

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vyhodnocení přípustnosti vad odporových bodových svarů pomocí termografického měření
Jméno autora:	Pavel Mach
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav strojírenské technologie
Oponent práce:	Jan Kovář
Pracoviště oponenta práce:	Workswell s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce lze jednoznačně považovat za náročnější až náročné. Student při realizaci jednotlivých úkolů práce musel prokázat znalosti z řady oborů (strojírenská technologie, vytěžování dat, obrazová analýzy, bezdotykové měření teploty a termografie, defektoskopie), které v některých případech i přesahují jeho studijní zaměření, a vhodným způsobem tyto znalosti integrovat v jeden celek. Zadání předpokládá rozsáhlou teoretickou přípravu, provedení časově náročných experimentů i seznámení se s novou přístrojovou a měřicí technikou.	

<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>	
Zadání bylo zcela splněno a je obsáhlým způsobem diskutováno v závěru práce. Práce směřuje správným směrem a dalších výsledků je možné dosáhnout jen prostřednictvím dalších měření, které přesahují ale již časové možnosti diplomové práce.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup je odpovídající vzhledem ke stanoveným cílům práce. To je ostatně vidět z velmi dobře rozpracovaného závěru. Z práce je zřejmé, že student při realizaci tohoto postupu musel prokázat výborné schopnosti domluvit se s dalšími techniky, kteří měli pod správou danou laboratoř, měřicí přístroj apod. To hodnotím velmi kladně, neboť bez této schopnosti není možné v současné době splnit náročnější úkol, který je vždy závislý na kooperaci i s dalšími odborníky.	

**Odborná úroveň**

**A - výborně**

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Student integruje znalosti z různých oborů a pracuje s nimi tak, aby došel k novým závěrům, které se týkají vyhodnocení bodových odporových svarů za použití těchto metod. Velmi dobrou teoretickou přípravu ukazuje rozsáhlá teoretická část práce. Té lze vytknout pouze to, že by zde mohly být uvedeno více informací k problematice a pojmového aparátu klasifikace dat a strojového učení a s těmito informacemi pak i lépe a především úplněji pracovat v textu a/i při hodnocení výsledků měření a navržení algoritmů klasifikace.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

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

Formální úroveň je výborná. Práce obsahuje dostatečné množství ilustrací, které vhodně dokreslují jak teoretickou, tak především praktickou část práce. Tyto ilustrace jsou vhodným způsobem okomentovány a případně je uvedena i citace. Matematické vztahy jsou správně očíslovány a vztahovány v textu. Sazba splňuje nároky odpovídající diplomové práci, přesto lze najít nedostatky jak formální, tak stylistické. K těm formálním jde například o různé způsoby zápisu vztahů (například  $\epsilon=1 \times \epsilon = 1$ ). Za rovnicí často chybí čárka nebo tečka, ve vztazích a uvedených hodnotách často nejsou správně dodrženy mezery. Zde autora práce odkazují například na knihu Karel Wick, *Pravidla matematické sazby*. Vydavatelství Academia, Praha, 1966, nebo na online text: <http://user.mendelu.cz/marik/inzmat/chyby/>  
Jazyková úroveň je velmi dobrá. Vedle několika překlepů je nejčastější chybou jen chybějící čárka v souvětí.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjáďte 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.*

Citace jsou provedeny korektně a v dostatečném rozsahu. U obrázků i fyzikálních vztahů je uvedena citace, případně původ. U některých citací by bylo vhodné doplnit konkrétní stranu. U citace [2] je překlep v uvedených autorech.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjáďte 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.*

Výborná práce, která shrnuje poznatky z několika oborů (defektoskopie, termografie, bezdotykové měření teploty, klasifikace dat) a dochází k novým závěrům v oblasti vyhodnocení kvality bodových svarů, a to za kombinaci několika různých defektoskopických metod s velmi odlišným fyzikálním principem.



### 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.*

Výborná práce, která shrnuje poznatky z několika oborů (defektoskopie, termografie, bezdotykové měření teploty, klasifikace dat) a dochází k novým závěrům v oblasti vyhodnocení kvality bodových svarů. Při vyhodnocení dat jsou správně použity metody strojového učení a jejich další a rozšířenější využití představuje možné pokračování práce. Zvolený postup odpovídá požadavkům na dosažené cíle práce. Zadání bylo zcela splněno a je obsáhlým způsobem diskutováno v závěru práce. Formální i jazyková úroveň práce je velmi dobrá. Rozsah textové části práce i jednotlivých měření přesahuje nároky kladené na diplomové práce. Velmi pozitivně hodnotím časově náročnou práci v laboratoři, ale i skvělou spolupráci s dalšími odborníky a vysokou úroveň komunikativnosti.

Student dochází k netriviálnímu závěru „Z daných výsledků ale spíše vyplývá, že princip vyhodnocení pomocí termografie nespočívá v přímém odhalení daných vad, ale v zaznamenání odchylek svařovacích parametru od běžných standardů, které tyto vady způsobují.“

Otázky:

- 1) Jaké další experimenty doporučujete ke zpřesnění vámi dosažených závěrů?
- 2) Jakým způsobem navrhujete tvorbu učící/trénovací a testovací množiny (viz závěr práce) v běžné strojírenské praxi? Jaká zde vyplývají provozní omezení?
- 3) Pro který typ provozu je použití termografie, dle vašich závěrů a získaných zkušeností, pro vyhodnocení bodových odporových svarů, vhodné?

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

Datum: 16.8.2019

  
Podpis: Ing. Jan Kovář, Workswell s.r.o.