

# POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Autor: Bc. Polina Kim**

**Název: Chlazení LED zdroje světla vzduchem**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Barták, Ph.D.**

**Oponent: Ing. Petr Zelenský, Ph.D.**

## Zadané téma

Podle zadání měla diplomantka vypracovat tepelně-technický návrh chladiče pro LED zdroj světla v zařízení pro optickou kontrolu elektronických desek od výrobce Wickon Hightech s.r.o. Měla optimalizovat geometrii chladiče tak, aby byly zlepšeny požadované provozní charakteristiky zařízení. Pro parametrickou optimalizaci chladiče měla použít nástroje simulačního softwaru ANSYS.

Téma považuji za důležité pro rozšíření teoretických i praktických poznatků o možnostech parametrické optimalizace s využitím CFD simulací. Na získané poznatky lze navázat při zpracování parametrických studií obdobných zařízení, jsou však aplikovatelné i obecně v technických úlohách. Mohou tak podpořit využití CFD simulací v praxi. Poznatky související s optimalizací chladiče jsou pak využitelné přímo výrobcem zařízení, případně i při návrhu jiných chladičů. Zvolená metoda (CFD modelování a simulace) je vhodná pro řešení zkoumaného problému a klade na diplomantku nároky přiměřené absolventce magisterského studia Fakulty strojní ČVUT v Praze.

## Obsah práce

Předložená diplomová práce má celkem 60 stran včetně příloh. V úvodu autorka čtenáře stručně uvádí do řešené problematiky a na základě uvedení širších technických souvislostí demonstruje důležitost provedené studie.

Následující tři kapitoly jsou věnovány poznatkům z literatury. V kapitole 2 je popsán princip funkce LED diod a možnosti odvodu nežádoucího tepla generovaného během jejich provozu. Detailně jsou popsány faktory ovlivňující účinnost chladičů. Kapitola 3 je věnována přístupům k optimalizaci chladičů, vč. příkladů z odborné literatury. V kapitolách 4 a 5 je popsáno řešení přenosu tepla přirozeným prouděním pomocí analytických vztahů a CFD simulací. Kapitola 6 je pak zaměřena na popis optimalizačních metod v softwaru ANSYS.

Praktická část diplomové práce je rozdělena na 4 oddíly: (i) v kapitole 7 je detailně popsán řešený technický problém; (ii) kapitola 8 uvádí návrh chladiče na základě analytických vztahů; (iii) kapitola 9 popisuje postup řešení s pomocí CFD simulací, včetně validace modelu na základě provedeného měření a navazující parametrické optimalizace; (iv) kapitola 10 uvádí podrobnou diskusi výsledků. V závěru práce je stručně shrnut celý postup řešení provedené numerické studie, nejdůležitější získané poznatky a doporučení autorky pro navazující práci. Uvedené informace jsou srozumitelné a mohou být použity v praxi i v dalších numerických studiích zaměřených na řešení obdobné problematiky.

Téma práce má praktický charakter. Diplomantka zpracovala parametrickou studii chladiče technického zařízení s využitím programů ANSYS (SpaceClaim, ANSYS Meshing a ANSYS Fluent). Získané výsledky vyhodnotila a provedla jejich diskusi. Obsah práce je vyvážený, vlastnímu řešení autorka věnuje v textu přibližně poloviční prostor z celé diplomové práce. Diplomantka ukázala, že je schopna samostatně zvládnout zadanou problematiku v rozsahu, který splňuje nároky na diplomovou práci v magisterském studiu.

## Připomínky k práci

Text práce je srozumitelný a jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují. Po formální stránce práce vykazuje drobné nedostatky. Jedná se o ojedinělé gramatické a stylistické chyby, které však nemají žádný vliv na srozumitelnost textu. V praktické části diplomové práce neshledávám žádné vážnější nedostatky.

Z drobných chyb, na straně 6 jsou uvedeny chybné jednotky teplotní vodivosti materiálů hliník a měď. Na straně 25 uvádí autorka střední teplotu pro analytický výpočet rozteče žebër chladiče 34,4 °C, přičemž střední teplota vychází o 1 K méně. Na straně 37 v grafu Figure 10.1. je neúplná popiska křivek.

Jediným závažnějším nedostatkem diplomové práce jsou chybějící odkazy v textu na prezentované obrázky, kdy jen minimum obrázků je v textu zmíněno. V řadě případů to nemá vliv na srozumitelnost práce vzhledem k tomu, že obrázky přímo následují text, který s nimi souvisí. Nicméně např. v případě Figure 3.3. a Figure 3.4. na straně 11 je nutné rozklíčovat dle uvedených referencí na odbornou literaturu ke kterému paragrafu se grafiky váží a co je zobrazují. V případě Figure 9.1. by pak bylo vhodné, kromě odkazu na obrázek, v textu také zobrazenou grafiku lépe popsat, apod.

### **Doporučení pro rozpravu**

1. V diplomové práci je pouze jeden grafický výstup z provedených CFD simulací, a to Figure 10.2. Žádám proto diplomantku, aby v rámci obhajoby své práce prezentovala doplňující grafické výstupy, a to ideálně z úlohy s optimálním řešením chladiče. Bylo by vhodné ukázat např. teplotní pole a vektorové pole rychlostí v řezu úlohy rovinou procházející středem chladiče, detail proudění v mezní vrstvě apod.
2. Diplomantka v kapitole 8 popisuje návrh chladiče s pomocí analytických vztahů nalezených v odborné literatuře. Dále však v diplomové práci chybí porovnání a diskuse výsledku tohoto výpočtu s výsledkem provedené parametrické optimalizace. Žádám diplomantku, aby porovнала výsledek analytického výpočtu s výsledkem parametrické optimalizace včetně stručné diskuse, v čem se navržené chladiče liší (rozteč žeber vychází v obou případech podobně). Dále žádám diplomantku ať stručně uvede výhody a nevýhody řešení pomocí parametrické CFD studie ve srovnání s analytickým řešením.

### **Celkové hodnocení**

Obsah práce je vyvážený, text je přiměřeně doplněn grafickými výstupy. Rozbor výsledků je logický, s vyvozenými závěry souhlasím. Diplomantka se dopustila jen drobných chyb, které by neměly nijak ovlivnit dosažené výsledky, ani využití výsledků diplomové práce pro další výzkum a také v praxi. Zadáni práce bylo splněno. Navrhuji celkové hodnocení:

**A ( výborně )**

V Praze 12. června 2024

Ing. Petr Zelenský, Ph.D.