



ZVONÍČKOVA NADACE

Fakulta strojní ČVUT v Praze

27. ročník soutěže o nejlepší diplomové práce
magisterských studijních programů Fakulty strojní ČVUT v Praze
obhájené v období únor a září 2021

Přehled oceněných prací



Ing. Petr Pícha

Úprava vedení beranu kovacího lisu CKVX 315/400

Vedoucí práce: doc. Ing. Antonín Bubák, Ph. D.

Pracoviště: Ústav výrobních strojů a zařízení

Cíle práce:

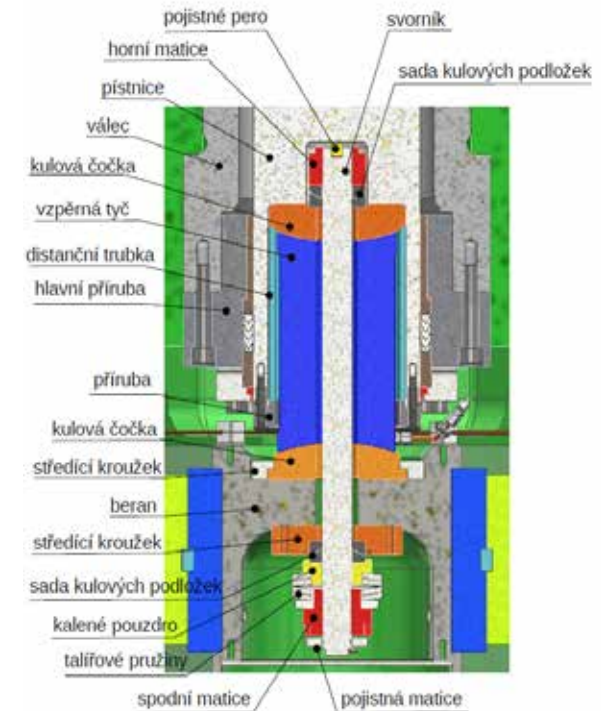
- Úprava uchycení lisovních válců k beranu.
- Úprava vedení beranu.

Motivace práce:

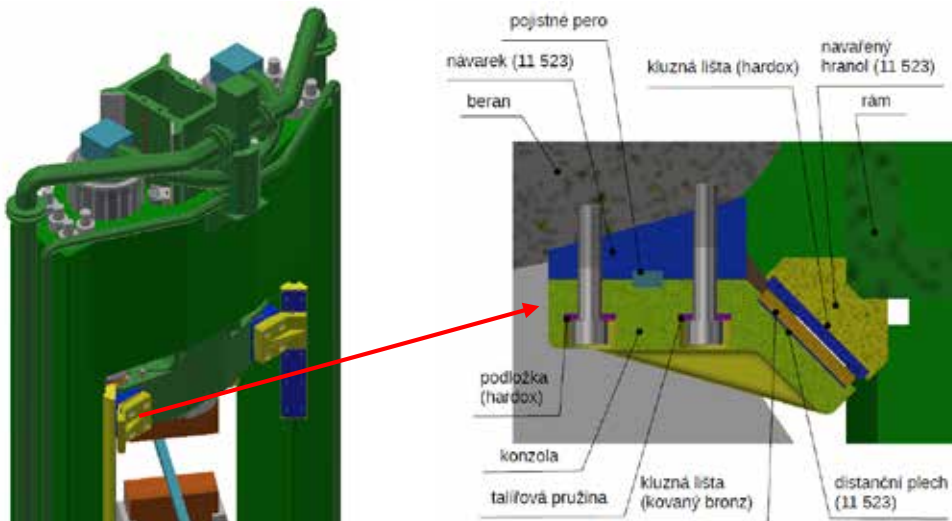
- Zvýšení provozní spolehlivosti lisu (zachování funkčních řešení a odstranění problematických).
- Uzpůsobení konstrukce lisu novým technologickým požadavkům:
 - o technologie překovávání tyčí za tepla,
 - o frekvence zdvihů beranu 40-60 [1/min].

Výsledky práce:

- Proběhla analýza příčin častých poruch uchycení lisovních válců k beranu lisu (šroubového spoje).
- Byla navržena konstrukční úprava uchycení válců k beranu (viz. Obr. 1), která se u zadavatele diplomové práce uplatnila v plném rozsahu, tzn. díly byly vyrobeny podle vytvořené výkresové dokumentace (viz. Obr. 2).
- Proběhl návrh úpravy vedení beranu (viz. Obr. 3), který vedl ke snížení reakčních sil ve vedení. Návrh je možné využít v rámci budoucí modernizace lisu CKVX 315/400, pokud si to bude zákazník přát.



Obr. 1: Navržená úprava uchycení pístnic k beranu – vložený binární člen.



Obr. 3: Navržená úprava vedení beranu – do „X“ (kombinované).

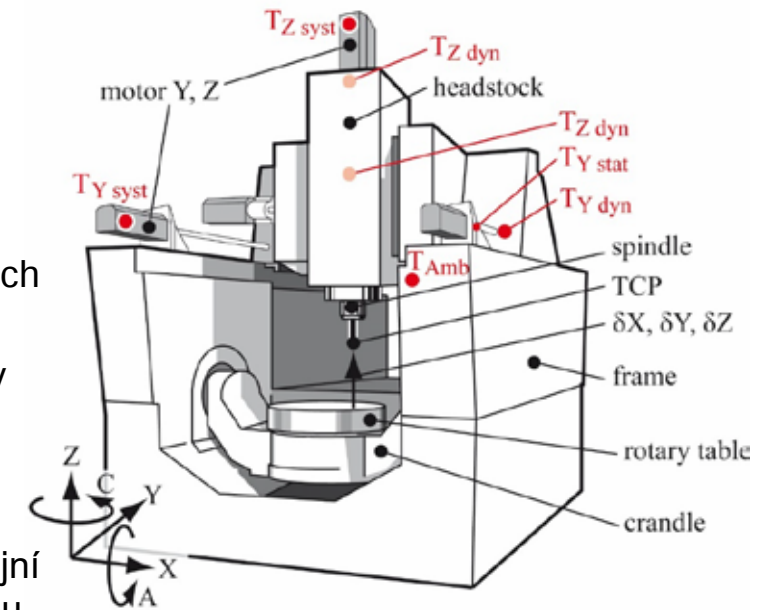


Obr. 2: Úprava uchycení lisovních válců k beranu. Vlevo: úprava pístnic pro vložení binárního členu. Vpravo: kompletní sestava lisovního válce s binárním členem.

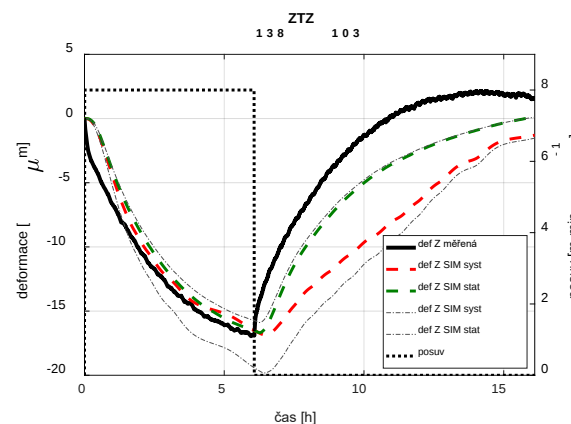
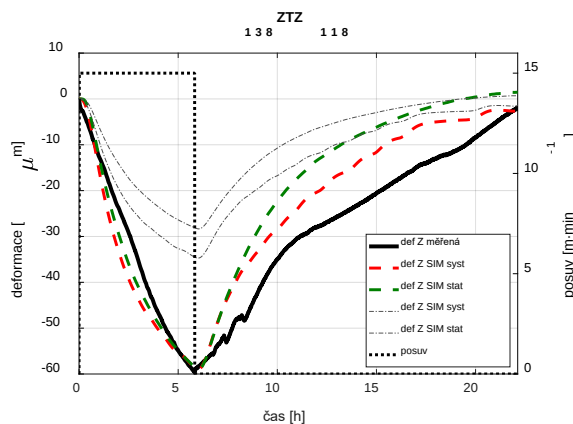


Hlavní výsledky práce:

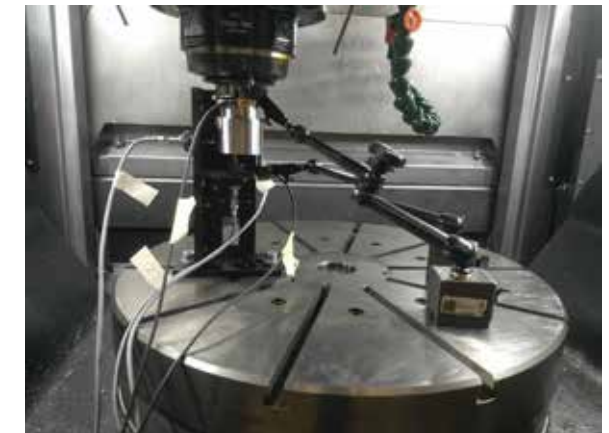
- **Různé teplotní vstupy** do kompenzačního modelu teplotních chyb (pro TCP a fázi ohřevu) iniciovaných **pohybem lineární strojní osy** dosahují **podobné a dostačující aproximační kvality** pro potřeby kompenzace
 - Umístění teplotních senzorů: *vinutí motoru* (T_{syst}), *matice* (T_{dyn}) a *ložisko uložení kuličkového šroubu* (T_{stat}) *lineární pohybové osy stroje*
- Obecně nelze určit **nejvhodnější teplotní vstup** (nutné porovnat kvality jednotlivých vstupů separátně pro každou danou strukturu zvlášť)
- Sestavené modely **jsou částečně přenositelné** mezi stroji stejné produktové řady s nutnou korekcí pro každý stroj zvlášť
→ **redukce časové náročnosti** pro výrobce stroje oproti nutnosti vývoje zcela nového kompenzačního modelu
- Teplotně-mechanické **chování** stroje pod teplotní zátěží pohybující se lineární strojní osy Y **je složitější** než při pohybu v ose Z, nicméně generované teplotní chyby jsou velmi malé (jednotky μm) a **nemají zásadní vliv** na výslednou výrobní přesnost stroje
- Směr dalšího výzkumu: *zahrnutí fáze chlazení a vlivu řezného procesu, zaměření se na dlouhodobou stabilitu kompenzačního modelu (dizertační práce)*



Základní struktura měřeného stroje; červeně přibližná poloha umístění teplotních senzorů



Časový průběh měřené a simulované deformace; barevné křivky vynásobeny korekčním součinitelem



Umístění senzorů deformace během měření



Ing. Adolf Valášek

Analýza vlivu dílčích chyb nosných dílců celkovou dosažitelnou přesností

Vedoucí práce: Ing. Jan Smolík, Ph.D.

Pracoviště: Ústav výrobních strojů a zařízení

Hlavní výsledky diplomové práce

- Byl odvozen výpočet přenosu chyby přímosti z kolejnice na suport
- Byl vytvořen generátor náhodných chybových profilů přímosti při zadané toleranci, který umožňuje studovat statistické vlastnosti simulačních modelů
- Sestavená lineární osa má dvakrát lepší přímost, než je dílčí přímost podkladových ploch kolejnic (v 90% případů, za popsanych předpokladů, s použitím zmíněného generátoru, 50 000 vzorků)
- Pro sadu naměřených 21 chyb třísového stroje (dle ISO 230-1) byl sestaven model přepočtu na celkovou volumetrickou chybu (jako vzor byl použit stroj MCV 754 Quick)
- V modelu volumetrické chyby lze měřená data nahradit simulovanými daty z generátoru
 - Získává se tak model generující stroje s náhodnými chybami, kde jsou vstupem jednotlivé tolerance přímosti podkladových ploch stroje
- S tímto modelem lze předvídat celkovou volumetrickou přesnost modelovaného stroje (srovnávacím parametrem mezi stroji se volí maximální volumetrická chyba stroje)
- Změnou vstupních tolerancí a porovnáváním výsledků byla provedena citlivostní analýza jednotlivých vstupních tolerancí (pro každou změnu odsimulováno 50 000 vzorků)
- Výsledek práce: dominantní vliv mají tolerance přímosti na čelních usazovacích plochách kolejnic (na daném stroji)
- Použití: optimalizace nákladů a/nebo přesnosti stroje úpravou tolerancí (zprůsnění dominantních tolerancí, uvolnění méně důležitých tolerancí)



Ing. Lubomír Fojta

Využití výpočetní tomografie pro vyhodnocování textury povrchu

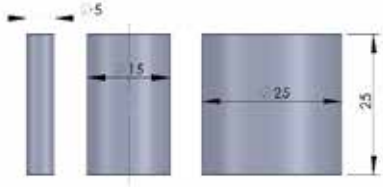
Vedoucí práce: Ing. Libor Beránek, Ph.D.

Pracoviště: Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Cílem práce je ověření aplikačního potenciálu výpočetní tomografie pro vyhodnocování textury povrchu. Dílčími úkoly byly návrh a výroba zkušebních těles, návrh metodiky vlastního CT měření a stanovení drsnosti povrchu vyrobených vzorků. Cílem bylo také určení limitů rozlišovacích schopností použitého CT přístroje.

I. Návrh a výroba zkušebních těles

Pro zkušební tělesa byl vybrán válcový tvar, z důvodu jednoduchosti výroby a konstantní tloušťky vzorku. Pro realizaci tak byla zvolena technologie třískového obrábění soustružení, kterou byly vyrobeny tři sady zkušebních těles. Každá sada byla soustružena z tyčového polotovaru, odlišného materiálu o délce 25 mm a průměrech 5; 15 a 25 mm. Aby bylo dosaženo odlišných hodnot textury soustruženého povrchu, byly zvoleny odstupňované hodnoty strojních posuvů pro každý průměr a materiál (0,05, 0,15, 0,25, 0,35, 0,45 mm/ot). Celkem tedy bylo zhotoveno 45 ks válcových vzorků z oceli, slitiny hliníku a plastu, které se od sebe vzájemně odlišují materiálem, velikostí vnějšího průměru a dosaženými parametry drsnosti povrchu.

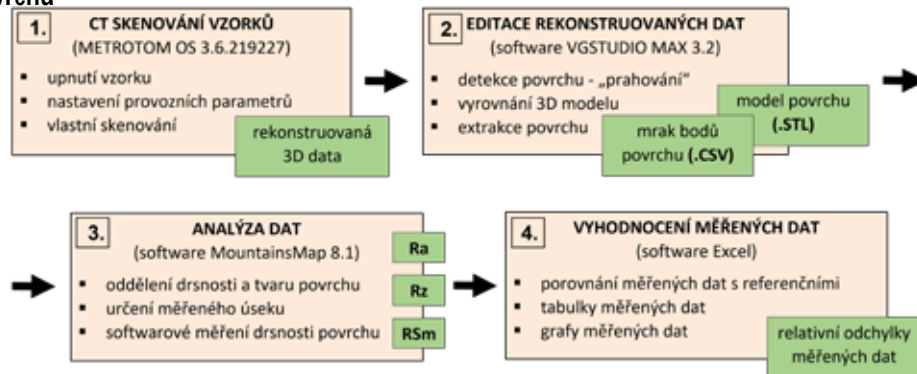


Materiál	Označení	ρ [kg/m ³]
Ocel	X10CrNiS18-9 (17 243, 1.4305, AISI 303)	7 900
Slitina Al	EN AW-7075 (AlZn5,5MgCu)	2 800
Plast	PVC-U novodur®	1 440

II. Volba parametrů profilu drsnosti a referenční měření

Pro vyhodnocování textury povrchu byly zvoleny tři parametry profilu drsnosti zkušebních vzorků: R_{Sm} , R_a a R_z . Referenční měření parametrů profilu drsnosti bylo realizováno dotykovým profiloměrem Marsurf LD 120. Vzhledem k periodickému profilu povrchu, byla mezní vlnová délka nastavována dle délkového parametru profilu drsnosti R_{Sm} .

III. Metodika CT měření drsnosti povrchu



Závě

Práce poskytuje základní náhled na aplikační možnosti průmyslové tomografie v oblasti hodnocení textury povrchu. Vzhledem k celkovému zadání a smyslu experimentu, bylo pro každý zkušební vzorek provedeno jedno měření. Výpočet mediánu relativních odchylek umožnil mezi sebou porovnat naměřená data z různých hledisek a ukázal celkový pohled na možnosti daného měřicího přístroje. Experimentálně byla zjištěna hraniční detekovatelná hodnota parametru profilu drsnosti $R_z \approx 10 \mu\text{m}$ s vypočteným mediánem relativních odchylek $\approx 19\%$. Při průměrné velikosti ohniska zdroje $S = 34 \mu\text{m}$ a průměrné velikosti voxelu $V_x = 29 \mu\text{m}$, se zjištěná hraniční hodnota jeví jako velmi dobrý výsledek. Závěrem lze konstatovat, že technologie výpočetní tomografie má v oblasti průmyslových aplikací velký potenciál, což se týká i jejího využití pro hodnocení textury povrchu a to zejména v oblasti kontroly dílů vyrobených aditivními technologiemi.

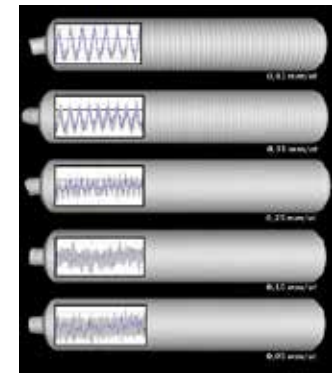
IV. Provozní parametry skenování

Vlastní experimentální měření bylo realizováno prostřednictvím průmyslového tomografu METROTOM 1500, fy Carl Zeiss. V tabulce níže jsou uvedeny parametry použité pro skenování, které byly optimalizovány s cílem dosáhnout nejlepší možné rozlišení, pro danou sadu vzorků. Se zvětšující se prozařovanou tloušťkou a s rostoucí hodnotou měrné hmotnosti použitého materiálu, je potřeba použít větších energií záření. Tím dochází ke zvětšení ohniska zdroje, voxelu a celkovému zhoršení rozlišení.

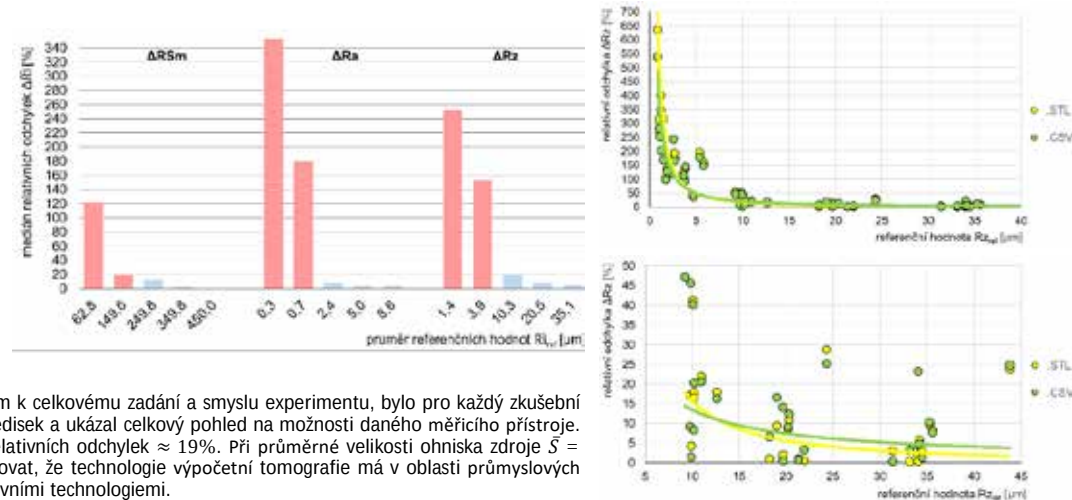
Vzorky [mm]	Napětí [kV]	Proud [μA]	Ohnisko [μm]	Osa X [mm]	Voxel [μm]	Zvětšení [-]	Integrační čas [ms]	Filtr Cu [mm]
Plast	φ 5	100	150	15	120	19,9	10,1	500
	φ 15	160	120	19	110	18,4	10,9	500
	φ 25	160	150	24	150	24,2	8,3	500
Al slitina	φ 5	190	81	15	80	14,7	14,2	1000
	φ 15	190	134	25	140	22,8	8,8	1000
	φ 25	190	197	37	200	31,4	6,4	1000
Ocel	φ 5	225	140	32	180	28,6	7,0	1000
	φ 15	225	264	59	300	45,9	4,4	500
	φ 25	225	357	80	380	57,5	3,5	2000

V.

Vyhodnocení vizualizace software MountainsMap. Stopy po nástroji jsou viditelné do hodnoty strojního posuvu 0,25 mm/ot.



Měřené parametry profilu drsnosti, byly vyhodnoceny formou relativních odchylek. Největší odchylky od referenčních hodnot vykazovaly vzorky vyrobené strojními posuvy 0,05 a 0,15 mm/ot. Tuto skutečnost naznačuje také obrázek vpravo nahoře a podrobněji ji znázorňují grafy níže. Pro celkové vyhodnocení a vzájemné porovnání dat, byly použity mediány relativních odchylek. Červeně podbarvené hodnoty na grafu níže, odpovídají vzorkům vyrobeným strojními posuvy 0,05 a 0,15 mm/ot a jsou již evidentně za hranici rozlišení tomografického přístroje.





Ing. Tomáš Kment

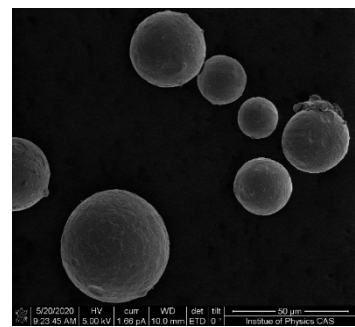
Print process parameters development for tool steel L-40 in Laser Powder Bed Fusion

Supervisor: Doc. Ing. Jana Sobotová, Ph.D.

Institute of Material engineering, Czech Academy of Sciences, CARDAM Solution s.r.o.

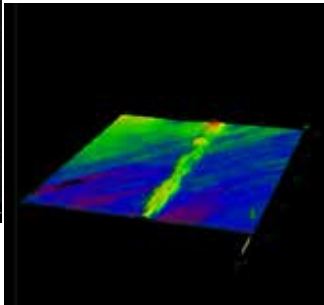
SLM (Selective laser melting) is high-end engineering 3D printing technology, which builds the part layer-by-layer from metal powder with the use of laser.

Goal of the thesis project was to find process parameters and evaluate room temperature printability for high performance tool steel L-40. Afterwards print the die tool and apply it in the HPDC manufacturing process. The results should increase the die-lifetime and process efficiency.

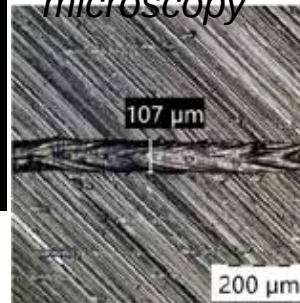


SEM
powder
analysis

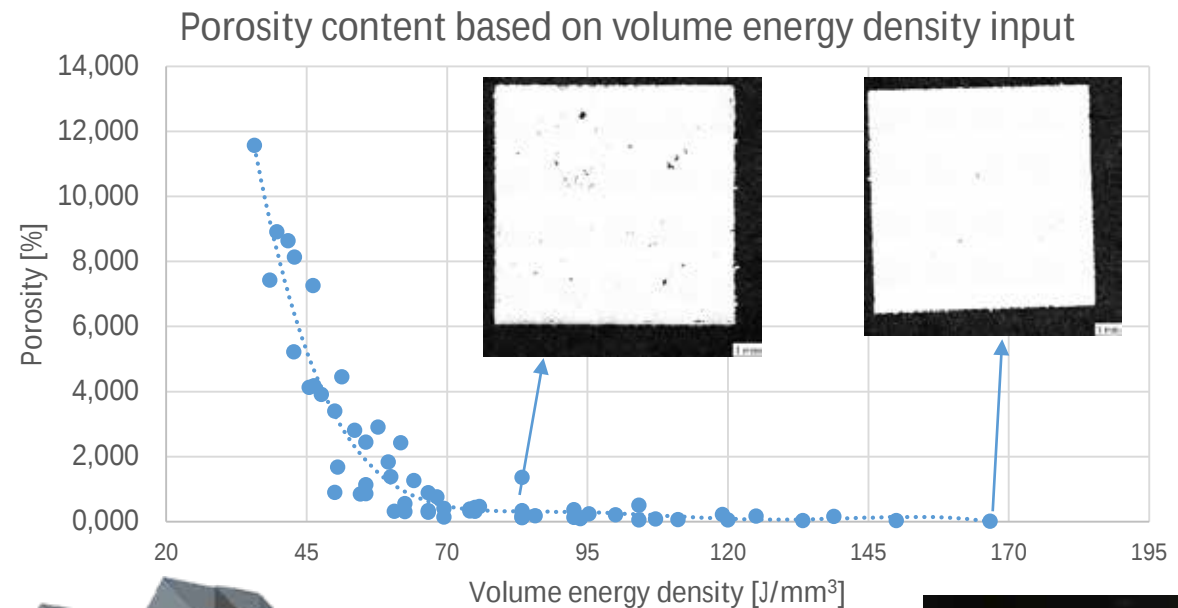
Single-
tracks



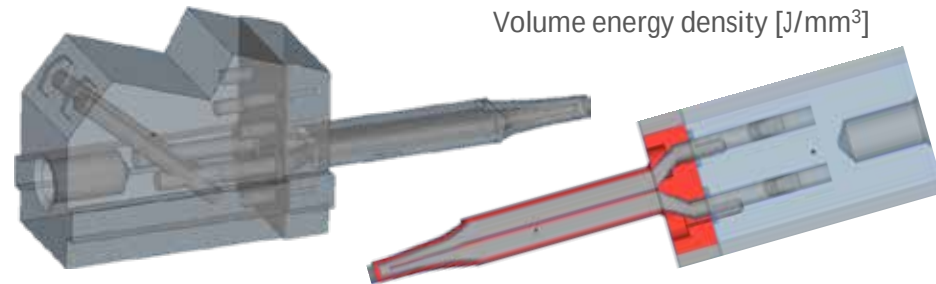
Single-tracks
light
microscopy



Gas atomized powder, single-tracks and 63 volume samples analysis was realized to identify the process parameters suitability (processing map).



Volume
samples



Conformal cooling die core for HPDC was successfully printed at the room temperature. The die will be applied manufacturing process to evaluate its properties.





Ing. Štěpán Dlouhý

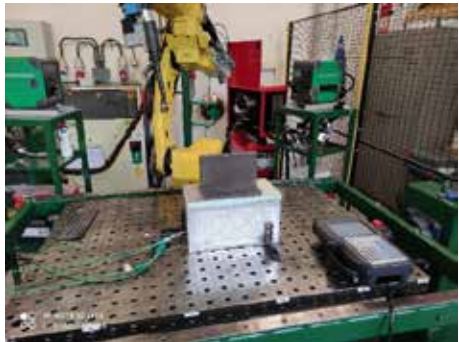
Ověření koeficientu účinnosti procesu CMT svařování

Vedoucí práce: doc. Ing. Ladislav Kolařík, PhD., IWE; Ing. Tomáš Gurčík, IWE

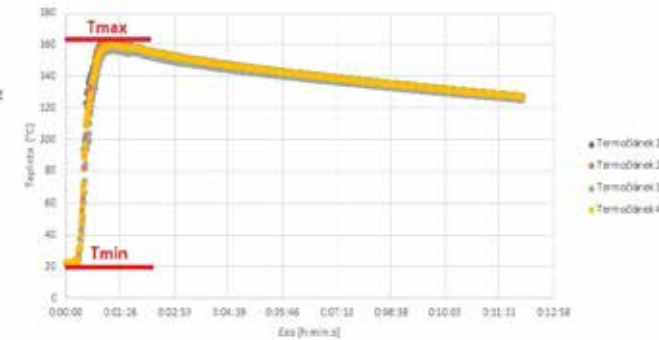
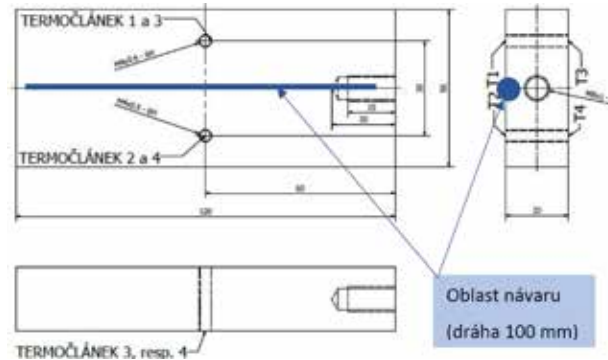
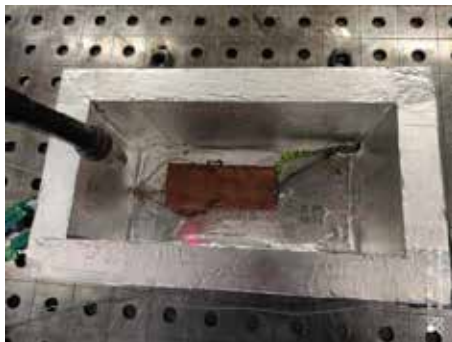
Pracoviště: Ústav strojírenské technologie

Cíl diplomové práce:

Popis výpočtu tepelného příkonu při obloukovém svařování a rešerše současného způsobu stanovení účinnosti jednotlivých metod svařování elektrickým obloukem a rozbor problematiky kalorimetrického měření účinnosti metody MAG - CMT svařování, včetně návrhu a realizace experimentu.



Ukázka experimentálního zařízení – suchý kalorimetr typu izolovaného boxu



Ukázka zkušební vzorku (včetně umístění kontrolních termočlánků a průběhu teplotního cyklu – vpravo)

Způsob řešení – experiment:

Zpřesnit výpočet koeficientu účinnosti metody svařování „k“ ze vztahu pro výpočet tepelného příkonu

$$Q = k \frac{U \cdot I}{v} \cdot 10^{-3}$$

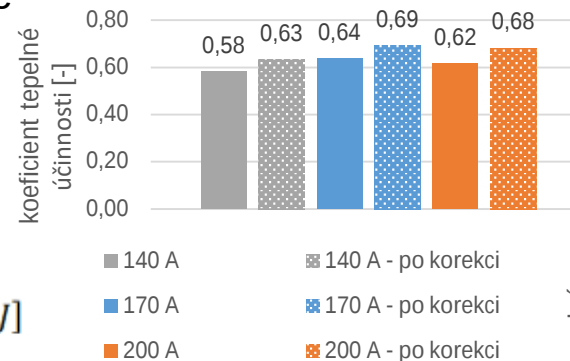
Kde: Q [kJ/mm] - vnesené teplo, U [V] – napětí na oblouku, I [A] - svařovací proud, v [mm/s] - rychlost svařování

Účinnost metody svařování C

$$\eta = \frac{Q_{\text{vzorek}}}{Q_{\text{zdroj}}} [-]$$
$$Q_{\text{vzorek}} = m_{\text{vzorek}} \int_{T_{\min}}^{T_{\max}} c_{\text{měď}} dT [J]$$
$$Q_{\text{zdroj}} = \int_0^{t_{\text{svařování}}} |U \cdot I| dt [J]$$

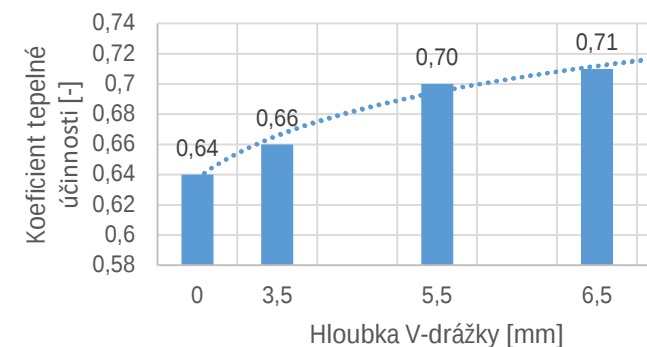
Provedeny experimentální kalorimetrická měření na mědi, oceli na oceli se změnou geometrie návarové drážky

Výsledky:



Závěr:

Naměřeny a vypočteny koeficienty tepelné účinnosti CMT svařovacího procesu pro jednotlivé varianty a proudové rozsahy.





Ing. Lucie Roubalová

Určení delaminační pevnosti lidské aorty

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Horný, Ph.D.

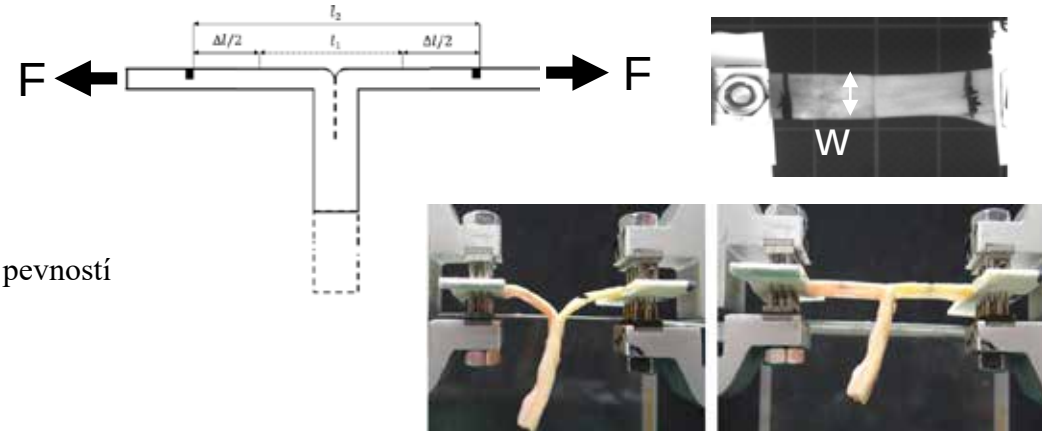
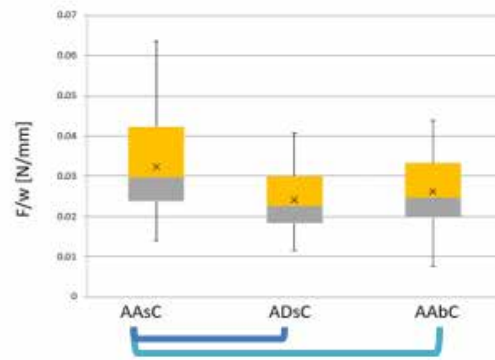
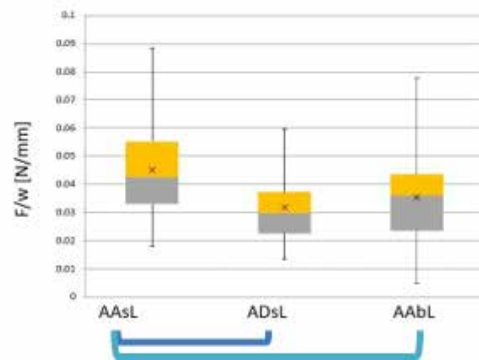
Pracoviště: Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky

Cíle práce:

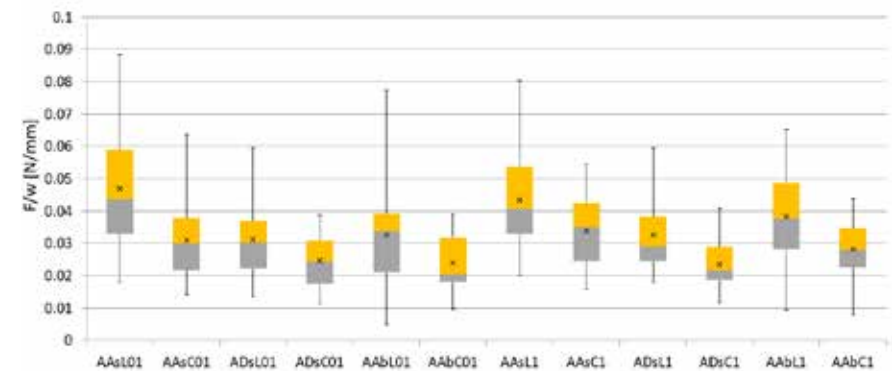
- Provést delaminační experimenty se vzorky lidské aorty (počet vzorků – 831)
- Zjistit existenci lokálních rozdílů v delaminační pevnosti
- Potvrdit / vyvrátit existenci korelace mezi stářím dárce a delaminační pevností
- Potvrdit / vyvrátit závislost orientace vzorku, rychlosti zatěžování a delaminační pevnosti

Výsledky práce:

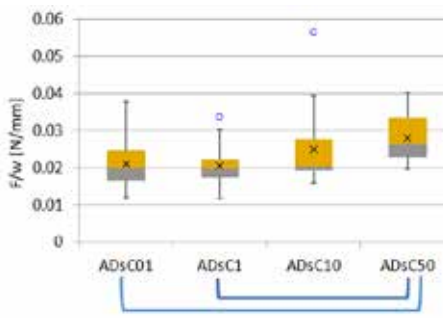
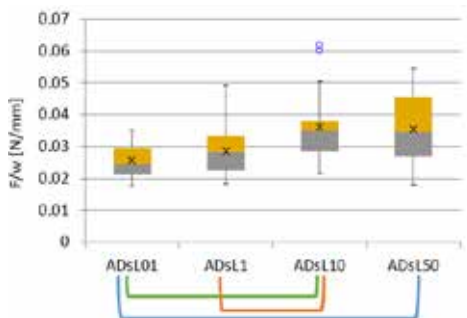
- Závislost na lokaci vzorku: Závislost prokázána (aorta vykazuje nejvyšší pevnost v ascendentní části)



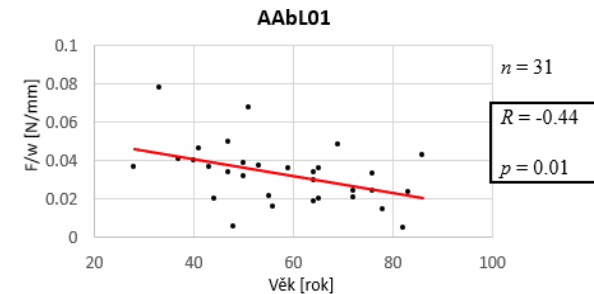
- Závislost na orientaci vzorku: Závislost prokázána (aorta vykazuje v podélném směru vyšší delaminační pevnost než ve směru obvodovém)



- Závislost na rychlosti zatěžování: Nebyla prokázána významná závislost



- Závislost na věku dárce (konkrétní vzorek): Závislost prokázána (delaminační pevnost aorty s věkem klesá)





Ing. Martin Vitoušek

Návrh a vývoj systému chytrého senzoru s využitím platformy MicroPython

Vedoucí práce: Ing. Matouš Cejnek, Ph.D., Ing. Adam Pechl

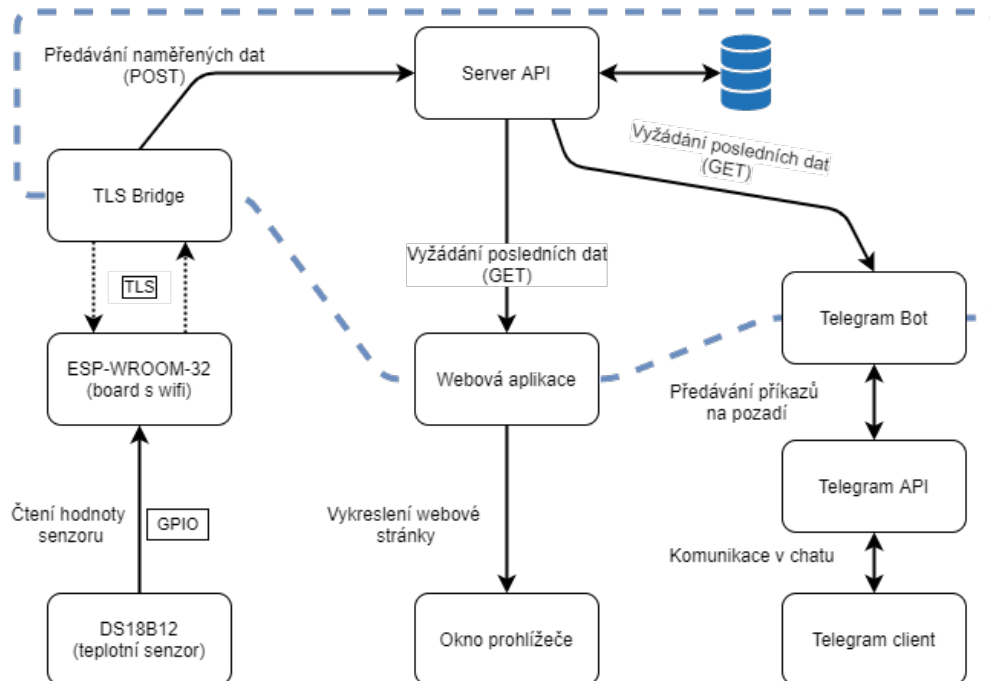
Pracoviště: Ústav přístrojové a řídicí techniky

Cíle práce:

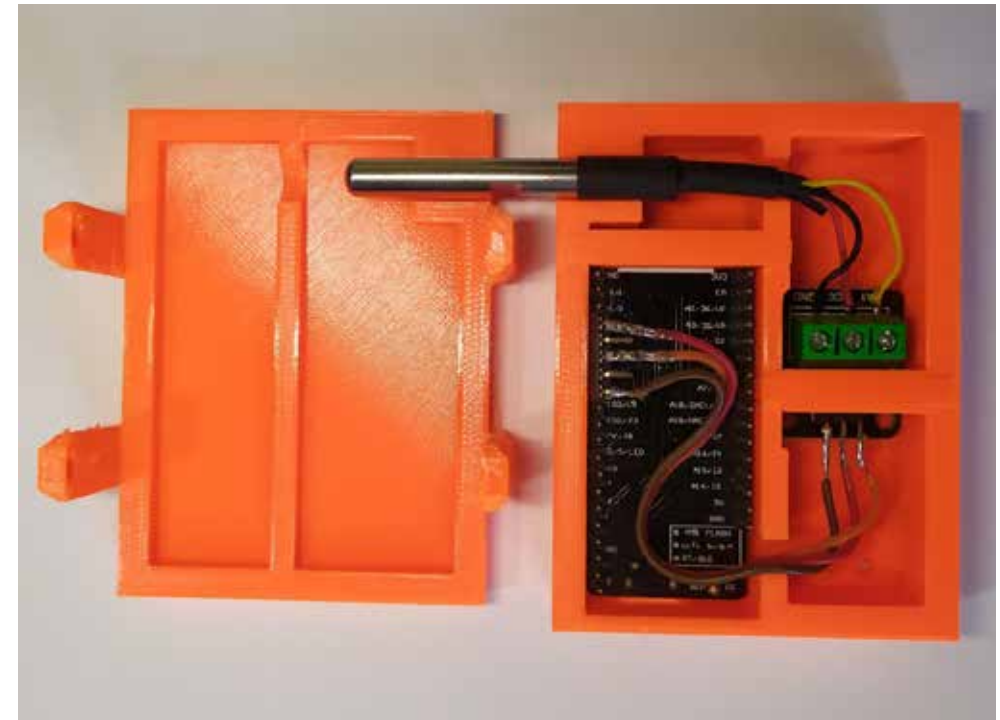
- § Návrh systému chytrého senzoru pro použití v domácnosti
- § Vytvoření levné, jednoduché a modulární alternativy k současným běžně dostupným řešením

Realizace:

- § HW komponenty – ESP32, teplotní senzor DS18B20
- § Implementace SW – Python a MicroPython
- § Komunikace desky ESP32 a serveru přes Wi-Fi
- § Systém je realizován jako prototyp a je předpokládán další rozsáhlý vývoj (senzory, akční členy, celková funkcionality)



Implementační struktura systému reprezentující jednotlivé moduly a jejich vzájemné propojení



Ukázka senzorní jednotky: Deska ESP32, teplotní senzor DS18B20, ochranná schránka

Implementované SW moduly:

- § Server API – aplikační rozhraní serveru
- § Databáze – ukládání změřených dat
- § Webová aplikace – UI skrze webový prohlížeč
- § Telegramový bot – UI skrze Telegram messenger
- § TLS bridge - zabezpečení komunikace pro ESP32
- § ESP32 – program senzorní jednotky



Ing. Jan Hladík

Kalibrace robotického ramene s využitím neuro-fuzzy modelu

Vedoucí práce: Ing. Petr Beneš, Ph.D.

Pracoviště: Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Odbor mechaniky a mechatroniky

Cíle práce:

- Zvolit algoritmus vhodný ke generování neuro-fuzzy (NF) modelů pro účely kalibrace.
- Realizovat zvolený algoritmus v programovacím jazyce Matlab.
- Provést porovnání základní kalibrace a přístupů využívajících NF modely na simulačním modelu mechanismu.
- Ověřit funkčnost a správnost použití NF modelů k aproximaci chyby na datech získaných z měření reálného robotického ramene.

Realizace:

- Dávkový indukční algoritmus – Batch RD.
- Porovnání metodik na simulačním modelu uvažujícím poddajnost rovinného mechanismu se sériovou strukturou.
- Aplikace korekce chyby realizované NF modely na datech z měření šestiosého robotu Stäubli TX200.

Hlavní výsledky:

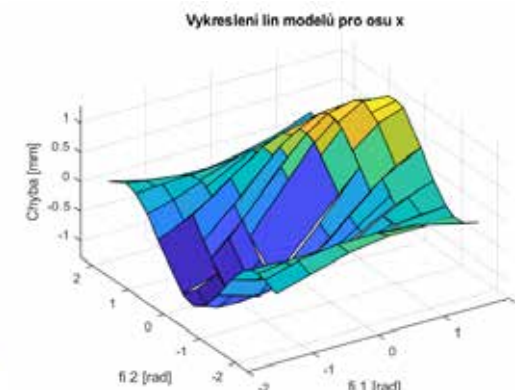
- Porovnání tradiční kalibrace a přístupů využívajících NF modely na simulačním modelu:
 - Ověření nevhodnosti užití NF modelů ve smyslu „Black box“ přístupu.
 - Ověření vhodnosti použití inovativního přístupu aproximace chybové mapy za použití NF modelů.
- Diskuze výhod a nevýhod kompenzace chyby realizované NF modely.
 - Hlavní výhody:
 - Synergie kinematického modelu využívajícího znalostí geometrie mechanismu a NF modelu chyby, který kompenzuje kinematickým modelem nezachycené jevy (poddajnosti ramen, nepřesnosti vzniklé v převodovém ústrojí, zatížení...).
 - Hlavní nevýhody:
 - Oproti tradiční kalibraci je k naučení modelů chyby vyžadováno výrazně větší množství vzorků rozložených v celém pracovním prostoru.
- Ověření funkčnosti a správnosti použití kompenzace chyby realizované NF modely na datech z měření robotu Stäubli TX200.
 - Dosaženo **zlepšení přesnosti polohy o půl řádu**.

Model	Průměrná celková chyba [mm]	Maximální chyba [mm]
Kinematický nepoddajný	0,643	1,427
Kinematický kalibrovaný	0,547	0,716
Kinematický + fuzzy korekce (LLMT)	0,0157	0,131
Fuzzy model – LLMT bez vyhlazení	7,877	42,8
Fuzzy model – LLMT s vyhlazením	19,1	52,09

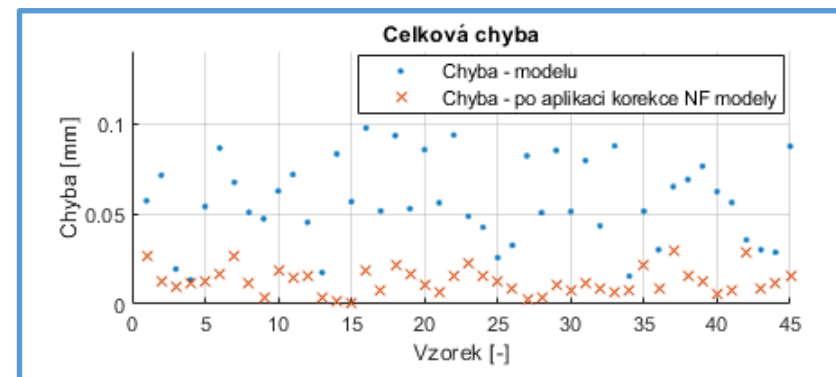
Porovnání na simulačním modelu rovinného mechanismu



Stäubli TX200



Ukázka modelu chyby (simulace rovinného mechanismu)



Porovnání chyby s a bez korekce NF modely (Stäubli TX200)



Ing. Martin Hodek

Optimalizace fotovoltaického systému pro potřeby domácnosti

Vedoucí práce: prof. Ing. Tomáš Dlouhý, CSc.

Pracoviště: Ústav energetiky

CÍLE PRÁCE:

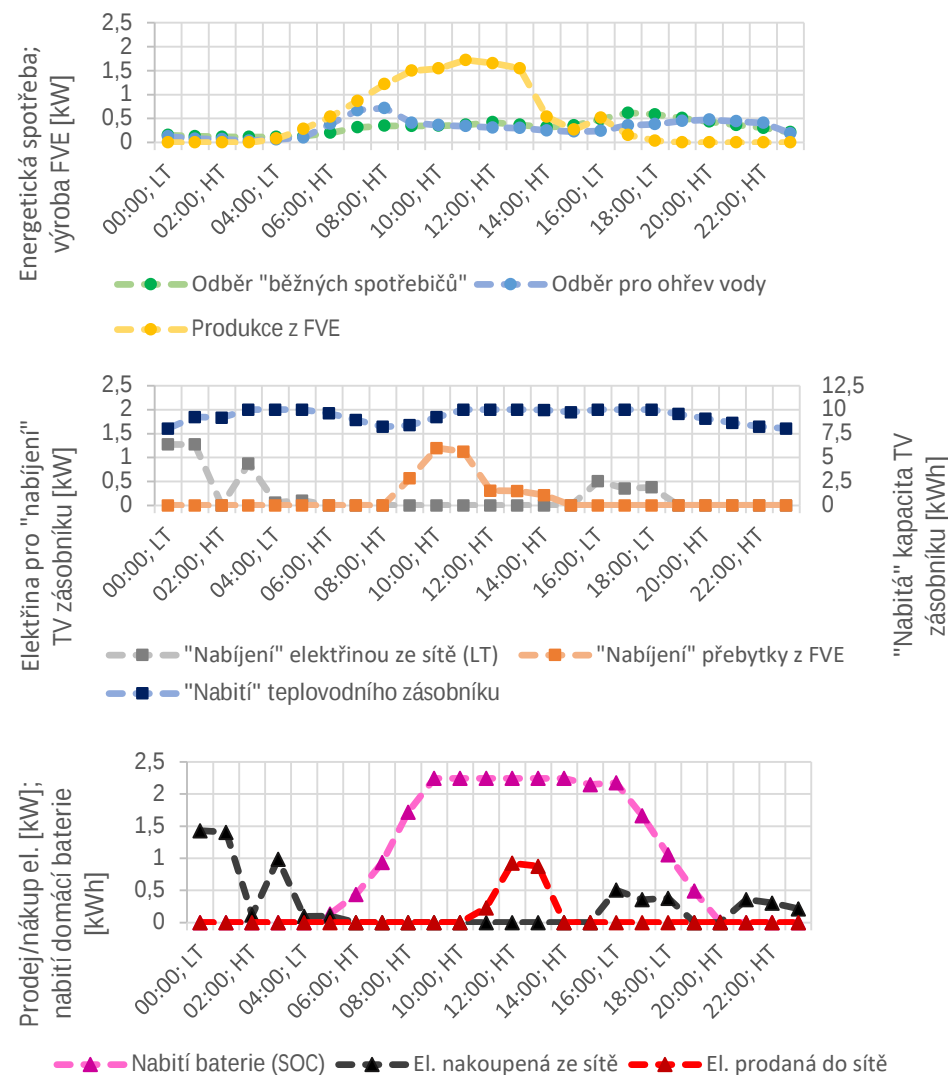
- Navrhnout, sestavit a verifikovat model pro parametrickou optimalizaci fotovoltaických systémů pro rodinné domy.
- Funkčnost modelu demonstrovat na typových variantách domácností s odlišnými parametry spotřeb.
- Pro každou zvolenou variantu navrhnout nejvhodnější řešení.

METODIKA:

- Za účelem sestrojení optimalizačního algoritmu byl implementován radiační model, poskytující informaci o produkci elektřiny z FVE, společně s modelem spotřeb domácnosti, určujícím energetické nároky jednotlivých spotřebičů v průběhu dne. Do simulace byly navíc zahrnuty akumulční celky, konkrétně baterie fotovoltaického systému a zásobník teplé vody.
- Samotná optimalizace vychází z energeticko-ekonomického bilancování výstupů zmíněných modelů přes období jednoho roku.

HLAVNÍ VÝSLEDKY:

- V rámci diplomové práce byl vytvořen univerzálně použitelný numerický model pro parametrickou optimalizaci fotovoltaických systémů s bateriovými úložišti, operující na základě modelování výroby fotovoltaické elektrárny a spotřeby generalizovaného objektu.
- Z porovnávaných variant pak vyšla jako ideální kombinace FVE na objektu využívající elektřinu pro běžné spotřebiče i ohřev vody (nikoliv však vytápění) a to jak z hlediska prosté doby návratnosti FV systému, tak i kritéria LCOE.



Grafická ukázka simulace energetické bilance výroby, spotřeby a energetických toků pro 16. červen, domácnost využívající elektřinu pro běžné spotřebiče a ohřev vody, tarif D25d, osmihodinový nízký tarif (LT).



Ing. Filip Cizner

Teplotní faktor rotačních regeneračních výměníků

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.

Pracoviště: Ústav techniky prostředí

Cíle práce:

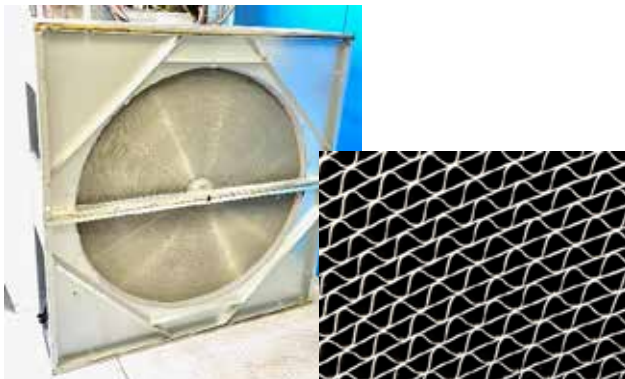
- stanovení teplotních faktorů a tlakových ztrát odlišných geometrií vzduchotechnických rotačních regeneračních výměníků
- analýza okrajových podmínek výpočtu

Předpoklady:

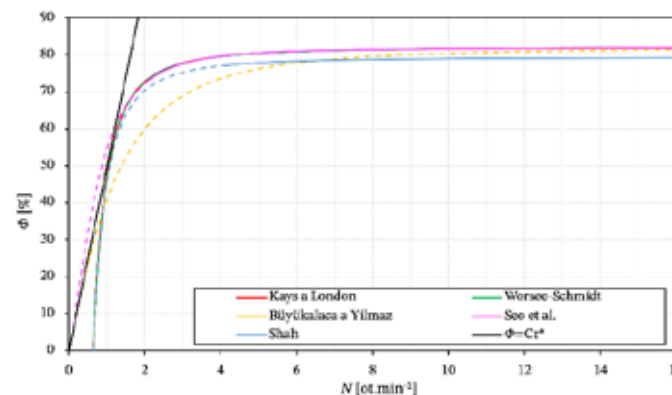
- režim bez kondenzace (pouze suchý vzduch)
- vstupní teploty vzduchu do výměníku 5 / 25 °C
- totožné průtočné tepelné kapacity proudů vzduchu
- akumulční hmota – kanálky tvaru idealizované sinusoidy

Výsledky práce:

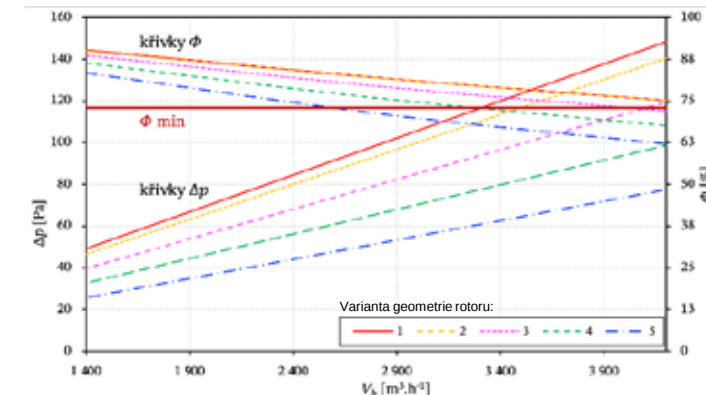
- porovnány dostupné vztahy ϵNTU_0 – odlišné hodnoty teplotních faktorů především při nízkých otáčkách rotoru (Obr. 2)
- teplotní faktor je ovlivněn volbou správné kritériální rovnice Nusseltova čísla odpovídající reálné geometrii kanálků výměníku (laminární režim proudění – nelze použít „klasický“ přepočít přes hydraulický průměr)
- v oblasti nízkých otáček je rychlost růstu teplotního faktoru závislá především na hmotnosti rotoru výměníku, v oblasti vysokých otáček je teplotní faktor konstantní a závisí především na velikosti teplosměnné plochy
- celkovou tlakovou ztrátu tvoří z více než 90 % tlaková ztráta třením, místní tlakové ztráty jsou zanedbatelné
- celková tlaková ztráta klesá se snižujícím se objemovým průtokem vzduchu rychleji než roste teplotní faktor
- tlaková ztráta třením je ovlivněna správnou volbou součinitele tření odpovídající geometrii výměníku
- malá změna geometrie kanálků výměníku – snížení tlakové ztráty při zachování hodnoty teplotního faktoru (Obr. 3)



Obr. 1 Rotační regenerační výměník a detail akumulční hmoty výměníků



Obr. 2 Porovnání vztahů pro výpočet teplotních faktorů v závislosti na otáčkách



Obr. 3 Teplotní faktory a celkové tlakové ztráty pro zkoumané geometrie rotorů v závislosti na objemovém průtoku vzduchu ($N = 16 \text{ ot.min}^{-1}$)



Ing. Erika Langerová

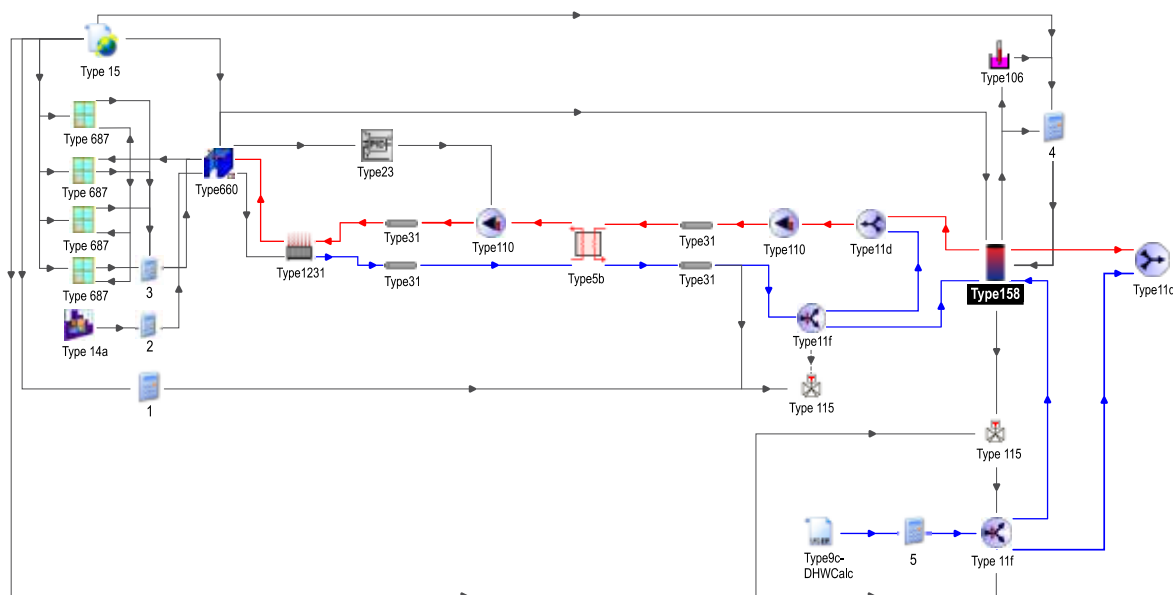
Charakteristika přímo ohříváného zásobníku teplé vody

Vedoucí práce: Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

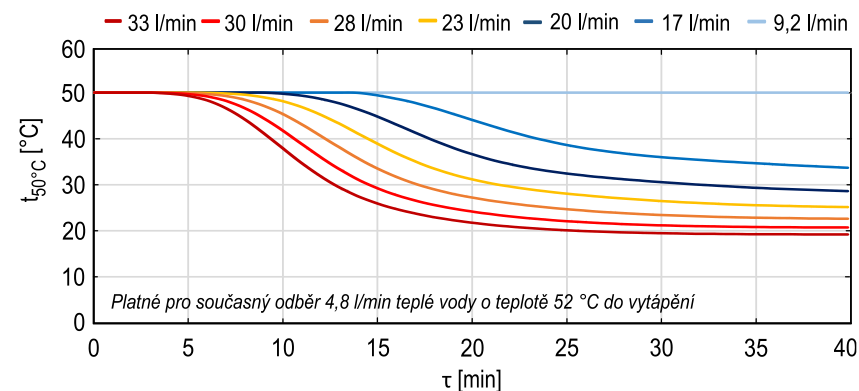
Pracoviště: Ústav techniky prostředí

- ▶ Testování provozních a odběrových charakteristik vybraných plynových přímo ohříváných zásobníků teplé vody
- ▶ Řešeno pomocí simulačního nástroje TRNSYS, kvalita modelů ohřivačů ověřena proti datům od výrobce
- ▶ Sestaveno několik scénářů simulujících různé provozní zatížení ohřivačů pro potřeby zásobování teplem systémů přípravy teplé vody a vytápění
- ▶ Provedeny parametrické studie pro optimální nastavení spínací teploty a hystereze termostatu pro dané zatížení
- ▶ Provedeny zátěžové testy jednorázovými trvalými odběry teplé vody a celoroční testy odběrovými profily teplé vody
- ▶ Výstupem z testů jsou grafy pro odečet hranice použití ohřivače při různých kombinacích zatížení
- ▶ Ze zjištěných trendů v provozním chování ohřivače vyvozeny závěry přínosné pro reálné instalace
- ▶ **Výstupy z práce rozšiřují v současnosti dostupné projekční podklady o nové informace a jsou přínosem pro aktuální projekční praxi ◀**

Simulační model



Ukázka z výstupů



Výstupem jsou grafy pro odečet hranice použití řešených ohřivačů při různé kombinaci potřeby tepla pro systém vytápění a přípravy teplé vody



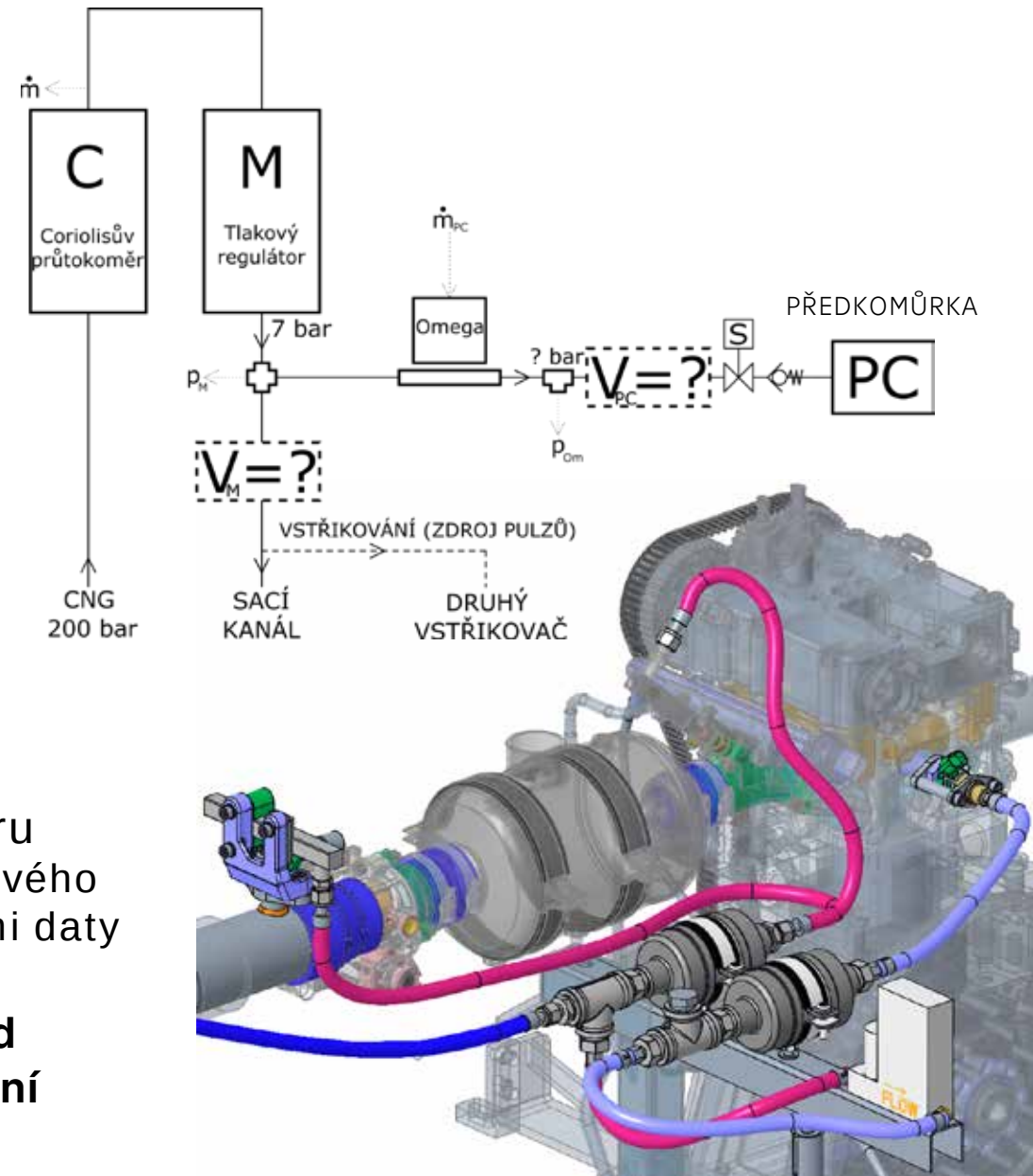
Ing. Štěpán Kyjovský

Palivová trať pro plynový motor s nepřímým zážehem a vyplachovanou předkomůrkou

Vedoucí práce: Ing. Jiří Vávra, Ph.D.

Pracoviště: Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

- **Konstrukční návrh palivového systému**
 - Dodávka a odměřování paliva do předkomůrky a sacího potrubí
- **Vyšetření tlakových pulzací v systému pomocí 1-D simulace**
 - Návrh tlumících nádob a úprava některých parametrů systému na základě výsledků simulace
- **Vyšetření chování modelu předkomůrky v prostředí GT-Suite**
 - Porovnání s dostupnými daty z CFD
- Implementace 1-D modelu palivového systému do 1-D modelu spalovacího motoru
 - Porovnání výsledků s 1-D modelem palivového systému a s dostupnými experimentálními daty
- Dílčí poznatky z této práce poskytují základ pro další experimentální či výpočetní bádání





Jan Oliva

Úzkorozchodný motorový vůz pro regionální dopravu

Vedoucí práce: Ing. Jan Kalivoda, Ph.D.

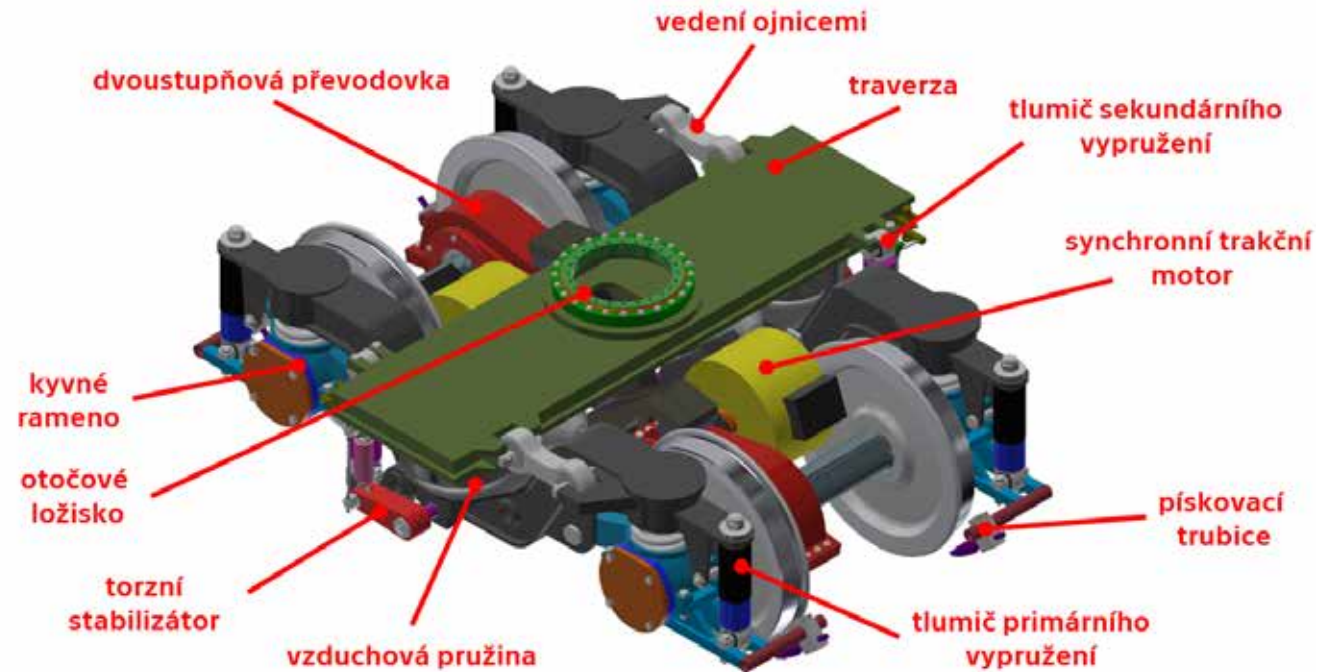
Pracoviště: Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Cíl práce:

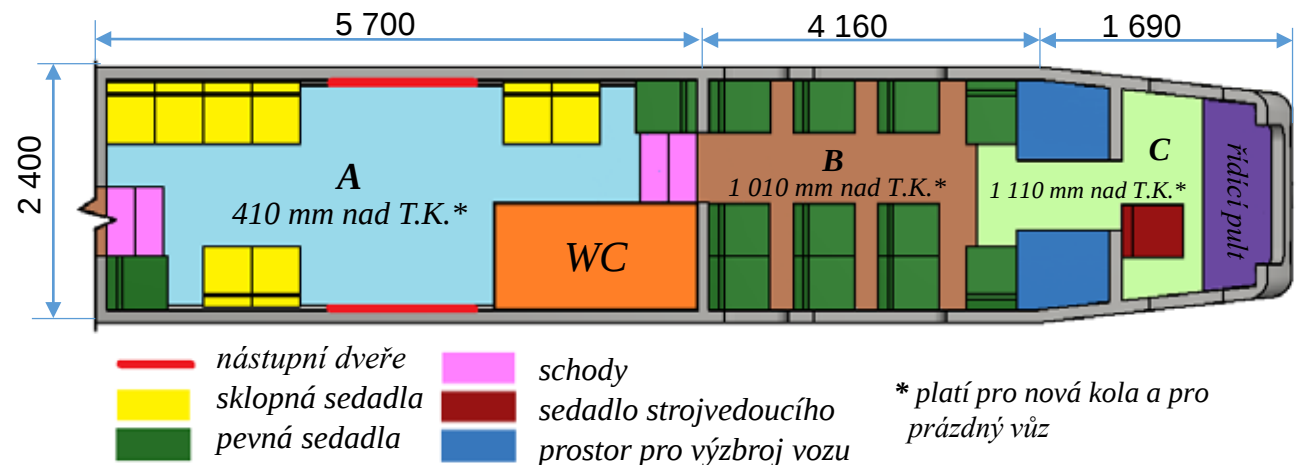
Vytvoření koncepční studie úzkorozchodného motorového vozu pro rozchod kolejí 760 mm respektující podmínky provozu na jindřichohradeckých úzkokolejkách.

Hlavní výstupy práce:

- určení základních rozměrů vozidla a jeho uspořádání
- rozbor trakčních vlastností vozu a návrh baterie
- konstrukční studie podvozku vozidla
- simulační ověření vybraných návrhových předpokladů
(součinitel poddajnosti vypružení, úhel náklonu skříňe vozu a podvozků při působení nevyrovnaného příčného zrychlení)
- simulační ověření bezpečnosti proti vykolejení
(zkrucovací zkouška, zjišťování sil mezi vozidlem a kolejí)



Obr. 1 – návrh podvozku vozidla



Obr. 2 – uspořádání vozu



Ing. Jan Soukup

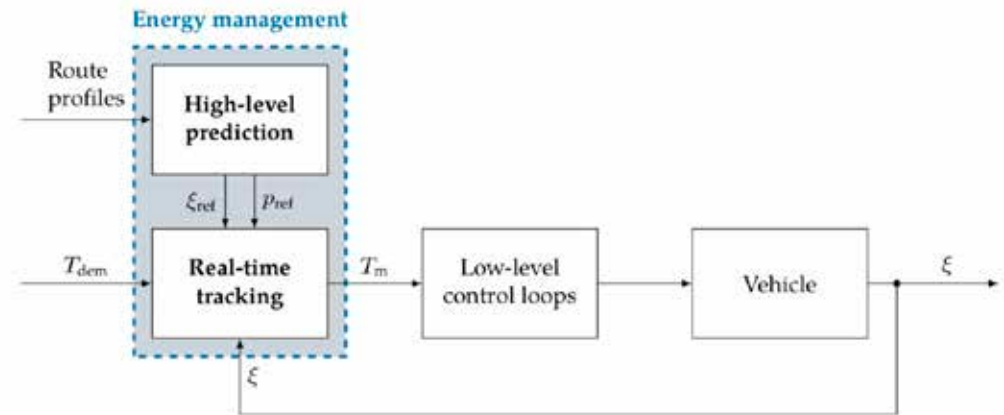
Dvouúrovňová řídicí strategie pro hybridní vozidlo s využitím informací o plánované trase

Vedoucí práce: Ing. Rastislav Toman

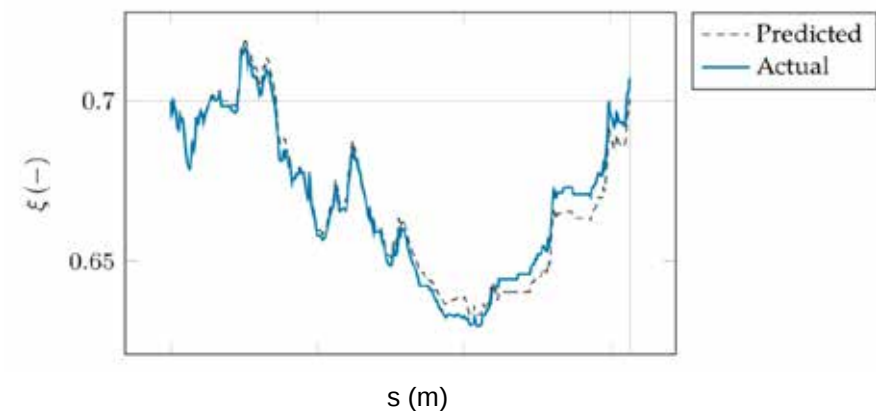
Pracoviště: Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Hlavní výsledky práce

- Využitím řídicích strategií založených na optimalizaci lze dosáhnout zlepšení spotřeby paliva oproti současně využívaným heuristickým díky zohlednění charakteru trasy
- Navrhnutá strategie optimalizující plánovanou jízdu na základě předpokládané rychlosti a výškového profilu trasy
- Před jízdou je vygenerována referenční trajektorie stavu nabití baterie, která je zpětnovazebně sledována během jízdy korekcemi na základě odchylek od nepřesné predikce
- Strategie byla otestována na modelu vozidla na reálných, v provozu naměřených trasách
- U většiny jízd bylo dosaženo lepšího výsledku než dosahují běžně používané strategie
- Úspora paliva se na testovaném modelu pohybuje v rozmezí 1-5 %



Blokové schéma strategie



Zpětnovazebné sledování optimalizované trajektorie stavu nabití baterie při jízdě



Ing. Kateřina Rouhová

Vyhodnocení investice do automatizace ohraňovacího lisu

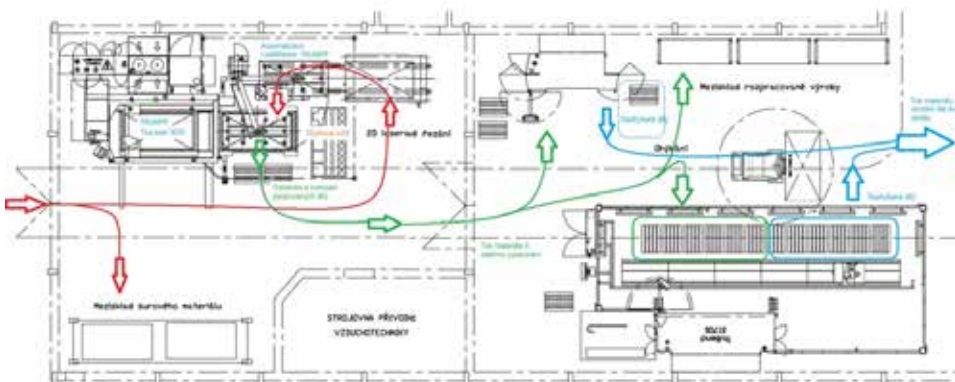
Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Horejc; Ph.D., Ing. Pavel Scholz

Pracoviště: Ústav řízení a ekonomiky podniku

Hlavní cíle a přínosy práce

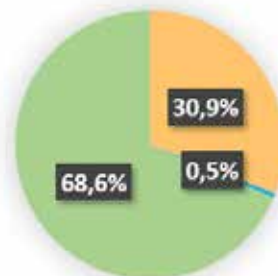
- Zvolit vhodné varianty pro nové pracoviště ohraňovacího lisu (automatizované, neautomatizované, poloautomatizované)
- Vytvoření komplexního hodnotícího modelu v MS Excel
- Na základě výsledků čisté současné hodnoty, hodinových nákladových sazeb, komparace nákladů, citlivostních analýz, matic rizik a simulací zvolit nejvhodnější variantu
- Vytvoření layoutu nového pracoviště ohraňovacího lisu

Layout s materiálovými toky

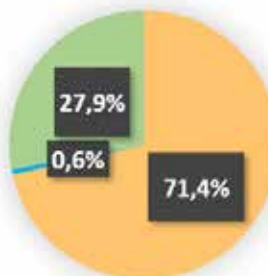


Podíl celkových ročních nákladů

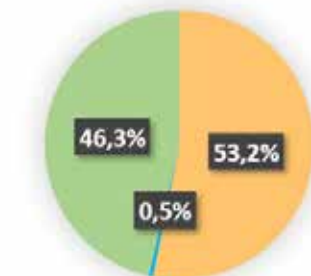
Neautomatizovaná varianta



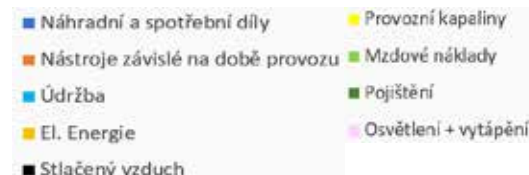
Plně automatizovaná ohraňovací buňka



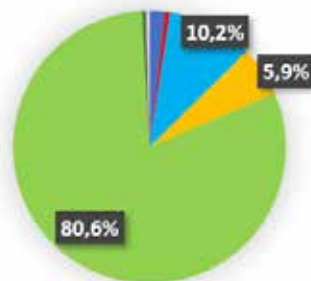
Automatizované pracoviště s ABB robotem



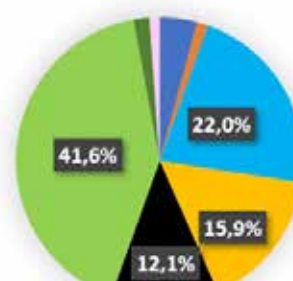
Podíly jednotlivých ročních provozních nákladů



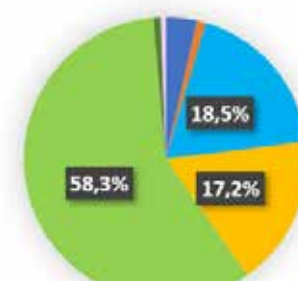
Neautomatizovaná varianta



Plně automatizovaná ohraňovací buňka



Automatizované pracoviště s ABB robotem





Ing. Michaela Lhotová

Optimalizace taktu svařovny v sériové výrobě

Vedoucí práce: prof. Ing. František Freiberg, CSc.

Pracoviště: Ústav řízení a ekonomiky podniku



Cíle práce

- Optimalizace taktu výrobního procesu vedoucího ke zvýšení výrobní kapacity
- Navržení efektivnějšího řešení



Postup řešení

- Porozumění výrobního procesu
- Analýza úzkého místa způsobené plýtváním časem z hlediska čekání
- Určení příčin plýtvání a stanovení závažností jednotlivých příčin
- Odstranění úzkého místa pomocí sestrojení návrhu na výstavbu nových stanic
- Stanovení nákladů a budoucích výnosů investice
- Zhodnocení investice
- Analýza rizik



Ekonomické zhodnocení

Dynamická doba návratnosti: 2 roky

Vnitřní výnosové procento: 53 %

Čistá současná hodnota: 124 873 422 Kč

Index výnosnosti: 2,7 %



Přínosy

- 1 Zvýšení plynulosti výrobního procesu
- 2 Zvýšení výrobní kapacity o 400 karosérií denně
- 3 Zvýšení hrubého zisku o 34 520 090 Kč/rok



Ing. Ing. Jiří Kubica

Nástroj pro nákladovou optimalizaci obráběcího procesu

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Žilka Ph.D.

Pracoviště: Ústav řízení a ekonomiky podniku

Cílem práce bylo vyvinout nástroj schopný určit nákladové složky obráběcího procesu a určit optimální řezné podmínky z hlediska minimalizace nákladů.

AMCO – Advanced Machining Cost Optimizer

- Poskytuje přehled o skladbě časů a skladbě nákladů obráběcích procesů.
- Umožňuje optimalizaci řezných podmínek různých obráběcích procesů.

- V rámci práce byl odvozen nový model trvanlivosti soustružnických nástrojů při nekonstantní řezné rychlosti (konstantních otáčkách):
$$T_p = \int_0^{\tau} \left(\frac{C_v}{a_p^{x_v} \cdot f_n^{y_v} \cdot v_c(t)} \right)^{-m} dt$$

Program dále

obsahuje/umožňuje:

- Citlivostní analýzu
- Srovnání konfigurací
- Ukládání a načítání konfigurací
- Specifikace řezných veličin
- Výběr optimalizační metody
- Dokumentovaný a strukturovaný zdrojový kód v jazyce python umožňující další rozšíření

The screenshot displays the AMCO software interface with the following sections:

- Vstupní data:** Includes tabs for Stroj, Nástroj, Pracovník, Proces, and Podnik. The 'Nástroj' tab is active, showing a list of tools with 'Nový stroj 0' selected. Below this, there are input fields for 'Vstupní parametry stroje' (Machine input parameters) such as 'Cena stroje' (Machine cost), 'Doba odepisování' (Depreciation time), 'Spotřeba energie' (Energy consumption), 'Příkon při nečinnosti' (Power consumption at idle), 'Příkon při řezu' (Power consumption during cutting), 'Příkon při přejezděch' (Power consumption during tool changes), 'Maximální otáčky vřetene' (Maximum spindle speed), 'Údržba' (Maintenance), 'Pojištění' (Insurance), 'Finanční náklady' (Financial costs), 'Náklady na prostor' (Space costs), 'Řezná kapalina' (Cutting fluid), 'Cena řezné kapaliny' (Cutting fluid cost), 'Konzentrace kapaliny' (Fluid concentration), 'Spotřeba kapaliny' (Fluid consumption), and 'Náklady na likvidaci kapaliny' (Fluid disposal costs).
- Nastavení optimalizace:** Includes 'Vybrané prvky' (Selected elements) for Stroj, Nástroj, Pracovník, and Proces. It also has input fields for 'Řezná rychlost' (Cutting speed), 'Posuv na otáčku' (Feed per revolution), and 'Hloubka řezu' (Cutting depth). The 'Optimalizační metoda' (Optimization method) is set to 'SLSQP'. Buttons for 'Optimalizovat' (Optimize) and 'Reset' are present.
- Výsledky:** Displays 'Celkové Náklady' (Total costs) as 71.66 Kč/kus. It also shows 'Řezná rychlost' (Cutting speed) as 150 m/min, 'Posuv na otáčku' (Feed per revolution) as 0.2 mm/ot, and 'Hloubka řezu' (Cutting depth) as 1 mm. There are links to 'Graf' (Graph) for each of these parameters and a 'Tornado diagram' for sensitivity analysis. A 'Konfigurace pro porovnání' (Comparison configuration) section allows saving and loading configurations.
- Srovnání:** A table comparing costs before and after optimization.

	Před optimalizací	Po optimalizací	Rozdíl	Jednotky
Časy				
Čas na operaci	4.32	4.32	0.0	[min/kus]
Čas přejezdů	0.01	0.01	0.0	[min/kus]
Strojní čas	3.41	3.41	0.0	[min/kus]
Čas nečinnosti	0.91	0.91	0.0	[min/kus]
Dělový čas	0.2	0.2	0.0	[min/kus]
Čas výměny nástroje	0.21	0.21	0.0	[min/kus]
Neproduktivní čas	0.5	0.5	0.0	[min/kus]