

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Využití odpadního tepla z výpočetní techniky</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. David Staněk</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta stavební (FSv)
<b>Katedra/ústav:</b>	K125 Technická zařízení budov
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Petr Kotek, Ph.D
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	EnergySim s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zvolené téma využití odpadního tepla z výpočetní techniky je velmi aktuálním tématem v době celosvětové snahy o úspory energie jak na straně obálky budovy, tak především na straně technologii použitých v objektu. Odpadní teplo z výpočetní techniky je v převážné části tuzemských aplikací řešeno pouze na straně odpadního vzduchu z chlazení, kdy dochází k dalším energetickým nárokům na chlazení a tedy i ztrátám možného potenciálního tepla. Autor práce si je těchto ztrát a energetických nároků na chlazení IT vědom a v diplomové práci se zaměřuje na přímé chlazení IT techniky pomocí vodního oběhu.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
Autor splnil zadání ve všech ohledech. Úvod práce obsahuje detailní rešerši řešení chlazení IT techniky, čerpá ze zahraniční literatury, předkládá komplexní pohled na celosvětový trend energetických nároků na výpočetní techniku obecně a s tím spojené nároky na chlazení těchto datových center. Pro demonstraci využití a efektivnosti tohoto principu sestavil vlastní výpočetní nástroj pracující v hodinovém kroku a aplikoval výpočet na příkladu vytápění a přípravy teplé vody pro bytový komplex Park Hloubětín.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Samotná aplikace vodního chlazení IT techniky obnáší především odlišné hardwarové vybavení datových center. Za předpokladu, že by byla tato technologie běžnou praxí za cenu „standardního“ IT vybavení chlazeného vzduchem, lze autorem vytvořeným výpočetním nástrojem stanovit efektivnost využití datové centra v praxi v reálném provozu. Ve své podstatě jsou následné výpočty a postupy popsány v DP jednoduché a lze k technologii přistupovat jako k vytápění elektrokotlem určitého výkonu v kW bez možnosti regulace, který topnou vodu o teplotě cca 65°C předává do topného systému a do systému přípravy teplé vody celoročně 24/7. Autor ve své práci popsal nejen ekonomickou efektivnost tohoto systému, ale také environmentální a komentuje životní cyklus (LCA) zvoleného principu a dopad na globální oteplování (GWP aj.).	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomová práce je na vysoké úrovni a přináší nový pohled na chlazení datových center, které na území ČR není prozatím využíváno. Autor si díky rešerši udělal komplexní nadhled nad systémy a obsahem datových center, zmapoval možnosti využití nízkopotenciálního tepla a vyhodnotil, že nejjednodušším principem je přímé využití tepla do topného systému. Díky svým teoretickým znalostem sestavil excelovský výpočetní nástroj nejen pro výpočet potřeby tepla na vytápění a pro výpočet potřeby teplé vody, ale také pro sestavení využitelnosti tohoto principu chlazení IT. Sestavil také principiální schéma	

zapojení tohoto chlazení do systému ústředního vytápění a přípravy teplé vody na konkrétní teoretické aplikaci vytápění bytového domu.

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**A - výborně**

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

Jak jazyková tak typografická úprava je na výborné úrovni. Autor v řadě případů používá odborné termíny nejen z oboru vytápění, ale také z oboru IT.

## Výběr zdrojů, korektnost citací

**B - velmi dobře**

*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.*

Autor v rámci rešerše čerpal nejen z tuzemské literatury a norem, ale také v řadě případů ze zahraniční literatury. Pro úplnost autor navštívil i řadu tuzemských aplikací největších datových center v ČR a diskutoval navržené řešení v praxi s odborníky v oboru IT.

Z výčtu norem chybí jen odkaz na zákon č. 165/2012 Sb., kde autor komentuje možný prodej tepla z datových center do SZTE.

## 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.*

Z pohledu oponenta je hlavním výstupem DP výpočetní nástroj, který pro zvolenou aplikaci vodního chlazení datového centra a objektu, v kterém by byl systém integrován, stanoví ekonomickou a ekologickou efektivnost řešení.

Výpočetní nástroj pracuje v hodinovém kroku s klimatickými daty pro Prahu (tzv. TRY rok 1995), uživatel si může zadat svůj konkrétní objekt, který je ve srovnávací variantě vytápěn uživatelem zvoleným způsobem vytápění tzv. referenční stav.

Po zadání konkrétní velikosti datového centra sw dopočte provozní náklady na provoz IT, na základě zvoleného bodu „bivalence“ dopočte energii využitou z datového centra a potřebnou energii z bivalentního záložního zdroje pro vytápění a přípravu teplé vody. Uživatel pak může hledat optimum pro návrh, kdy je hlavním mezníkem letní období, kdy teplo z IT lze využít pouze na teplou vodu a zbytek musí být suchým chladičem odvedeno klasickým konvenčním způsobem chlazení.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Autor ve své práci skloubil teoretické znalosti v oboru tepelné techniky, stavební fyziky a znalosti v oblasti požadavků chlazení datových center. Práce je na velmi vysoké úrovni a přináší nový pohled na hledání úspor energie ve dvou odvětvích zároveň – stavebnictví a IT.*

#### Otázka:

- *Vysvětlete pojem dynamického chování budov, a jak se mohou výsledky lišit od „statického“ hodinové výpočtu naprogramovaného v prostředí MS excel.*
- *Vysvětlete za jakých podmínek lze prodávat teplo do SZTE z vlastního zdroje, kterým by mohlo být datové centrum.*
- *Vysvětlete výši zvolené diskontované sazby 15% pro výpočet diskontované doby návratnosti.*

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 10.6.2019

Podpis: 