

Zápočtová práce z předmětu Konstruování s podporou PC

Návrh tepelného čerpadla vzduch - voda pro rodinný domek

Tepelné čerpadlo jako alternativní zdroj pro vytápění je velkým zdrojem tepelné energie. Teplo z přírodního prostředí je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné. Přitom je známo více než sto let řešení, jak toto teplo využívat účelně. TČ dokáže odebírat jinak nevyužitě, tzv. nízkopotenciální teplo z přírodního prostředí za pomoci elektrické energie ho umí převést na teplo, které můžeme využít na přípravu teplé užitkové vody, také je vhodné pro vytápění a další účely. Vše hospodárně a u systémů využívající tepelnou energii ze vzduchu, zcela neškodně pro životní prostředí.

Stále větší pozornost se věnuje alternativním zdrojům, které z hlediska nedostatku primárních energetických zdrojů se v současné době stávají celospolečenskými tématy. TČ představují v porovnání s klasickými zdroji tepla, např. zemní plyn, topné oleje a kotle na tuhá paliva šetření primárních energetických zdrojů a přímo či nepřímo snižují tvorbu škodlivých emisí. Dále snižují ekologickou zátěž okolního prostředí tzv. tepelnou zátěž, která je průvodním jevem vytápění. Pořízení TČ přináší nejen výhody ekonomické, ale je velkým přínosem pro životní prostředí.

Princip činnosti TČ

Pracuje ve svém principu jako chladicí zařízení, kde hnacím prvkem je kompresor poháněný elektromotorem. Toto zařízení odvádí v prvním výměníku, tzv. výparníku, teplo z prostředí s nižší teplotou např. okolního vzduchu, z vody ze země. Tím toto prostředí ochlazuje a pomocí hnací el. energie ho předává ve druhém výměníku tzn. kondenzátoru, do prostředí s vyšší teplotou, do topné vody - tím toto prostředí ohřívá. Z výparníku je teplo přiváděné do kondenzátoru zvětšené o teplo na které se v kompresoru mění hnací elektrická energie. Tepelná energie produkovaná TČ je dána součtem obou vložených energií, která je vždy větší než hnací energie, na této celkové energii se podílí teplo odebírané z venkovního prostředí asi 60 až 70% a hnací energie (ta se musí zaplácit) asi 30 až 40%. Pomocí pracovní látky chladiva se uskutečňuje převod tepla v TČ, které v zařízení trvale obíhá a cyklicky mění své skupenství. Chladivo musí splňovat bezpečnostní požadavky, hygienické a ekologické.

Tepelné čerpadlo voda - vzduch

Využívá jako zdroj energie okolní vzduch. Vzduch se ochlazuje ve výměníku tepla umístěném uvnitř budovy, protože ve vzduchu je tepla poměrně málo, musí výměníkem procházet velké množství vzduchu. Je tedy nutný výkonný ventilátor. Vyznačuje se jednoduchou instalací, příznivou cenou a univerzálním použitím nejen pro vytápění, ale i pro ohřev vody, ohřev vody v bazénu atd.

Pro stávající návrh rodinného domku byl zvolen typ tepelného čerpadla od firmy PZP HPAW-Split s venkovní jednotkou, na základě výpočtu tepelných ztrát domku.

Tento typ se skládá ze dvou částí, které jsou mezi sebou navzájem propojeny tzv. split systémem.

Vnitřní část se skládá z kompresoru, kondenzátoru - ohřívač topné vody, ovládací skříňky s řídicím systémem. Ta je osazena hrdly pro připojení vnější části a hrdly pro připojení otopné soustavy. Akumulační nádrž plní funkci ve vytápěcím systému termohydraulického rozdělovače mezi samostatnou větví s TČ a otopnou soustavou. Umisťuje se většinou do prostoru domu, kde jsou uložena i jiná technická zařízení.

Vnější část je tvořena výparníkem tepelného čerpadla, který pracuje jako chladič vzduchu a umisťuje se v blízkosti vytápěného objektu na volném prostranství. Umístění musí zabezpečit volné proudění vzduchu přes výparník. Musí se zajistit odvod vody, která se kondenzuje, nebo vymrzává na výparníku a volně stéká. proudění vzduchu zajišťuje ultratichý ventilátor velkým vzduchovým výkonem. Ventilátor pracuje s dvoupolohovou regulací otáček, ta může snížit hluchnost v nočním provozu. Vnější část je vyrobena z materiálu odolných vůči korozi.

Příklad připojení TČ do rodinného domku je zobrazen v příloze, vytvořené v programu ArchlineXP 2007 a exportován do formátu pro AutoCAD ve 3D ,kde byl následně dopsán.

Příklady výpočtu tepelných ztrát rodinného domku dle ČSN 06 0210

Použitý stavební materiál zdivo POROTHERM 44, podlaha 13 cm podkladový beton, 7 cm izolační desky ORSIL, 7 cm vrchní vrstvy betonu, střecha izolace vata ORSIL

| | | |
|---|---------------------------------------|--|
| Rozměry domu : | $K = -272 \text{ }^\circ\text{C}$ | Převod jednotky |
| Zastavěná plocha | $S_1 := 80\text{m}^2$ | |
| Obestavěný prostor | $V_1 := 240\text{m}^3$ | |
| Výpočtová venkovní teplota | $t_e := (-15) \text{ }^\circ\text{C}$ | Stanovena - I. teplotní oblast |
| Výpočtová vnitřní teplota | $t_i := 20 \text{ }^\circ\text{C}$ | Stanoveno - Druh vytápěné místnosti platné pro Obytné domy, trvale užívané |
| Součinitel typu budovy dle tabulky kde je stanoven součinitel pro budovy obytné a občanské dlouhodobým pobytem lidí : | $e_1 := 1$ | $t_a = e_1 + t_i$ |
| Výpočtová teplota vnitřního vzduchu | $t_a := 21 \text{ }^\circ\text{C}$ | |

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|---|
| Charakteristické číslo budovy | $B := 8\text{Pa}^{0.67}$ | Stanoveno - Normální krajina, budova nechráněná osaměle stojící |
| Charakteristické číslo místnosti | $M := 0.7$ | Stanoveno - dveře netěsné bez prahů |

Výpočet tepelného odporu domu, který je postaven z Porothermu 440 s venkovní vápennou omítkou a vnitřní vápenocementovou omítkou

Stanovení fyzikálních vlastností

Stanovení tepelného odporu pro zdivo Porotherm

$$\lambda_1 := 0.19\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \quad d_1 := 0.44\text{m}$$

$$R_1 := \frac{d_1}{\lambda_1} \quad R_1 = 2.316\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

| | λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] | ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | c [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] | R [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$] |
|-------------------------------|--|--|---|---|
| Vnitřní omítká vápenná | 0,88 | 840 | 1600 | 2,316 |
| Zdivo Portherm 440 | 0,19 | 800 | 960 | 0,2 |
| Vnější omítká vápenocementová | 0,99 | 2000 | 790 | 0,25 |

Celkový výpočet tepelného odporu obvodového pláště

$$R_c := \frac{0.02\text{m}}{0.87\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} + \frac{0.44\text{m}}{0.19\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} + \frac{0.025\text{m}}{0.99\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} \quad R_c = 2.364\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

Výpočet součinitele prostupu tepla

Stanoveno :

$$\alpha_i := 8\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{součinitel přestupu tepla na vnitřní straně}$$

$$\alpha_e := 23\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{součinitel přestupu tepla na vnější straně}$$

$$k := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R_c + \frac{1}{\alpha_e}} \quad k = 0.395\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Tepelná ztráta místností prostupem tepla

Základní tepelná ztráta místnosti prostupem tepla

$$\text{Plocha venkovní stěny SO1} \quad S_{VS} := 95.6\text{m}^2$$

$$Q_o := S_{VS} \cdot k \cdot (t_i - t_e) \quad Q_o = 1321\text{W}$$

| Označení | Popis | k [$Wm^{-2}K^{-1}$] | S [m^2] | Q_o [W] |
|----------|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------|
| SO1 | Porotherm 440 P+D | 0,395 | 95,6 | 1321 |
| PDL | Podlaha | 0,45 | 80 | 1260 |
| SCH | Střecha | 0,22 | 80 | 616 |
| OD1 | okno 120x150 2x | 1,4 | 3,6 | 176,4 |
| OD2 | okno 60x150 2x | 1,4 | 1,8 | 88,2 |
| OD3 | okno 90x60 1x | 1,4 | 0,7 | 34,3 |
| DV1 | dveře 90x240, 180x240 | 1,4 | 2,4 | 117,6 |
| | Celkem | | 264,1 | 3613,5 |

Tepelná ztráta místnosti infiltrací

Stanovena pro zdvojené okno se dvěma skly o rozměru 120x150 2 ks, 60x150 2 ks, 90x60 1ks, dveře 90x240 1 ks, dveře 180x240 1 ks

$$i_L := 1.4 \cdot 10^{-4} \cdot m^2 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-0.67} \quad \text{součinitel spárové průvzdušnosti}$$

$$L_s := 60.6m \quad \text{délka spar otevíratelných částí oken a dveří}$$

$$Q_v := 1300 \cdot (i_L \cdot L_s) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) \quad Q_v := 2162W$$

Nejvyšší přípustné hodnoty výměny vzduchu budov pro obytné místnosti je stanovena dle ČSN 73 0540-2 n_N

$$n_N := 0.50h^{-1}$$

Tepelná ztráta místností prostupem tepla Q_p

$$S_c := 264.1 \quad \text{Celková plocha všech konstrukcí}$$

$$Q_{oc} := 3613W \quad \text{Celková ztráta místností prostupem tepla}$$

$$k_c := \frac{Q_{oc}}{S_c \cdot (t_i - t_e)} \quad k_c = 0.391 m^2 \cdot W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$$

$$p_1 := 0.15 \cdot k_c \quad p_1 = 0.059 m^2 \cdot W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \quad \text{přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí}$$

$$p_2 := 0 \quad \text{přirážka na urychlení zátopu (neuvažuje se)}$$

$$p_3 := 0 \quad \text{přirážka na světovou stranu Z=0 (neuvažuje se)}$$

Celková tepelná ztráta prostupem

$$p_1 := 0.059$$

$$Q_p := Q_{oc} \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad Q_p = 3826W$$

Trvalý tepelný zisk Q_z Tepelný zisk je součet - zisků od osob, zisky od spotřebičů, pasivní solární zisky. Uvažujeme :

$$Q_z := 500W$$

Celková tepelná ztráta budovy

$$Q_{cm} := Q_p + Q_v - Q_z$$

$$Q_{cm} = 5488 \text{ W}$$

Na základě výpočtů Tepelných ztrát rodinného domku bylo vybráno TČ firmy PZP a.s. model **08S trojfázový HP3AW**, které je dostatečně dimenzované.

08S trojfázový HP3AW

| | | |
|------------------------|------------------|----------|
| Energetické parametry: | topný výkon | 7,5 kW |
| | efektivní příkon | 2,9 kW |
| | topný faktor | 2,6 |
| Elektrické parametry : | napájecí napětí | 3x400/50 |

Při použití tarifu D55d což je dvoutarifová sazba za elektrickou energii speciálně určená pro objekty a domácnosti vytápěné tepelným čerpadlem. Nízký tarif, při kterém je povolen provoz tepelného čerpadla, trvá 22 hodin (o víkendech 24 hodin). V době vysokého tarifu je po dobu dvou hodin denně tepelné čerpadlo blokováno signálem hromadného dálkového ovládání (HDC). Jednotlivá vypnutí nesmí být delší než 30 minut a přestávky mezi vypnutím nesmí být kratší než jedna hodina.

Sazba se vztahuje na celou domácnost a výrazně tak snižuje náklady za ostatní spotřebu elektřiny – vaření, praní, mytí, ohřev vody, světlo apod.

Použité zdroje :

Internetové stránky www.ekonomickestavby.cz

www.pzp.cz

www.tzb-info.cz

www.cez.cz

ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát

)).