

# POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Doktorand: **Ing. Jan Řiháček**

Název práce: **VYUŽITÍ HYDROFORMINGU PŘI VYTVÁŘENÍ  
STRUKTUROVANÉHO POVRCHU SOLÁRNÍHO PANELU**

Školitel: **doc. RNDr. Libor Mrňa, Ph.D.**

Předložená disertační práce je orientována na využití technologie hydroformingu a numerických simulačních technik pro návrh nového typu solárního absorbéru s přímo protékanou meandrovitou strukturou s tvarovým povrchem, tvořeným jehlanovitými elementy.

Práce byla zpracována na školícím pracovišti VUT Brno. Vybrané numerické simulace, jako například svařování laserem, byly zpracovány ve spolupráci ESI Group.

Jedná se o práci se značně širokým tematickým záběrem, neboť zahrnuje problematiku nejen samotných technologických procesů, ale zároveň zasahuje i do konstrukčního vývoje absorbéru. Tím ovlivňuje řešení jeho meandrovité struktury, detaily klíčové pro funkci i technickou vyrobiteľnost a zároveň se zaměřuje i na tvar jehlanovité povrchové struktury, která je klíčová pro adsorbční efektivitu kolektoru. V souladu s komplexním požadavkem na vhodné vlastnosti produktu byla provedena i volba materiálu.

Téma práce je velmi aktuální, stejně jako moderní aplikace použitých technologií. Samotná disertační práce je rozdělena do sedmi kapitol. V úvodních kapitolách je shrnuta problematika:

- a) využití simulačních technik pro návrh technologického procesu v oblasti tváření plechů
- b) tváření vnitřním přetlakem
- c) zjišťování technologických vlastností a tvorba materiálových modelů

V kapitole 6 jsou ve čtyřech bodech srozumitelně a věcně popsány definované klíčové činnosti vedoucí ke splnění cílů práce, je zvolena technologie, provedena její technická realizace, zjištěny parametry pro materiálový model a je provedeno návazné ověření proveditelnosti záměru.

Ověření proveditelnosti proběhlo na dvou úhlech jehlanovité struktury. Při tom byly ověřovány výsledky výpočtů porovnáním na reálných výtažcích provedených hydroformingem ve zkušebním nástroji.

V závěru práce je provedeno komplexní zhodnocení výsledků se zaměřením na analýzy technologického procesu unikátních tvarů strukturovaných povrchů absorbérů,

jejichž výroba dosud nebyla tímto způsobem řešena. Získané výsledky lze hodnotit za přínosné nejen pro teoretickou oblast výzkumu, ale především pro praxi.

### **Splnění cílů disertační práce:**

Cíle disertační práce reprezentované následujícími body byly splněny:

- a) Pomocí FEM simulací byl vytvořen funkční technologický postup výroby strukturovaných povrchů.
- b) Úspěšně byla provedena studie proveditelnosti.
- c) Byly pořízeny parametry procesu i materiálové modely pro funkční FEM simulace, které mohou být v budoucnu použity pro další optimalizace tvaru a technologie výroby absorbérů tohoto typu.

### **Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky:**

Provedený rozbor je zpracován na velmi dobré úrovni. Kapitoly 2 – 5 obsahují zásadní informace o současném stavu v oblasti FEM simulací tvářní plechů i pořizování dat pro materiálové modely. Dostatečný prostor je věnován technologii hydroformingu. Zároveň jsou uvedeny jak přednosti, tak i limitující faktory těchto technik při použití v reálné praxi. Je zřejmé, že doktorand během své dosavadní vědecko-výzkumné činnosti získal velké množství poznatků v této oblasti.

### **Dosažené výsledky:**

Stěžejním výsledkem disertační práce je vytvoření nového tvaru povrchu absorbérů s akceptací limitujících vlivů, jež vyplývají z konstrukce svařované meandrovité struktury při současném ovlivnění technologických vlastností materiálu v okolí těchto svarů. Analýzy výsledků na experimentálních příkladech potvrdila vysoký stupeň shody FEM simulací s realitou. Vysoká vypovídací schopnost umožní její využití i v návazných vývojových pracích.

### **Teoretický a praktický přínos disertační práce:**

Praktický přínos významně přesahuje teoretický přínos práce. Spočívá v tom, že byla vyvinuta a odzkoušena proveditelnost originální metody pro výrobu nových typů absorbérů. To, že celá práce byla zaměřena především prakticky a jejím obsahem bylo zejména pragmatické řešení jednotlivých problémů po krocích, se zrcadlí i v souvisejících publikacích, které jsou až na jednu výjimku, lokálního významu. Tento fakt představuje nejslabší místo disertace.

### **Vhodnost použitých metod řešení:**

Zvolený postup i metody zpracování, včetně jejich propojení, jsou klasické a pro danou aplikaci je možno považovat vhodné. Jde o kombinaci teoretických předpokladů s ověřováním nových praktických poznatků postupně získaných na experimentech.

### **Formální úroveň práce:**

Formální úroveň práce je na velmi vysoké úrovni. Text je věcný, srozumitelný, bez chyb a překlepů, je doplněn vhodnými obrázky ve vysoké kvalitě a vynikající grafickou úpravou. Práce obsahuje 159 tabulek a grafů, které zmíněný text vhodně doplňují. Marginálním nedostatkem je slovní odkazování se celou větou na obrázek a textu. Stejně tak by mohl být, podle zavedených zvyklostí, používán v textu slovesný tvar pasiva. Namísto počestěného hydrformování by bylo vhodnější používat buď hydroforming, nebo tváření vnitřním přetlakem kapaliny.

### **Dotazy:**

- 1) Jaké jsou další možnosti optimalizace a zpřesnění FEM simulace vzhledem k problémům, které do simulace hydroformingu přináší lokální změny vlastností polotovaru, způsobené tepelným ovlivněním v okolí svarů?
- 2) Pro materiálový model byly použity velmi nízké rychlosti deformace (strain rate). Nemohou se projevit ve výsledcích FEM simulací? Jaká byla skutečná rychlost deformace?
- 3) Existuje, resp. jaký je potenciál pro další vývoj tvaru povrchu absorbéru a jaké možnosti může přinést společná optimalizace konstrukce, technologie a nejvyššího stupně možného využití zásoby plasticity materiálu polotovaru?

### **Prokázání znalostí doktoranda ve studijním oboru:**

Doktorand svojí disertační prací prokázal, že má značně široké znalosti nejen v oboru strojírenská technologie, ale i v oblasti materiálového inženýrství.

### **Závěr:**

S ohledem na splnění cílů práce, její výsledky a celkovou úroveň, doporučuji disertační práci k obhajobě.



V Plzni, 24.11. 2017

Prof. Dr. Ing. Bohuslav Mašek. Ph.D.