

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vytápění administrativní budovy
Jméno autora:	Bc. Vojtěch Paur
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	K125
Oponent práce:	Ing. Vojtěch Beneš
Pracoviště oponenta práce:	TechOrg s.r.o., Havlovská 1113/12, Praha 6 16000

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce odpovídá svojí náročností předpokládaným znalostem absolventa. Návrh vytápění administrativní budovy, včetně zdroje tepla, patří k průměrně náročným.	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Samotné zadání bylo postaveno tak, že umožňovalo vytvořit kvalitní a dostatečně zajímavou práci. Výsledný dojem z práce je však takový, že si student zvolil tu nejsnazší možnou cestu, která mnohdy zadání ani nespĺňuje.	
Největší problém vidím v teoretické části, která nespĺňuje některé body zadání. V té se měly, na základě analýzy, připravit vstupní podklady pro samotný projekt. Prostý a mnohdy nepřesný popis možných způsobů vytápění, zdrojů tepla atd. neshledávám jako dostatečné zhodnocení a analýzu problematiky.	
Projektová část v principu všechny body zadání splňuje. Kvalita zpracování však pokulhává. Rozsah výstupů odpovídá požadavkům dokumentace pro stavební povolení, nad jehož rámec byly provedeny výpočty hydrauliky otopné soustavy.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
V teoretické části neodpovídá postup řešení úrovni, která je očekávána od diplomové práce. Odpovídající by bylo vypracování několika možných variant zdroje tepla, nejlépe v návaznosti na výrobu chladu (kde jinde chladit než v administrativních budovách). Součástí by mělo být zhodnocení proveditelnosti s přihlédnutím k vývoji stavebnictví do budoucna (legislativa, požadavek na snižování primární neobnovitelné energie apod.), jednoduché zhodnocení investičních a provozních nákladů. Přestože se může stát, že návrh a závěry nebudou správné, jednalo by se o originální řešení, o kterém lze debatovat. Zvolení výměňkové stanice jako zdroje tepla na základě konstatování, že je nejlepší, je naprosto nedostatečné.	
V principu je postup v projekční části správný. Pro dostatečnou kontrolu postupu chybí některé výstupy z výpočtů. Ty, které jsou uvedené, jsou mnohdy zmatečné. Z pohledu hodnocení se ale jedná o menší nedostatek než v případě teoretické části.	

Odborná úroveň	E - dostatečně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Popis problematiky v jednotlivých kapitolách je mnohdy až příliš zjednodušený. Závěry jsou zmatečné a v mnoha případech nesprávné. Takto pojatý teoretický základ, popisující, co je tepelné čerpadlo a plynový kotel, je dle mého názoru v diplomové práci zbytečný. Pokud má být tento popis vypracován, pak musí být na dostatečně odborné úrovni, podpořený správnými odbornými termíny, grafy, schémata apod.	

Kvalita provedení praktické části je, podobně jako v teoretické, na nižší úrovni. Vzhledem k nedostatečné praxi studenta, se v řešení objevují méně i více závažné nedostatky. Některých by se navíc měl student vyvarovat na základě znalostí získaných v rámci studia nebo po provedení naprosto základní rešerše dostupných materiálů týkajících se oboru/diplomové práce.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

D - uspokojivě

Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.

Některé pasáže práce nejsou psány jasně, dostatečně srozumitelně a nevyhnuly se jim chyby po jazykové stránce. Grafická úprava textu není příliš přehledná.

Výkresová část má po grafické stránce také určité nedostatky, které dojem z práce nevylepšují – nesjednocené velikosti písma na výkresech, rozdílné barevné provedení schématu zapojení VS a soustavy, neoznačené stoupačky, miniaturní symboly armatur na schématu soustavy apod.

Výběr zdrojů, korektnost citací

E - dostatečně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Volba zdrojů je v některých případech poněkud zvláštní, část nelze považovat za dostatečně odbornou. Některé nepřesné informace byly přebrány a následně použity v práci bez vlastní rešerše. Naopak jiné snadno dostupné zdroje, které by pomohly se vyvarovat některým chybám, nebyly využity vůbec. Citace bez výhrad.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Jak jsem již psal výše, v teoretické části práce jsou uváděny naprosto základní informace, které jsou navíc nesprávně a nepřesně formulované. Mělo se jednat analýzu možností, stanovení variant zdrojů tepla a jejich srovnání, což nebylo provedeno.

Praktická část se více přibližuje zadání práce. Protože byla zvolena ta nejjednodušší možná varianta, nelze některé chyby nechat bez povšimnutí.

1) Výkresová část:

- a) Výkresy byly vypracovány ve velmi minimalistické variantě. Na půdorysech nejvíc postrádám informaci o tepelné ztrátě a výkonu otopných těles.
- b) Samotné trasování postrádá, v některých případech, smysl. Například by se dalo více rozvodů vést v podlaze. Vyřešil by se problém s umístěním propojek podhled-podlaha, které jsou u každého tělesa. V suterénu by se s výhodou dalo využít těles s bočním připojením apod.
- c) Schéma soustavy je naprosto nepřehledné. Každá odbočka k tělesu je zakreslena formou odkazové čáry. V některých případech je nezbytné je použít, ne však v takovém rozsahu.
- d) Myšlenka rozdělit soustavu na okruhy dle světových stran je v principu správná. Vzhledem k chybějící severce nelze překontrolovat rozdělení na jednotlivé otopné větve. V tomto případě vzniká velký rozdíl vzdálenosti mezi nejbližšími a nejvzdálenějšími tělesy, který je řešen pouze statickým vyvážením. Možným řešením by bylo dynamické vyvážení soustavy (+úprava tras) anebo rozdělení soustavy dle vzdálenosti od strojovny. Výhoda z nezávislé ekvitemní regulace pro jednotlivé fasády je při nízkoteplotní soustavě (55°C) a osazení TRV malá.
- e) Samotné schéma zapojení zdroje tepla je na úrovni DSP. Primární strana výměňkové stanice není osazena regulátorem dif.tlaku, který bývá standardem. Dopouštění z primárního okruhu možné je, ale osobně bych v soustavě, která kombinuje různé materiály, preferoval vlastní úpravnu s možností korigovat kvalitu vody dle vlastní potřeby. Na trase zpátečky do VS jsou zbytečně v sérii zapojeny tři filtry. Větev pro dveřní clony je zbytečně osazena směšováním. Dimenze rozvodů jsou komentovány dále. Na výstupu z VS chybí uzavírání.

2) Výpočtová část

- a) Kapitola 2: Navržený systém ohřevu TV s kontinuálním celodenním ohřevem a velkou akumulací není optimální. Vhodnější z provozního hlediska by byla varianta o vyšším výkonu ohřevu a menší akumulaci. S CZT není problém výkon ohřevu navýšit. V návrhu paty větve nejsou tyto vypočítané vstupy využity.
- b) Kapitola 3: Uvádění ročních potřeb v Wh je velmi nepřehledné.
- c) Kapitola 4.2: Ve výpočtu velikosti zdroje tepla není v části vytápění zahrnuta účinnost distribuce a sdílení tepla. Ve výkonu jednotlivých otopných větví toto navýšení je.
- d) Kapitola 5.1: Nelze omezit maximální průměr potrubí jen na základě ceny, pokud pak systém hydraulicky nefunguje.
- e) Kapitola 6.1: Uvádění průtoků v l/s a m³/s je zbytečné. Naopak chybí informace o přenášeném výkonu a teplotním spádu. Nepochopitelná je informace o tlakové ztrátě topného okruhu 105,6 kPa. Téměř to vypadá jako součet tlakové ztráty paralelně zapojených okruhů V1-V4, což by byla zásadní chyba.
- f) Kapitola 8: Návrh pojistného ventilu by měl být detailněji rozpracován, ne převzat z tzb-info. Nikde není přímo zmíněn otevírací tlak PV, dle výpočtu EN by měl být 6 bar. Výpočet na tzb-info končí na 5,5 bar (?). Navíc se nejedná o deskový výměník typu A1, pokud je na primární straně výměníku teplota 130°C.
- g) Kapitola 9: Návrh regulačních armatur by měl vycházet ze stanovení přijatelného rozsahu autority ventilu. Jedná se vždy o kompromis mezi kvalitou regulace a minimalizací čerpací práce. Není třeba držet autoritu 0,5 za cenu velmi vysoké tlakové ztráty ventilu až 42 kPa pouze pro ekvitermní regulaci OT.
- h) Kapitola 9.3: Kvalitativní regulace pro dveřní clony není nezbytná. Nikde není uveden návrh dveřní clony, typu regulačního ventilu a jeho zapojení. V technické zprávě je něco uvedeno v kapitole otopné plochy, ale není jasné, zda se jedná o popis regulace na RS anebo každé clony. Pokud ano, pak by byly v sérii zařazeny dva směšovací uzly.
- i) Kapitola 10: Návrh velikosti potrubí na základě rychlosti 1-1,5 m/s je chybný – může platit pro výrazně větší dimenze, ale ne v tomto případě. Tlaková ztráta by se měla pohybovat do 100 až 150 Pa, v tomto případě přesahuje 500 Pa/m. V případě napojení zásobníku TV je to dokonce přes 700 Pa/m. Při těchto rychlostech nelze zanedbávat vřazené odpory, jak student píše. Nikde není uveden návrh dimenze R/S.
- k) Kapitola 11: V návrhu není zmíněno nastavení regulace výkonu oběhových čerpadel (konstatní dP, variabilní dP, konstantní křivka apod.). Například pro dveřní clony není variabilní výtláčná výška vhodná. Čerpadlo pro ohřev TV je dle uvedených parametrů výrazně předdimenzované.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Bohužel musím konstatovat, že práci nebylo věnováno dostatečné množství času. Některé pasáže, především v teoretické části, neodpovídají úrovni, kterou bych očekával od diplomové práce. Jedná se o mnohdy nepřesnou a nedostatečně odborně psanou rešerši, která by, dle mého názoru mohla, být součástí maximálně bakalářské práce. Student magisterského oboru by měl být schopen pracovat se zdroji, posoudit jejich relevanci, vzdělávat se i nad rámec času stráveného ve škole. Měl by se snažit ukázat, že dokáže zpracovat téma nejen tou nejjednodušší cestou, ale i tou, která reflektuje aktuální trendy v oboru. Pokud by byla práce dle těchto principů zpracována, lze o případných chybách diskutovat a lze je pochopit. V této práci se však často jedná o chyby, jako je nepřesný popis tepelného čerpadla nebo stropního vytápění.

Po výpočtové stránce pokrývá projekční část přibližně všechny oblasti, které by měly být v rámci projektu obsaženy. Opět byla zvolena nejjednodušší možná varianta, která i tak není bez chyb. Ty se týkají jak výpočtů, tak i výkresové dokumentace.

Doplňující otázky k obhajobě:

- 1) Vzhledem k tomu, že řešený objekt je administrativní budova, lze pohlížet na zdroj tepla komplexněji a využít některý z alternativních zdrojů nejen jako zdroj tepla, ale i jako zdroj chladu. Jak by mohlo vypadat zapojení (velmi zjednodušené schéma bez armatur – pouze zařízení a oběhová čerpadla) některého z alternativních zdrojů tepla, které by umožňovalo rovněž i chladit? V kombinaci s bivalentním zdrojem tepla, kterým by byla předávací stanice.

- 2) Jaký z koncových prvků byste zvolil pro kanceláře, aby byl vhodný pro vytápění i chlazení. Vysvětlete výhody zvoleného návrhu oproti jiným variantám (včetně návaznosti na zdroj tepla a chladu z přechozí otázky). Může mít volba koncového prvku dopad na účinnost zdroje?
- 3) K čemu dochází ve staticky vyvážené soustavě s proměnným průtokem (neregulované oběhové čerpadlo) při klesajícím průtoku (např. zavírání ventilů v důsledku vnějších solárních zisků)? Proč dochází ke změně dispozičního tlaku na koncových prvcích a jaké to může mít v případě termostatických ventilů na OT důsledky?
- 4) Co je to autorita regulačního ventilu? V jakém rozmezí je doporučeno ji navrhovat? Jaký dopad má nižší hodnota autority na regulační schopnost ventilu?
- 5) Popište lépe kompresorový chladicí cyklus například na h-p diagramu (entalpie-tlak). Čím se odlišují absorpční tepelná čerpadla od kompresorových?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 1.2.2022

Podpis:

