % vodíka do zemného plynu 0,69 kg/m^3 sa ušetrí len 7-8 % emisií CO_2 a v značnej miere by bolo potrebné meniť aj staršie plynové kotle. To by znamenalo vysoké náklady, ktoré by uprednostnili tepelné čerpadlá aj v prípade, ak by sa dosiahlo znížene emisií so zeleným plynom o 80 % podobne ako s tepelnými čerpadlami.

- na vykurovanie budov je o 500 až 600 percent vyššie ako energia potrebná pre tepelné čerpadlá na generovanie tepla. To vyplýva z potreby 45-50 kWh elektrickej energie na výrobu 1 kg vodíka pri elektrolýze 9 l vody. Spalné teplo vodíka je 33,3 kWh/kg, pričom z 50 kWh elektrickej energie potrebnej na výrobu jedného kg vodíka získame približne 150 kWh tepla pomocou tepelných čerpadiel.

V roku 2050 TČ pokryjú 50 % potreby tepla

Inštalované TČ zo 180 mil v roku 2020 na 1800 mil. v roku 2050 na svete
Vydrží to sieť? Máme na to kapacity výrobné, montážne, servisné?
40-50 mil. TČ v EÚ v roku 2030 = priemer 100 tis ks/1 mil. obyvateľov
Ak v 2020 ste inštalovali 40 ks ročne 2030 by ste mali 200 kusov/rok
To je stále len 30 % z priemeru EÚ

V roku **2021** bolo na Slovensku nainštalovaných

65 000

zdrojov tepla celkom 1.5 mil ks

RPK 2021 Vysoko dominantnú väčšinu stále tvorí spaľovanie plynu a pevného paliva

Budúcnosť na Slovensku 2025?

Inšt.2021
4500
>20 000

Výroba 2021 1 000 ks
200 000 ks

Osv. inštalatéri
500
>1000

Podiel obnoviteľných zdrojov vo výrobe tepla a chladu

Podiel energie z OZE na spotrebe energií v sektore vykurovania a chladenia (2004 - 2019). Source: Eurostat Get the data Created with Datawrapper

Kedy volíme prevádzku monovalentnú, alternatívnu bivalentnú, paralelne bivalentnú a čiastočne paralelne bivalentnú

Monovalentná monoenergetická

Paralelná bivalentná monoenergetická

Alternatívna

Čiastočne paralelná

Bivalentný a alternatívny systém

Príklad

Tepelná strata budovy	=100 kW
50 % pokrytie tepelnej straty TČ z/v	= 50 kW
Pokrytie potreby tepla	=80 %

Náklady na vrty 50 % výkonu

Q_k-P= Q_o $L_{dĺžka} = Q_o / q_{ziskpôdy}$ SPF=4

50-12,5 kW : 0,050kW $q_{ziskpôdy}$ = 950 m x 60 €/m = 57 tis €

Náklady na vrty 100 %

L_{celkom}= 950 m x 1,6 x 60 €/m = 91,2 tis €

Rozdiel v nákladoch na vrty pri 80 a 100% pokrytí tepla

91-57 = 44 tis €

	System 1	System 2	System 3
GWP (kg CO_2 equ.)	500	800	1200
LCCA (Euro)	5000	3500	3000
Pomerné GWP	0,6	0,96	1,44
Pomerné náklady	1,30	0,91	0,78

SZ CHKT

Slovenský zväz pre chladenie, klimatizáciu a tepelné čerpadlá

Člen

EHPA, AREA, IIR

Reprezentuje záujmy 800 členov, 1500 certifikovaných firiem takmer 5000 odborníkov s osvedčením, s celkovým obratom 1 566 089 800 €, s 12 000 zamestnancami Akreditované školenie pre inštalatérov tepelných čerpadiel
Certifikácia na prácu s chladivami
Publikačná činnosť