

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vytápění výškového mutlifunkčního objektu
Jméno autora:	Bc. Michal Bohůnek
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 bytového domu včetně zdroje tepla patří k průměrně náročným.	

Splnění zadání	splněno s menšími 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>	
Všechny body zadání jsou v práci v různém stupni podrobnosti rozpracovány.	
Teoretická část, která srovnává dvě standardní varianty zdroje tepla a koncových prvků, je zpracována poměrně stručně. Přestože závěry k jednotlivým variantám jsou ve své podstatě správné, tak chybí detailnější rozbor dané problematiky včetně srovnání z pohledu investičních a provozních nákladů. Dále bych očekával, že ve srovnání bude zahrnut některý z alternativních zdrojů tepla.	
Praktická část práce splňuje zadání v dostatečné míře. Rozsah práce odpovídá požadavkům dokumentace pro stavební povolení. Nad jeho rámec byly provedeny výpočty hydrauliky otopné soustavy uvedené v zadání práce. Pro dostatečnou kontrolu jednotlivých prvků soustavy chybí některé výstupy z jednotlivých výpočtů (například návrh podlahového vytápění), byť dané výpočty provedeny byly.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení je odpovídající danému zadání práce. Jednotlivé kroky jsou zpracovány v rozdílné podrobnosti. Větší důraz byl kladen na projekční část, ve které jsou zohledněny závěry z teoretické části práce. Práce je, až na několik chybějících výstupů (např. uvedení tepelné ztráty jednotlivých místností ve výkresové dokumentaci, měrné výkony PDL, výkony otopných těles), dobře kontrolovatelná.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornost práce odpovídá úrovni znalostí získané studiem. V rámci práce jsou řešeny správné okruhy od výpočtu tepelných ztrát, stanovení bilancí až po hydraulický návrh otopné soustavy. Vzhledem k nedostatečné praxi studenta se v řešení objevují méně i více závažné nedostatky. Často se jedná o chyby, kterých se autor dokáže vyvarovat až při postupném získávání zkušeností v projekční praxi.	
Vzhledem k velkému důrazu, který je na projekční část v práci kladen, však tyto chyby snižují celkový dojem z práce.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Text je ve většině případů jasný a stručný. Určité pasáže práce však nejsou psány dostatečně srozumitelně a nevyhnují se jim formální chyby po jazykové stránce. Grafické sjednocení například teoretické části a technických zpráv by vizuální dojem z práce vylepšilo.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, 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 odpovídá obsahu práce. 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.

I přes určité chyby v projekční části, považuji za problematičtější teoretickou část práce. Přestože by investor v reálném životě opravdu mohl zvolit řešení s výměňkovou stanicí, očekával bych od závěrečné práce na katedře TZB ve srovnání zdrojů tepla širší spektrum a detailnější porovnání jednotlivých variant. Volba zdroje by měla být podpořena porovnáním investičních a provozních nákladů. Na základě předem daných kritérií by pak následně měla být zvolena finální varianta (ať již budou kritéria jakékoliv – rozhodující mohou být investiční náklady nebo může být kladen důraz na omezení využití neobnovitelných zdrojů energie). Podobné vyhodnocení bych očekával i u volby koncových prvků.

Hydraulické zaregulování a využití jednotlivých armatur je vesměs správné. Pokud se již soustava zadává do výpočetního programu, bylo by vhodné nechat zohlednit i ochlazování v rozvodech, které má obzvlášť v případě vzdálenějších koncových prvků, nezanedbatelný vliv.

Dále jsou zmíněny některé z problematičtějších částí projektu:

- 1) Mezi závažnější nedostatky bych zařadil špatně umístěné pojistné ventily. Každý zdroj tepla musí být osazen neuzavíratelným pojistným ventilem v co nejkratší možné vzdálenosti, což ve schématu zapojení splněno není.
- 2) Teplotní spád na teplovodu byl zvolen příliš nízký – dt 15K. Takto nízký spád zvyšuje průtok na straně horkovodu, čímž narůstá dimenze potrubí i jednotlivých armatur. Navíc teplárny požadují větší vychlazení zpátečky. Bez znalosti konkrétních podmínek Liberecké teplárny se jedná jen o spekulaci, ale většina výrobců tepla snižuje v letním období teplotu v distribuční síti. To má dopad na ohřev TV, kdy musí být výměník dimenzován na teplé straně na teplotu v létě, jinak bude mít výměník nedostatečný výkon.
- 3) Ohřev TV – přestože jsou v projektu navrženy jednotlivé komponenty ohřevu TV, není návrh podložen bilancí teple vody a samotným výpočtem velikosti zásobníků. Vzhledem k velkému možnému výkonu předávací stanice bych osobně volil spíše variantu s menším akumulacím objemem a vyšším výkonem (tento bod není chybou, ale je jen názorem oponenta a opačný přístup může mít své opodstatnění). Pokud je volena varianta se samostatným výměníkem pro ohřev TV, není důvod oddělovat ohřev TV od teplovodu meziokruhem („okruh pro ohřev TV“). Zdůvodnění pro toto řešení není v práci zmíněno a proto ho považuji za zbytečné.
- 4) Nevhodně zvolený a uvedený teplotní spád pro VZT 80/60°C (ve schématu). V selekci jednotek je vypočtený spád 80/20°C, což již může způsobovat problém s protimrazovou ochranou výměníků. Řešením by bylo zvolit nižší teplotu na přívodu a snížit dt na výměníku VZT (při zachování stejné střední teploty např. 60/40°C). Výstupní teplota na zdroji 80°C je z dnešního pohledu zbytečně vysoká. Navíc v případě deskových výměníků ZZT je otázkou, jak budou výměníky odmrazovány, což má dopad i na požadovaný výkon ohřivačů.
- 5) Průtok a teplotní spád na studené straně výměníku pro otopnou soustavu neodpovídá součtu průtoku na patách jednotlivých větví. Pro příklad pata větve pro PDL má spád 80/30°C a ne 80/60°C.
- 6) Pro okruh podlahového vytápění je nevhodně zvolené zapojení směšování. Velký rozdíl teplot 80 vs. 40°C způsobí výrazné snížení regulační schopnosti trojcestného ventilu. Z celkového průtoku větve 29 m³/h jde ze zdroje pouze cca 5,9 m³/h. Rovněž bych za nevhodný označil velký rozdíl mezi dimenzí potrubí DN125 a dimenzí oběhového čerpadla DN40.
- 7) Expanzní a odplynovací čerpadlový automat musí být napojen dvěma trubkami namísto jednou. Před výměníkem jsou v sérii 3 filtry, což lze označit za předdimenzované. Naopak chybí magnetický odlučovač kalu.

- 8) Byty – trasování rozvodů přes jiné bytové jednotky je problematické (řešením by bylo například více stoupacích potrubí). Z půdorysu není zřejmé umístění měřicích a regulačních bodů. Využití stěnového vytápění je poměrně netradiční, ale ve své podstatě správné. Teplotu na přívodu podlahového vytápění by bylo vhodné optimalizovat, aby se snížil spád jednotlivých smyček – optimálně 5-8K – v projektu až 17K.
- 9) Není řešena ochrana proti zamrznutí přívodů k ohřivačům VZT vedených na střeše objektu. Kromě dvou případů chybí zkrat před směšovací uzlem VZT.

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.

Diplomová práce rozpracovává všechny body dané zadáním, a to v různém stupni podrobnosti. Zadání práce bych označil za průměrně náročné.

Praktické části bylo věnováno nepoměrně více času než teoretickému rozboru, který byl zpracován poměrně stručně. Volba následně rozpracované varianty zdroje tepla a koncových prvků se opírá pouze o osobní názor, byť ve své podstatě správný. Očekával bych zahrnutí některého z alternativních zdrojů tepla a ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant.

Projekční část je zpracována poměrně detailně, ale vzhledem k nedostatku projekčních zkušeností nemůže být projekt bez nedostatků. Postup práce byl zvolen správně a projekt je poměrně dobře kontrolovatelný.

Doplňující otázky k obhajobě:

- 1) Vzhledem k vyšší úrovni bydlení by se dalo 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) některého z alternativních zdrojů, které by umožňovalo rovněž i chlazení?
- 2) Jaký z koncových prvků byste zvolil pro ty nejdražší byty, který by byl vhodný jak pro vytápění, tak i chlazení.
- 3) Jak by vypadalo schéma zapojení ohřevu TV předávací stanicí bez vloženého meziokruhu?
- 4) Jaké řešení směšovacího uzlu by bylo vhodnější v případě, že je velký rozdíl mezi výstupní teplotou ze zdroje a požadovanou teplotou na výstupu ze směšovacího uzlu? Popište proč.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 31.1.2021

Podpis: Ing. Vojtěch Beneš