

Prezentace doktorandů katedry 340/2025



Sborník příspěvků – Kolektiv autorů

Horní lomná

2025

ISBN 978-80-248-4817-4 (on-line)

OBSAH

(řazeno abecedně dle autorů)

1. VÝROBA PROTOTYPU BOČNÍHO KUFRU POMOCÍ KOMPOZITNÍHO MATERIÁLU ZE SÁDROVÝCH FOREM	3
2. SEMI-MOBILNÍ ELEMENTOVÁ TŘÍDÍCÍ TRAŤ.....	11
3. KONSTRUKČNÍ NÁVRH PRŮMYSLOVÉ PRAČKY.....	19
4. OVLADATELNÉ MECHANICKÉ UCPÁVKY PRO KOMPRESORY.....	24
5. HYDRAULICKÁ UCPÁVKA PRO HUTNÍ ARMATURY „SYNGAS“	28
6. OTOČNÝ PLOVOUCÍ PŘESYP	32
7. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ PRO NAVAŘOVNÍ TĚŽNÍCH HROTŮ	35
8. APLIKÁCIA GENERATÍVNEHO DIZAJNU NA DIELEC MINIKÁRY.....	41

VÝROBA PROTOTYPU BOČNÍHO KUFRU POMOCÍ KOMPOZITNÍHO MATERIÁLU ZE SÁDROVÝCH FOREM

Ing. Martin Fries¹, MgA. Petr Nenička²

¹Katedra konstruování, martin.fries.st@vsb.cz

²Katedra konstruování, petr.nenicka@vsb.cz

PRODUCTION OF A PROTOTYPE SIDE CASE USING COMPOSITE MATERIAL FROM PLASTER MOLDS

Abstract: *This paper presents the process of designing and manufacturing a prototype side case for a motorcycle using plaster molds and composite material. The prototype was based on a clay model developed in a previous bachelor thesis, which required surface repair before mold production. A two-part plaster mold was created, reinforced with wire and jute, and subsequently used for laminating the composite material. The resulting 1:1 prototype was assembled, refined, and painted to achieve the final functional form. The work also describes the registration of the design in the national database of artistic outputs (RUV) and its protection through industrial design registration. Finally, the prototype was exhibited at the MeatDesign 2023 international design festival, where it was presented to the professional and general public.*

Key words: *composite, plaster mold, design, prototype*

ÚVOD

Projekt byl zaměřený na vytvoření prototypu z laminátu, pomocí metody odlévání sádry, z již hotového modelu kufru z claye. Tento model pochází z obhájené bakalářské práce na téma „Design přepravních kufrů pro přestavbu motocyklu Indian na doručování zásilek“¹.

Model z claye po bakalářské práci nebyl v nejlepším stavu, bylo tedy potřeba opravit jeho vady na povrchu a uvést ho do stavu kdy je možné odlévat sádro. Následně jsme se spojili s Martinem Klosem, který má léta praxe, co se laminování týče. V jeho dílně jsme vylaminovali a následně slepili jednotlivé části.

Na závěr se model vytmelil, vybrousil a nalakoval. Bohužel s ohledem na časový přes v této konečné fázi, vznikly na modelu viditelné nesrovnalosti. Prototyp je ve velikosti 1:1 s funkční kartotékou a poklopem.

Tvorba sádrového odlitku

Před samotným sádrováním jsem vytvořil dřevěnou kostru a vrstvu sádry v softwaru, abych věděl, kolik materiálu budu potřebovat v jednotlivých fázích výroby. Nakonec vznikla dvoudílná dřevěná kostra, spojená latěmi po obvodu modelu.

Po zvolení první odlévané plochy, jsem začal s tvořením dělicí roviny pomocí hlíny a podpěr z claye. Následně jsem si nahýbal kusy drátu, společně s nastříhanými kusy juty. Na připravený a sádlem namazaný model, jsem odlil celkem 3 vrstvy sádry: 1. vrstva je řidší, aby nám okopírovala všechny kontury modelu. Pokud jsme odlili dostatečně tlustou vrstvu, vložíme na ni dráty. 2. vrstva už je trochu hustější kde se snažíme sádkou zakrýt všechny viditelné dráty. Následně můžeme pokládat jutu. 3. vrstvou pokryjeme jutu, v mém případě juta také obepínala dřevěnou kostru modelu a dodávala ji pevnost.

Nyní se forma rozebere, vyndá se model kufru, poté znovu složí a začne se sušit industriálním sušákem. Po uschnutí formu rozeberme a našelakujeme, dokud se nebudou díly lesknout. To nám vytvoří na odlitcích nepřilnavý nátěr. Po uschnutí šelaku jsem zbylé nesrovnalosti v sádkové formě zaretušoval pomocí claye. Následně je hotová forma složená, oblepená lepicí páskou a stahovacím drátem, pro absolutní jistotu bezpečného převozu do dílny na laminování (obr. 1).



Obrázek 1 – Hotová forma připravená na odvoz (zdroj – vlastní archiv)

Tvorba laminátového modelu

S pomocí našeho vedoucího jsme se spojili s firmou, která má letité zkušenosti v tomto oboru. Tyto materiály jsou vysoce nebezpečné, proto jsme také zažádali o svolení využít jejich prostor při následné spolupráci.

Pro bezproblémové rozdělení laminátu od formy, ji bylo nutné ošetřit separátorem. Následně se forma natře šedým brusným gelcoatem, který nám po oddělení laminátu dovolí zbrousit nepřesnosti

okopírované z formy. Po cca 2 hodinách schnutí byla nanесena první vrstva sklené tkaniny. Pro nanášení tvrdidla na velkých plochách se používal váleček, naopak štětcem se formou „řapáním“ používal na zaoblené či úzké prostory. Po zaschnutí první vrstvy, se ořeže suchá přechuhující tkanina podél dělicí roviny (obr. 2).

Po zaschnutí celkem tří vrstev sklené tkaniny se forma složí do výsledného tvaru. Po slepení všech hran tenkými páskami skleného vlákna jsme nechali model 24 hodin uschnout. Po vyndání modelu z formy, byly vidět nedostatky z výroby, např. bublinky, chybějící nebo naopak přechňavající kusy tkaniny na hranách. Tyto chyby se dají naštěstí lehce opravit. Přechňavající tkanina se zbrousí, a následně vytmelí i s ostatními prasklinami či bublinkami.

Po obroušení všech hran bylo potřeba připevnit k modelu poklopy pomocí pantů. Využil jsem tedy na spojení všech pantů již zmiňovaný tmel, který po zatvrdnutí velmi dobře držel. Následně jsem celý model nalakoval šedým odstínem co nejvíce se přibližující šedému gelcoat. Na závěr jsem na model přenesl žluté UPS logo ze samolepící folie (obr. 3).

Zápis designu do RUV a vytvoření průmyslového designu

Model kufru byl zapsán do registru uměleckých výstupů, který se podobá rejstříku informací o výsledcích pro potřeby vědy a výzkumu, avšak RUV je pro umělecké obory vyučované na českých veřejných vysokých školách.

Při vkládání díla jsme si museli připravit obrazové soubory, které jsou dokumentem dotýčné umělecké činnosti. Jednalo se minimálně o 3 fotografie (obr. 4,5,6). Při vkládání byla nutnost uvést studijní program (případně také obor či specializaci), ve kterém studijně působíme, a alespoň jeden studijní předmět, který studujeme, a který má charakter předmětu umělecké tvorby a svým zaměřením souvisí s uměleckým výstupem, který do databáze RUV zařazujeme.

Zjednodušený proces v rámci RUV:

- 1) Umělecké dílo/výkon se zrealizuje.
- 2) Autor umělecké dílo/výkon vykáže v RUVu, tedy záznam o něm zadá do aplikace.
- 3) Umělecké dílo/výkon je v rámci aplikace hodnoceno.
- 4) Umělecké dílo/výkon je certifikováno či zamítnuto.

Kufr byl také zaregistrován na úřadu průmyslového vlastnictví, kde se patenty udělují na vynálezy, které jsou nové, jsou výsledkem vynálezecké činnosti a jsou průmyslově využitelné. Vedle vlastní žádosti o patent musí přihláška také obsahovat popis vynálezu, popř. jeho výkresy a tzv. patentové nároky, které přesně vymezují předmět, pro nějž se ochrana požaduje, a anotaci. Úřad následně podrobí přihlášku předběžnému průzkumu. Do 36 měsíců od podání přihlášky se musí zaplatit poplatek za úplný průzkum. Teprve na základě úplného průzkumu, v němž bylo shledáno, že vynález splňuje všechny podmínky „patentovatelnosti“, Úřad udělí „patent“ (obr. 7), který slouží pro chránění designu kufru.



Obrázek 2 – Vyschlá první vrstva s oříznutými okraji (zdroj – vlastní archiv)



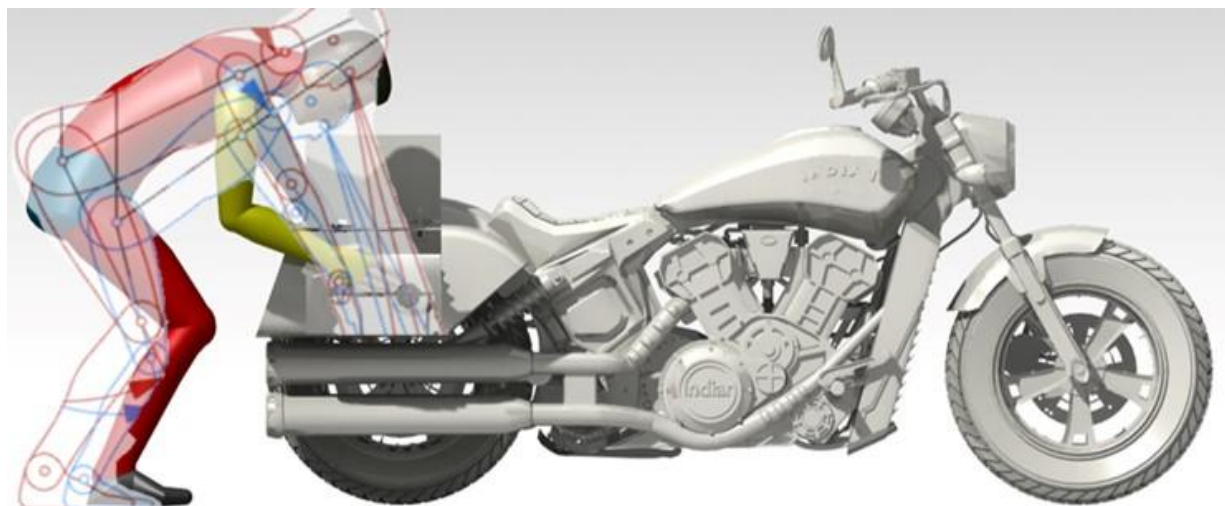
Obrázek 3 – Hotový model kufru z laminátu (zdroj – vlastní archiv)



Obrázek 4 – RUV – rozměry a vizualizace kufru na motocyklu (zdroj – vlastní archiv)



Obrázek 5 – RUV – popis charakteristiky kufru (zdroj – vlastní archiv)



Obrázek 6 – RUV – porovnání somatografické studie s manikinem v programu Catia (zdroj – vlastní archiv)

Úřad průmyslového vlastnictví
zapsal podle § 38 odst. 1 zákona č. 207/2000 Sb., v platném znění, do rejstříku

Číslo zápisu: **38225**

Datum zápisu: 20.11.2023

Číslo přihlášky: **2023-42309**

Datum podání: 10.08.2023



Počet průmyslových vzorů: 1

Zatřídění: 03-01, 12-11

Název: Kufr na motocykl

Vlastník: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Poruba

Původce: Bc. Martin Fries, Ostrava, Zábřeh
MgA. Petr Nenička, Ostrava, Zábřeh

V Praze dne: 20.11.2023

Za správnost:

Irena Korelová
oddělení rejstříků

Obrázek 7 – Osvědčení o zápisu průmyslového vzoru s platností na 5 let²

Výstava MeatDesign

Závěrečná část tohoto projektu byla účast na mezinárodním prodejním festivalu designu MeatDesign 2023, konající se v Dolní oblasti Vítkovic. Festival byl otevřen pro veřejnost 24. a 25. listopadu. Naše výstavní místo bylo umístěno v hale Národního zemědělského muzea, kde jsme předešlý den navezli všechny potřebné věci pro sestavení zátiší motocyklu s plakáty.

Velikost našeho místa byl obdélník o velikosti 6 m². Stánek se nacházel v rohové části uprostřed haly, tudíž jsme měli možnost využít několikanásobně větší prostor, a ještě mít „za oponou“ místo na odreagování. Hlavní část stánku byly laminátové modely kufru a kapotáže na motocykl Indian, který nám byl poskytnut od dealera (obr. 8).

Modely byly umístěny na provizorním stolku, složeného z desky chemického dřeva podepřený dvěma „kozami“. Plakáty jsme následně vložili do hliníkových ráků (obr. 9). Celkem 6 ráků bylo spojeno do párů pro lepší přehled a stabilitu. Rámy se k sobě připevňují pomocí odnímatelných 3D tištěných válečků. Využili jsme zkušenosti našeho vedoucího z minulých let účasti na veletrhu, a upevnili jsme 3 světla na vrch každého páru plakátů pro lepší viditelnost.



Obrázek 8 – Stánek Katedry konstruování, VŠB-TUO (zdroj – vlastní archiv)



Obrázek 9 – Model kufru a kapotáže s 3D tištěnými částmi GPS trackeru v popředí (zdroj – vlastní archiv)

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České Republiky.

LITERATURA

- [1] FRIES, Martin. Design přepravních kufrů pro přestavbu motocyklu Indian na doručování zásilek. Online, Bakalářská práce. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2022. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10084/148065>. [cit. 2025-10-04].
- [2] ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ. Online. KUFR NA MOTOCYKL. Úřad průmyslového vlastnictví. 2023. Dostupné z: <https://isdv.upv.gov.cz/webapp/!resdb.vza.frm>. [cit. 2025-10-04].

SEMI-MOBILNÍ ELEMENTOVÁ TŘÍDÍCÍ TRATĚ

Ing. Jakub Gaszek

340 - Katedra konstruování, jakub.gaszek.st@vsb.cz

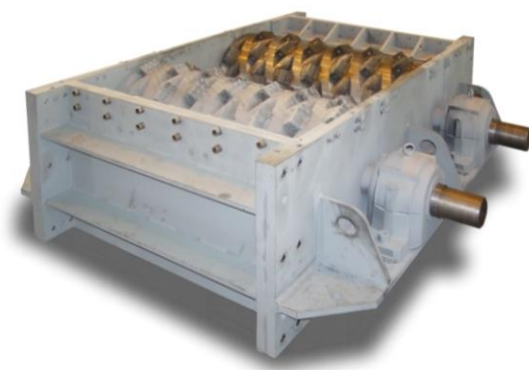
SEMI-MOBILE ELEMENTARY SORTING LINE

Abstract: The article deals with the development of the semi-mobile elementary sorting line, measurements and proposed procedures for future measurements, summarizes the results of the development of the machine.

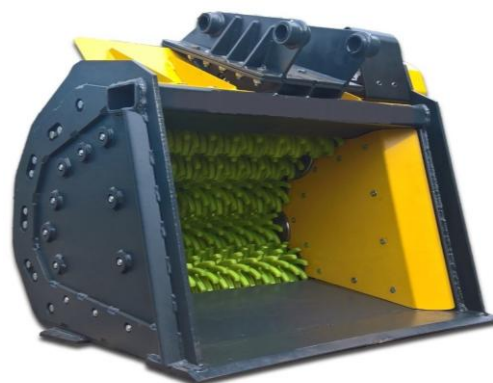
Key words: element, faction, semi-mobile, sorting line, sorting machine

ÚVOD

Tématem článku je semi-mobilní elementová třídící trať. Myšlenka na vznik tohoto stroje vznikla během vývoje stacionárních drtiček na tenkostěnný plechový odpad např. pro nápojové plechovky, konzervy, ... (Obrázek 1) a nových principů třídících lžic (Obrázek 2).



Obrázek 1 – Speciální víceosý drtič odpadu ^[1]



Obrázek 2 – Elementová pětiosá třídící lžice ^[2]

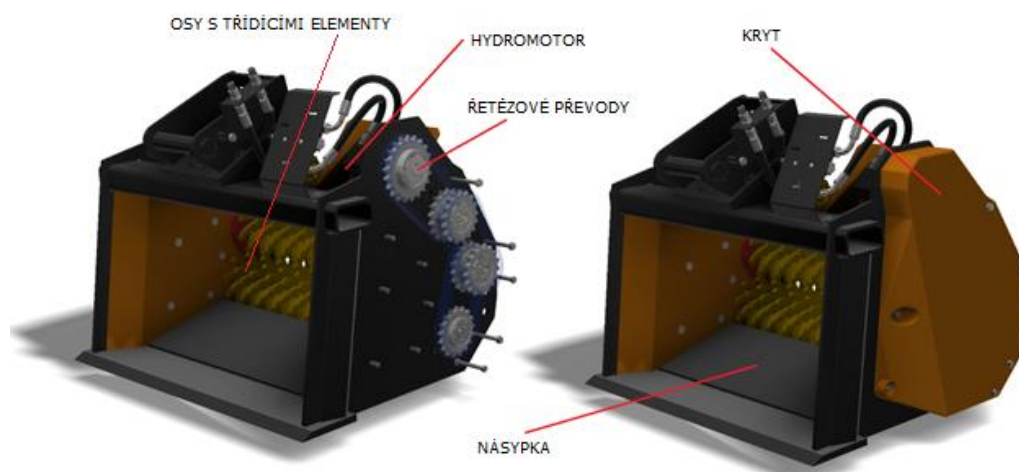
Vývoj nového stroje má zajistit sloučení dobrých vlastností stávajícího stavu techniky, tzn. rychlý proces třídění a drcení v jedné operaci, možnost výměny třídících elementů (možnost záměny za jiné tvary, materiály, ...) a snadnou údržbu. Ke zlepšení by mělo dojít především v oblasti výměny elementů ve stroji (zajistit co nejpohodlnější a nejrychlejší výměnu elementů) a zachytávání odstřelujících zbytků materiálu nekontrolovaně ven ze lžice. Jelikož se jedná o vývoj nového typu stroje, především v rámci jeho převedení na semi-mobilní trať, je hlavním předmětem jeho zkoumání zjištění nastavení parametrů třídění pro daný tříděný / drcený materiál.

Cílem měření je tedy zkoumání procesu třízení stroje, zjištění závislostí nastavených parametrů stroje na třízení různých druhů materiálů a zjišťování opotřebení elementů v rámci těchto materiálů v kombinaci s nastavením stroje.

Dalším plánovaným předmětem zkoumání je prověření závislosti materiálů a tvarů elementů na procesu třízení.

ELEMENTOVÉ TŘÍDÍCÍ LŽÍCE

Vývoji semi-mobilní elementové třídící trati předcházely vývoj a zkoumání na elementových třídících lžících., ty slouží k nabrání, drcení a třízení zeminy. Mohou být dvouosé nebo víceosé. Elementová třídící lžíce (tříosá) je na obrázku 3.



Obrázek 3 – Popis hlavních částí elementové třídící lžíce (tříosá)

Stroj touto upnutou lžící nabere zeminu, přejede na určené místo třízení, lžíce otočí do třídící polohy (elementy dolů) a roztočí osy s elementy. Po dostatečném čase otáčení elementů dojde k rozdrcení ztvrdlé zeminy a k následnému vysypání nadměrných částí ze lžíce.

Hnací ústrojí lžíce obsahuje hydromotr připojený na hydraulický pracovní okruh stroje a řetězové převody, které rozpohybují hřídele s elementy. Hřídele jsou uloženy v ložiskových domcích. Řetězová kola jsou upevněna na hřídel pomocí svěrných pouzder Taper-Lock.

Otáčející se elementy mají většinou velmi podobný tvar. Liší se průměrem a počtem paprsků. Některé firmy již experimentují s různými tvary hvězdic. Jsou vyráběny především z pryže a polyuretanu. Vybrané tvary elementů jsou na obrázku 4.



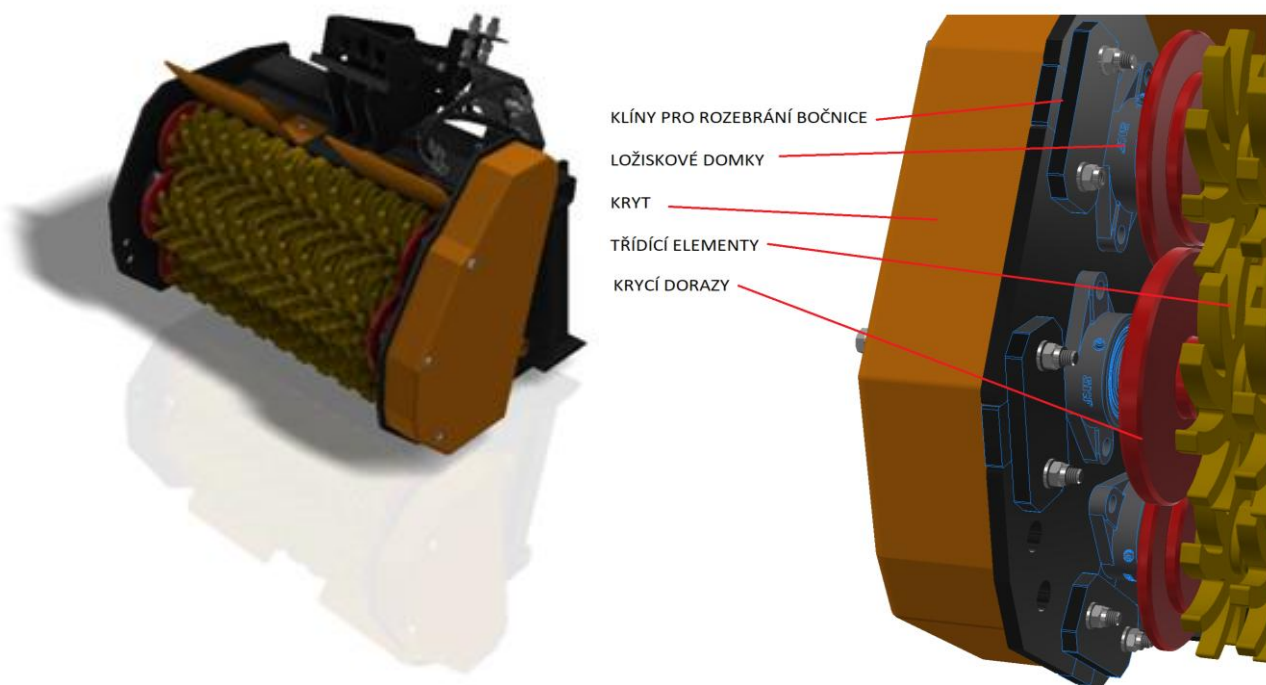
Obrázek 4 – Třídící elementy ^[3] ^[4] ^[5]

Výslednou rychlost a kvalitu drceného/třízeného materiálu ovlivňuje především rychlost otáčení elementů, síla nárazu paprsků elementů do materiálu, pružnost elementů, náklon lžíce (přesněji poloha os vůči materiálu a gravitační síle, která směřuje elementy do ústi stroje) a počet a rozložení elementů. Vzdálenost mezi elementy a velikost paprsků určují velikost a ostrost třízení výstupního materiálu. Elementy lžíce mohou být pro určitý proces také umísťovány kapsovitě (u většího počtu os).

Lžíce jsou oblíbené především pro rychlost třízení zeminy. Materiál se neustále natřásá, což umožňuje prosévání vlhkých, křehkých a speciálních materiálů, lze jej použít i ke kompostování. Hlavní nevýhodou je složitá a tím i opomíjená výměna elementů. Dochází tak k nepřesnostem třízení (z důvodu poškozených elementů propadávají i větší kusy materiálu).

Původní zkoumané lžíce

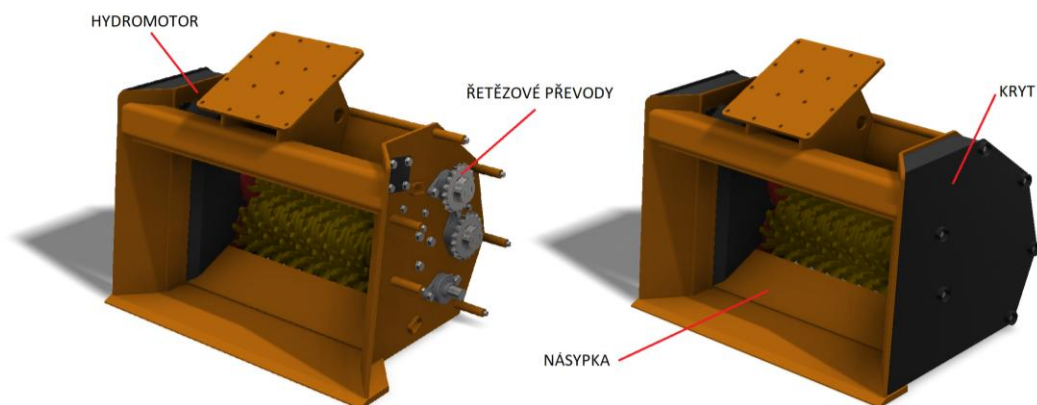
Původní zkoumané lžíce mají hnací ústrojí umístěné pouze na jedné straně, tím je lžíce nevyvážená a kryt příliš přechýlí přes funkční obrys lžíce, je tak při práci často deformován. Tím dochází k narušení jeho těsnosti a poruchám hnacího ústrojí. Výměna elementů původních zkoumaných lžic je časově náročná, mohou být vyměněny pouze po odšroubování krytů, rozpojení hnacích řetězů, odmontování Taper-Lock pouzder a ložiskových domků, rozebrání klínů bočnic a vyndání hřídelí. Dojde tedy k téměř celkovému rozmontování lžíce na jednotlivé součásti a svařený korpus lžíce (Obrázek 5).



Obrázek 5 – Uložení hřídelí s elementy

Nové řešení lžic

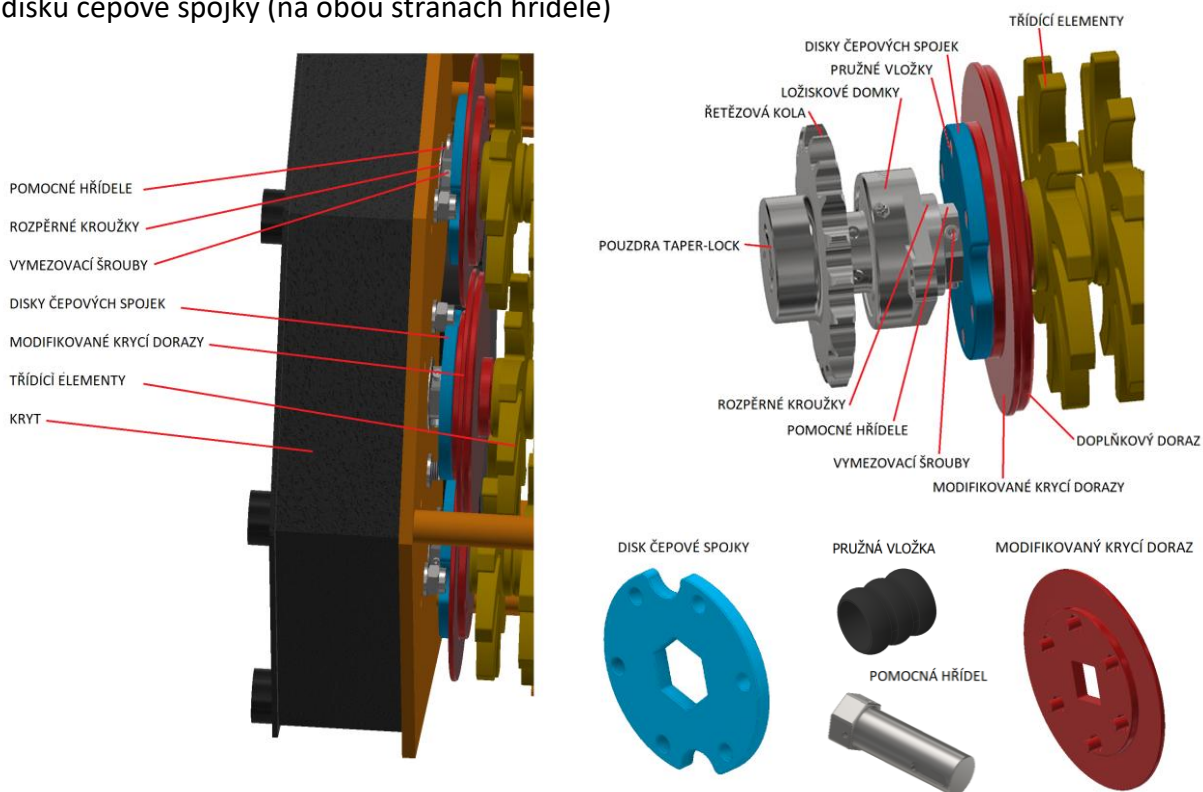
Nový korpus lžice (Obrázek 6 a 8) byl symetrizován. Lžice lze osadit hydromotorem nalevo i napravo. Řetězová kola hnacího ústrojí byla rozložena na obě strany lžice a tím bylo možné snížit výšku krytu. Na boky lžice byly osazeny břity, chránící boční kryty. Na kryty byly doplněny obruče, které chrání hlavy šroubů před poškozením.



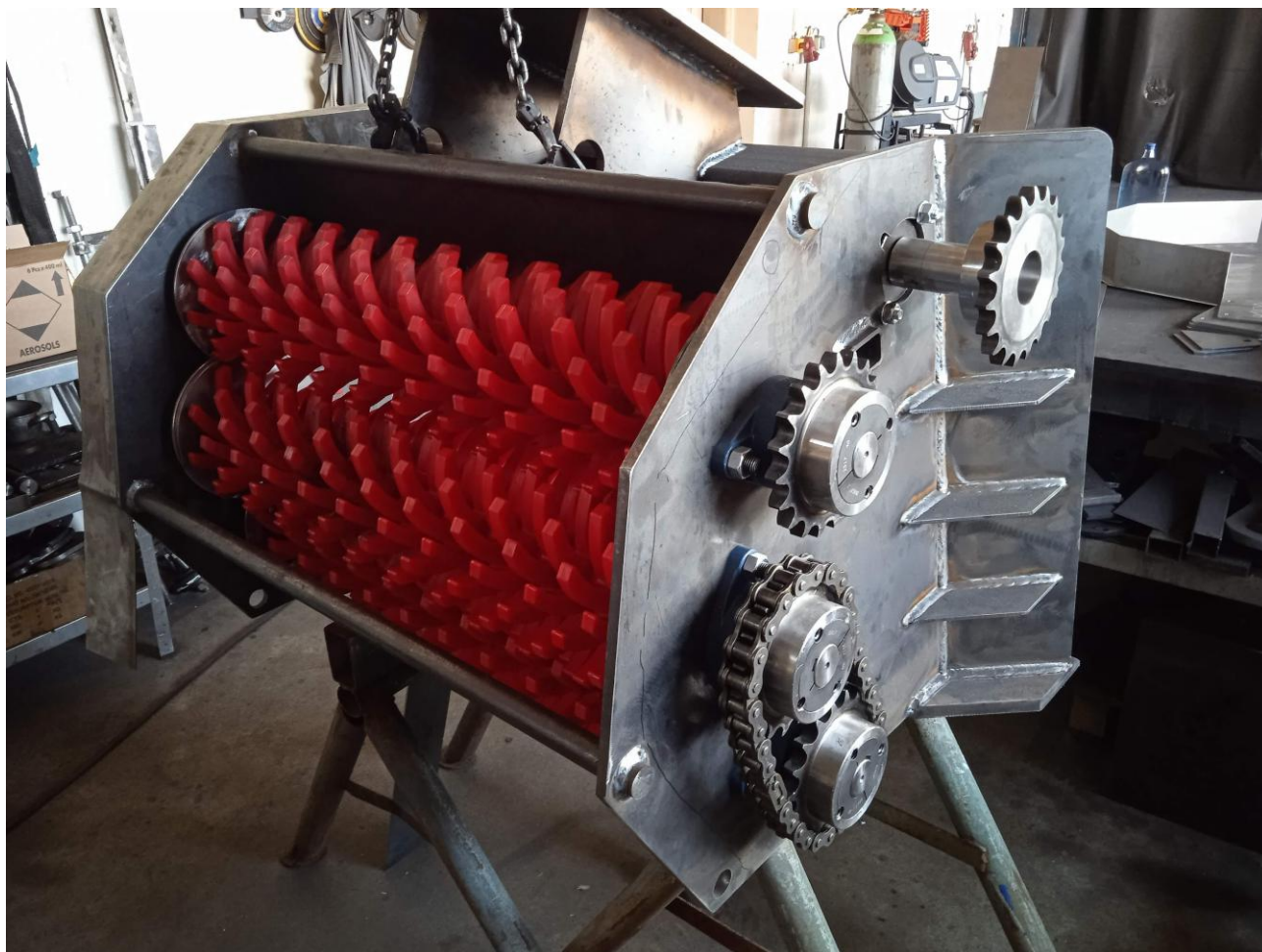
Obrázek 6 – Nové řešení elementové třídící lžice

Bylo navrženo nové spojení hřídelí dle obrázku 7. To zajišťuje pohodlnější výměnu elementů. Skládá se z ložiskových domků, pouzder Taper-Lock, pomocných hřídelí, rozpěrných kroužků, vymezovacích šroubů, speciálních čepových spojek (skládajících se z disku, modifikovaného krycího dorazu a pružných vložek) a z doplňkového dorazu.

Hřídel s elementy je uvolněna z korpusu lžice po odšroubování vymezovacích šroubů a přesunutí disku čepové spojky (na obou stranách hřídele)



Obrázek 7 – Nové spojení hřídelí



Obrázek 8 – Prototyp lžíce

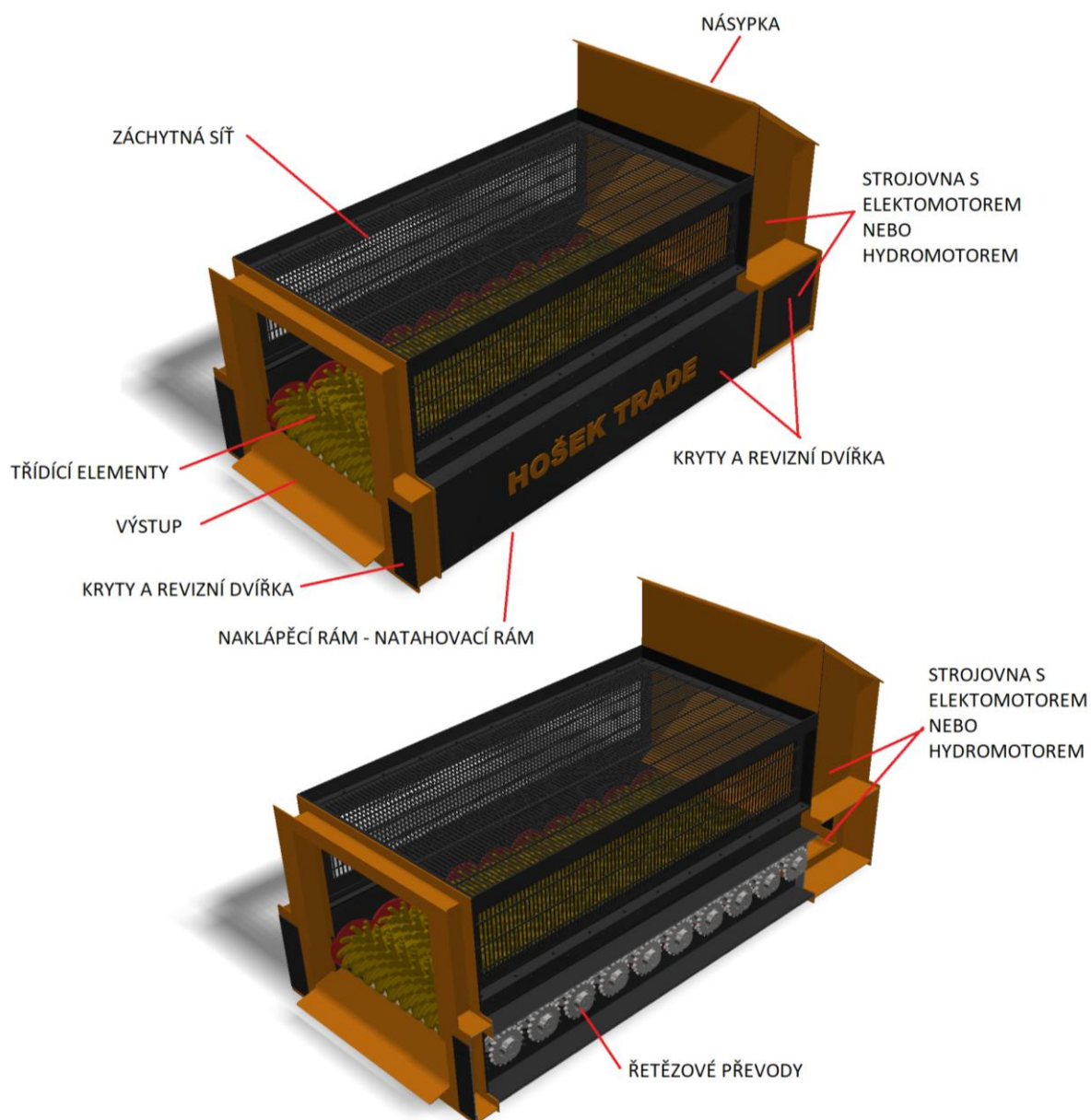
SEMI-MOBI LNÍ ELEMENTOVÁ TŘÍDÍCÍ TRAŤ

Se zkušenostmi z předchozího vývoje lžic byla navržena semi-mobilní elementová trať sloužící k třízení a drcení materiálu (Obrázek 10 a 11). Ta eliminuje nevýhodu přejezdů se lžící mezi třídícím místem a místem sběru materiálu. Díky rozměru a semi-mobilitě stroje se zlepšuje přesnost nastavování parametrů dle materiálu, servis, údržba a rychlost třízení. Tímto principem lze protřídit a rozmělnit lepidlo nebo např. zašrotovat kompost.

Jelikož je stacionární řešení elementové stroje nové, vzniká mnoho aspektů práce stroje, které je potřeba prozkoumat. Důležitý bude náklon trati, síla a rychlost otáčení elementů, tvar elementů, materiál elementů, tvar násypky a její sklon – celková doprava materiálu k třízení do srdce stroje, užitečná délka a šířka trati, vzdálenost mezi elementy, ...

Modulární verze stroje:

Modulární elementový třídící stroj se sestává z pevného korpusu stroje, násypky a výstupního portálu. Do korpusu jsou vsazeny hřídele s elementy. Hřídele jsou poháněny elektromotorem nebo hydromotorem prostřednictvím řetězových převodů po obou stranách stroje. Pro zachytávání odraženého materiálu je navržena zachytná síť (klec). K vnitřní třídící trati je připojena strojovna s násypkou a z druhé strany výstupní portál. Celý rám může být umísťován na různé nástavby dle potřeby třízení. Rám lze modulárně natahovat, vložením další délky třídící trati mezi stávající násypku a výstupní portál.



Obrázek 10 – Stacionární elementový třídící stroj

Naklápečí verze stroje:

Naklápečí elementový třídící stroj se sestává z pevného vnějšího rámu a polohovatelného vnitřního rámu. U menších aplikací je vnitřní rám polohovatelný mechanicky, u větších elektricky či hydraulicky. Do vnitřního rámu jsou vsazeny hřídele s elementy. Hřídele jsou poháněny elektromotorem nebo hydromotorem prostřednictvím řetězových převodů po obou stranách stroje. Pro zachytávání odraženého materiálu je navržena zachytná síť (klec). K vnitřnímu rámu je připojena násypka se strojovnou. Stroj není modulární, lze jej naklápět, třízený materiál i materiál nadměrný padá dolů do oddělených kójí. Celý rám může být umísťován na různé nástavby dle potřeby třízení.



Obrázek 10 – Stacionární elementový třídící stroj

Dosavadní výsledky ukazují, že kde odlučovaný materiál je blízká tížená frakci je lepší přímá trať s proti-náklonem, u sypkých materiálů s velkými rozdíly velikostí zrn je lepší přímá trať bez náklonu. Zvyšování rychlosti otáčení elementů funguje spíše u mazlavých materiálů, ale i tam je výsledkem spíše odskakování, vystřelování materiálů všech frakcí ven a do zachytných sítí. Elementy z pryže i polyuretanu překvapivě vydrží značné namáhání a cykly třízení. Polyuretan je ale mnohonásobně odolnější než pryž. Elementy z obou materiálů jsou pružné a tím snižují počet zaseknutí materiálu a tlumí rázy vnášené do stroje. Další aspekty třízení jsou stále předmětem zkoumání.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České republiky.

LITERATURA

- [1] ODES S.R.O. *Speciální drtiče*. Online. ODES - Zařízení pro ekologii. 2014. Dostupné z: <http://www.odes.cz/zarizeni/drtice-odpadu/specialni>. [cit. 2024-08-30].
- [2] HOŠEK TRADE S.R.O. *Třídící lopaty STAR*. Online. HOŠEK Trade. 2024. Dostupné z: <https://www.dobrekladivo.cz/tridici-lopaty-star/tridici-lopata-star-1-2/>. [cit. 2024-08-30].
- [3] INJECT, S.R.O. *HVĚZDICE DO TŘÍDÍCÍCH STROJŮ*. Online. INJECT. 2024. Dostupné z: <https://www.inject.cz/produkty/kamenolomy/hvezdice-tridice/>. [cit. 2024-08-30].
- [4] TECHGUM.CZ S.R.O. *Hvězdice třídiče s výztuhou Ø 160 mm*. Online. Techgum.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.techgum.cz/gumove-vyroby/hvezdice-do-tridicich-stroju/hvezdice-tridice-s-vyztuhou-160-mm.htm>. [cit. 2024-08-30].
- [5] TECHGUM.CZ S.R.O. *Hvězdice třídiče Ø 160 mm 12 prstá*. Online. Techgum.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.techgum.cz/gumove-vyroby/hvezdice-do-tridicich-stroju/hvezdice-tridice-160-mm.htm>. [cit. 2024-08-30].

KONSTRUKČNÍ NÁVRH PRŮMYSLOVÉ PRAČKY

Ing. Václav Jakubík
(340) Katedra konstruování
vaclav.jakubik@vsb.cz

DESIGN OF DEVICE FOR INDUSTRIAL WASCHING MACHINE

Abstract EN: *The task was to create a design solution for a new industrial washing machine for a larger weight of laundry. The quantity and weight that it should accommodate is close to the washing machines of large industry, which are already solved both structurally and dimensionally. However, their design is very oversized and therefore expensive. The main goal was to find a solution of such a nature that it would not be oversized, achieve large dimensions and thus achieve a lower price for the machine.*

Key words EN: *washing machine, industrial softmout,, absorber, spring*

ÚVOD

Úkolem bylo vytvořit konstrukční návrh nové průmyslové pračky pro větší hmotnost prádla. Množství a hmotnost prádla, které by měla pračka vyprat, nyní zvládne jen velká průmyslová pračka. Jejich konstrukce je ale velice předimenzována a tím i cenově vysoká. Hlavním cílem je najít řešení takové průmyslové pračky, která nebude předimenzována, dosahovat velkých rozměrů a tím docílit nižší cenu stroje.

Shrnutí bodů požadavků na návrh:

- Jednoduchá konstrukce
- Malé rozměry
- Tlumení vibrací
- Malá výrobní cena

Celé řešení by tak mělo dosahovat určité schopnosti výroby a výměnu spotřebních komponentů.

ZPŮSOBY PRANÍ

Při návrhu nového řešení je potřeba se podívat na jiné způsoby praní. Jasným cílem je vyhnout se parnímu a chemickému praní. Tyto způsoby jsou možné, ale návrh byl na praní pračky mechanické. U mechanického praní nalezneme další možnosti .

Mechanické praní

- Zvonové - Uvnitř je tzv. zvon (pohyblivá část), která se vertikálně pohybuje nahoru a dolů. Vytváří se mechanické stlačování a uvolňování prádla – dochází k "masírování". Intenzivní mechanické působení. Méně šetrné, může ničit jemné prádlo.
- Vířivé - Na dně je vířič (pulsátor), který se rychle otáčí. Voda se rozvíří a vytváří vodní víry, které pohybují prádlem. Vhodné pro lehce znečištěné prádlo. Velmi šetrné, ale méně účinné při silném znečištění. Nižší spotřeba energie, ale často bez ohřevu vody.
- Proudové - Voda proudí přes prádlo vysokou rychlostí, bez přímého mechanického tření. Velmi šetrné – žádné tahání nebo mačkání prádla. Používá se v speciálních nebo profesionálních systémech, např. u jemných textilií, technických tkanin nebo v některých parních/ultrazvukových systémech.
- Bubnové - Používá se v **moderních automatických pračkách** (zejména předem plněných). Prádlo se **otáčí v bubnu**, který se pohybuje střídavě tam a zpět. Prádlo se zvedá a padá, **tře se o sebe** a o stěny bubnu. Šetrné k prádlu. Dobře účinné při běžném i silnějším znečištění. Možnost různých programů, odstředování atd.

Typ praní	Pohyb princip	Účinnost	Šetrnost	Využití	Množství
Bubnové	Otáčení bubnu, padání prádla	Vysoká	Střední až vysoká	Většina domácnosti	Velké
Zvonové	Vertikální pohyb	Střední	Nízká	Starší pračky	Velké
Vířivé	Otáčení pulsátoru	Střední	Vysoká	Levnější pračky	Malé
Proudové	Proud vody	Nízká až střední	Velmi vysoká	Speciální	Střední

Jako vhodné řešení se jeví již zmíněné bubnové praní. Tento způsob je však nejběžnější. Bylo zapotřebí zhodnotit, nebo popřípadě najít jiný způsob praní. Výhoda při bubnovém praní je i následující odstředivé ždímání. Při bubnovém pracovním pohybu dochází k velkým nárazům a ty vytváří síly a kmitání do pračky i do podloží.

NÁVRH

Možností konstrukce praček je několik, záleží vždy na způsobu plnění bubnu.

Plnění bubnu

- Předem plněné - U těchto praček se buben otevírá přes přední dvířka, která vedou do pevného bubnu (tzv. vany). Samotný vnitřní buben se neotvírá – otvorem se do něj vkládá prádlo.
- Vrchem plněné - U těchto praček je buben uvnitř pevné vany a má vlastní otevíratelný plášť – tedy dvířka přímo na bubnu.

Vrchem plněné bubny s otevíráním na plášti, mají dvě volné čela bubnu. To je jako dvojitá podpora bubnu (na dvou hřídelích) a může tak unést větší hmotnost prádla. Z hlediska požadované hmotnosti prádla bude dostačující plnění předem. Tím je vkládání i jednodušší pro obsluhu.

U bubnových praček jsou vždy dva bubny. Jeden je vnitřní, který je pohyblivý a provádí mechanické praní. Druhý je nehybný a slouží jen pro udržení pracího roztoku.

Charakter konstrukce

Jak bylo zmíněno, průmyslové pračky velkého rozsahu mají velkou konstrukci a naddimenzované rozměry. Tyto pračky dosáhnou vyprat 35 až 60 kg prádla. Tím navazuje na velké rozměry pračky pro umístění tlumičů a pružin. Prací jednotka je zavěšena na spodním rámu. Konstrukce je řešena, že po určitých cyklech a období, postačí repase pračky a jejich funkce v pracím poli pokračuje. Tyto spotřební součásti typu tlumiče, ložiska, elektronika jsou zaměnitelné a počítá se s opotřebením. U rámu a jiných pevných částí k takovému poškození nedochází. Cena této pračky je však velice vysoká.

Z pohledu jiné koncepce je uvažováno pro konstrukce malých praček. Tyto pračky zatím pojmu od 6 kg prádla do 20 kg. Díly jsou také zaměnitelné. Konstrukce není tak naddimenzována a očekává se i s poškozením pevných částí, po určitých cyklech. Tyto pračky nejsou stavěné na repas. Při navyšování a navrhování pro větší množství prádla je složitější utlumit chvění a rázy.

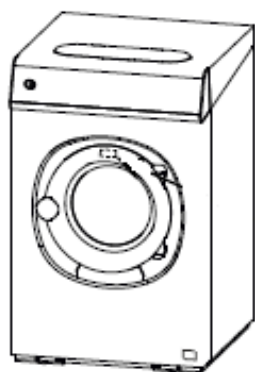
Odpružení a tlumení

Jak už bylo zmíněno v předešlém odstavci, výskyty chvění a rázu při praní, jsou odpružené pračky konstruovány tak, aby tyto síly eliminovaly. Některé frekvenční kmity jsou nepředvídatelné a dokáží po několika pracích cyklech projevit poruchy.

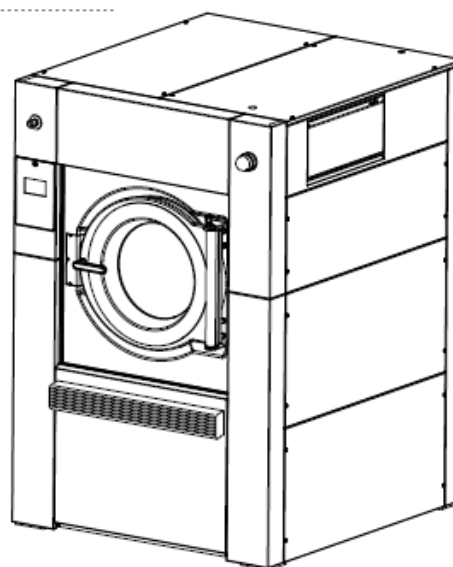
Velké pračky mají tlumení rozsáhlého charakteru. To nasvědčuje odstranění velkých nechtěných vibrací a rázů. Velká konstrukce umožňuje dalšímu potenciálu vylepšení tohoto tlumení.

Malé pračky mají jiný charakter konstrukce. Malá jednotka leží na pružinách a tlumičích ve spodní části. Prostor je navržený tak, aby tlumiče a pružiny dostatečně tlumily kyvný pohyb na určité množství prádla. Při návrhu pračky pro větší množství prádla je zapotřebí tento tlumící prostor zvětšit pro větší pružiny a tlumiče. To však ale nesmí dosáhnout velkých rozměrů z důvodu charakteru pračky. Plnění z čela pračky by bylo ve vysoké poloze a plnění by bylo komplikované a složité pro obsluhu. Plnicí otvor by měl zůstat ve výšce normy.

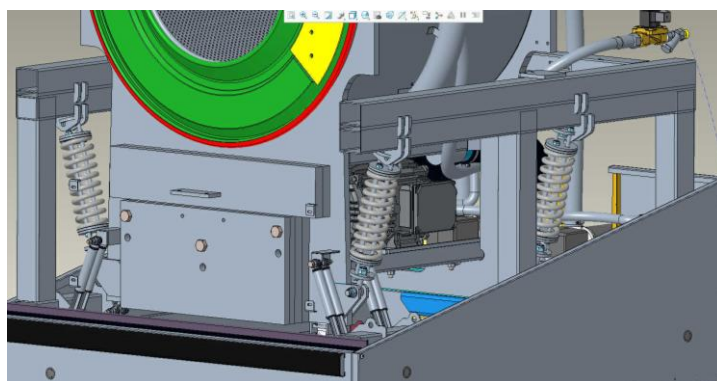
Konstrukční rozdíly praček



Obrázek1-Malá pračka [1]



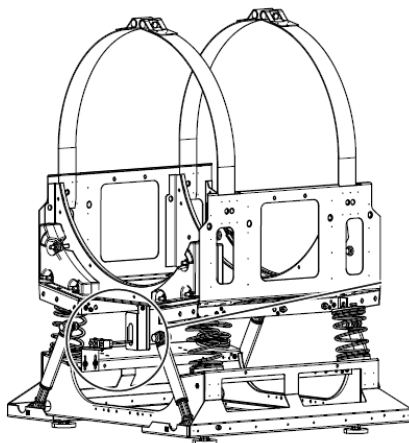
Obrázek2-Velká pračka [1]



Obrázek3-Odpružení a tlumení u velkých praček

Výrobní cena

Z návrhu vyplynula spotřeba materiálu na výrobu malé a velké pračky. Velké pračky na výrobu spotřebují větší množství materiálu a tím se i odráží cena výroby. V poměru malých praček, kde spotřeba materiálu není tak velká, klesá cena i hmotnost. To je také velkým článkem nejen pro servisní službu ale i export.



Obrázek4-Odpružení a tlumení malých praček [1]

ZÁVĚR

Výsledkem celého návrhu je zaměřit konstrukci pračky na velké množství prádla s charakterem konstrukce malé pračky. Pračka musí dodržet určité normy a její schopnost vyrobitelnosti. Velkou výzvou bude odpružení a tlumení. Z hlediska velkého množství prádla na slabou koncepci odpružení, bude zapotřebí sledovat a inovovat pružné a tlumící elementy. Zjistit charakter při praní a zaznamenávat dané hodnoty. Při dobrých výsledcích budou zajištěné malé vibrace, síly do podlahy a kvalita stroje. To bude následovat i nízkou cenu výroby.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České republiky.

LITERATURA

- [1] *Washer extractors: industrial softmount.* In: . September 2024, s. 18. ISSN Alliance laundry system.

OVLADATELNÉ MECHANICKÉ UCPÁVKY PRO KOMPRESORY

Ing. Pavla Karbanová

John Crane a.s., pavla.karbanova@johncrane.com

CONTROLLED MECHANICAL GAS SEALS FOR COMPRESSORS

Abstract: *Now mechanical gas seals for compressors are passive devices, using diagnostic and automation can make them controllable.*

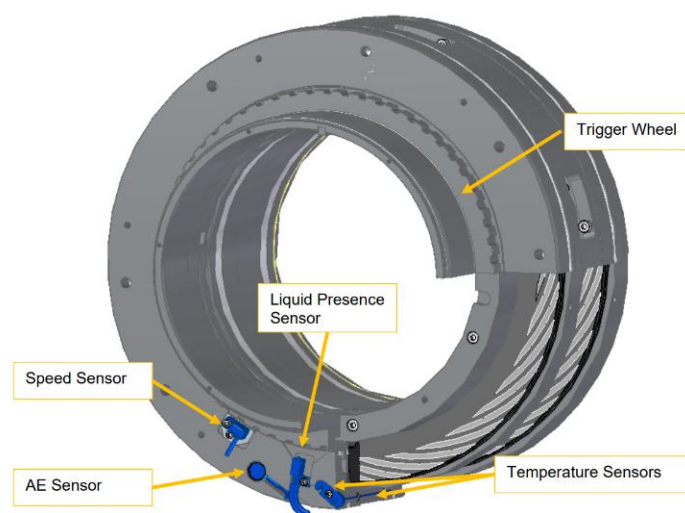
Key words EN: *dry gas seals, compressors, mechanical sealing*

ÚVOD

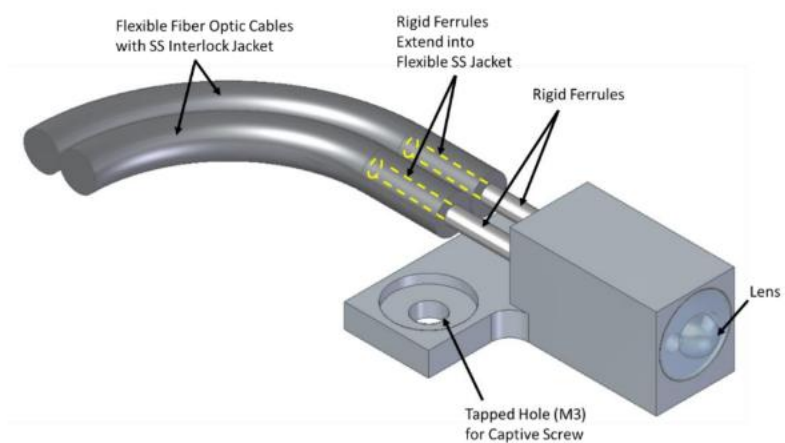
Mechanické těsnění kompresorů (ucpávky) se běžně používají u průmyslových odstředivých kompresorů, například v petrochemickém průmyslu. Historicky byly ucpávky monitorovány pouze prostřednictvím měření úniku a tlaku plynu na úrovni kompresoru, výrobci ucpávek však vyvinuli monitorovací systém zabudovaný v samotné ucpávce, což umožňuje monitorovat přímo stav ucpávky během provozu a tím lépe předvídat a reagovat na provozní stav zařízení, v této práci se zaměříme na možnosti vytvořit z pasivního monitorovacího systému aktivní. Mechanická ucpávka je velmi často příčinou selhání kompresoru, jelikož je jeho nejcitlivější částí, těsnící plochy statoru a rotoru mezi sebou mají tzv. těsnící mezeru o velikosti zhruba 5 mikrometrů, je tedy zřejmé že pokud v kompresoru nastane problém, zde se může velmi rychle projevit.

Současný stav

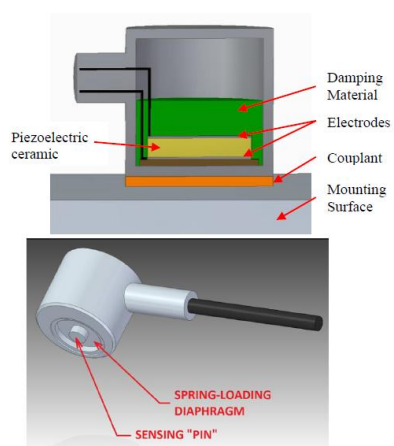
V současné době lze v mechanické ucpávce najít čtyři typy snímačů, snímače teploty, průsaku, rychlosti a akustických emisí, viz Obrázek 1. Teplotními snímači jsou buď termočlánky nebo RTD snímače, s teplotní rozsahem -40 až +150° C. Průsakový snímač funguje na principu optického vlákna, kde když kapalina dopadne na čočku, přeruší tok vláknem, viz Obrázek 2. Pro měření akustických emisí je použitý snímač akustických emisí fungující na principu piezoelektrického jevu, viz Obrázek 3. Posledním použitým snímačem je snímač rychlosti, tedy otáčkový snímač založený na principu Hallova efektu, ke kterému je nezbytné mít na rotoru tzv. drážkované kolo, viz Obrázek 4. Dále je nezbytné mít postprocesing signálů ze snímačů, jež je proveden pomocí zpracování v tzv. aux boxu, viz Obrázek 5, kde se signály zanesou do jednoho grafu, signál z rychlostního snímače se zpracovává z dat z čítače, tedy kolikrát snímač naměřil přítomnost drážky, na rychlost, s daty se pak samozřejmě dá dále pracovat. V současné době se data z monitoringu mechanických ucpávek dají použít například ke sledování dlouhodobých trendů, či troubleshooting po selhání mechanické ucpávky, což je samozřejmě užitečné, ovšem systém je pořád pasivní.



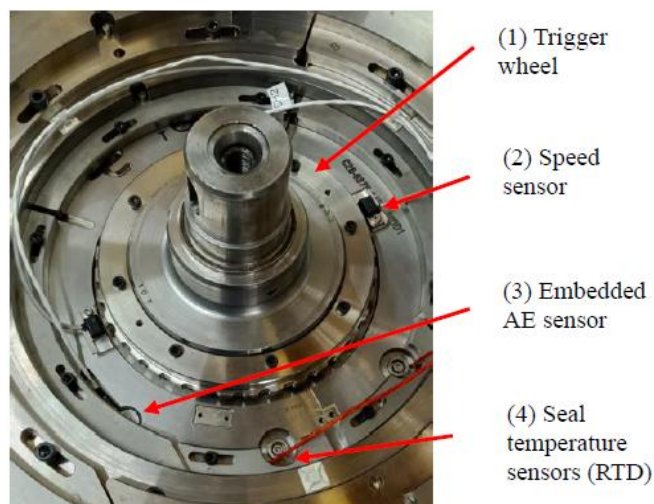
Obrázek 1 – Zobrazení mechanické ucpávky s instalovanými monitorovacími snímači.



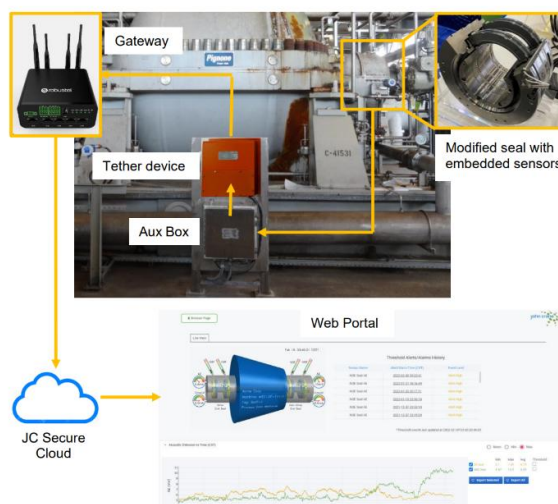
Obrázek 2 – Průsakový snímač.



Obrázek 3 – Snímač akustických emisí.



Obrázek 4 – Otáčkový snímač s drážkovaným kolem.

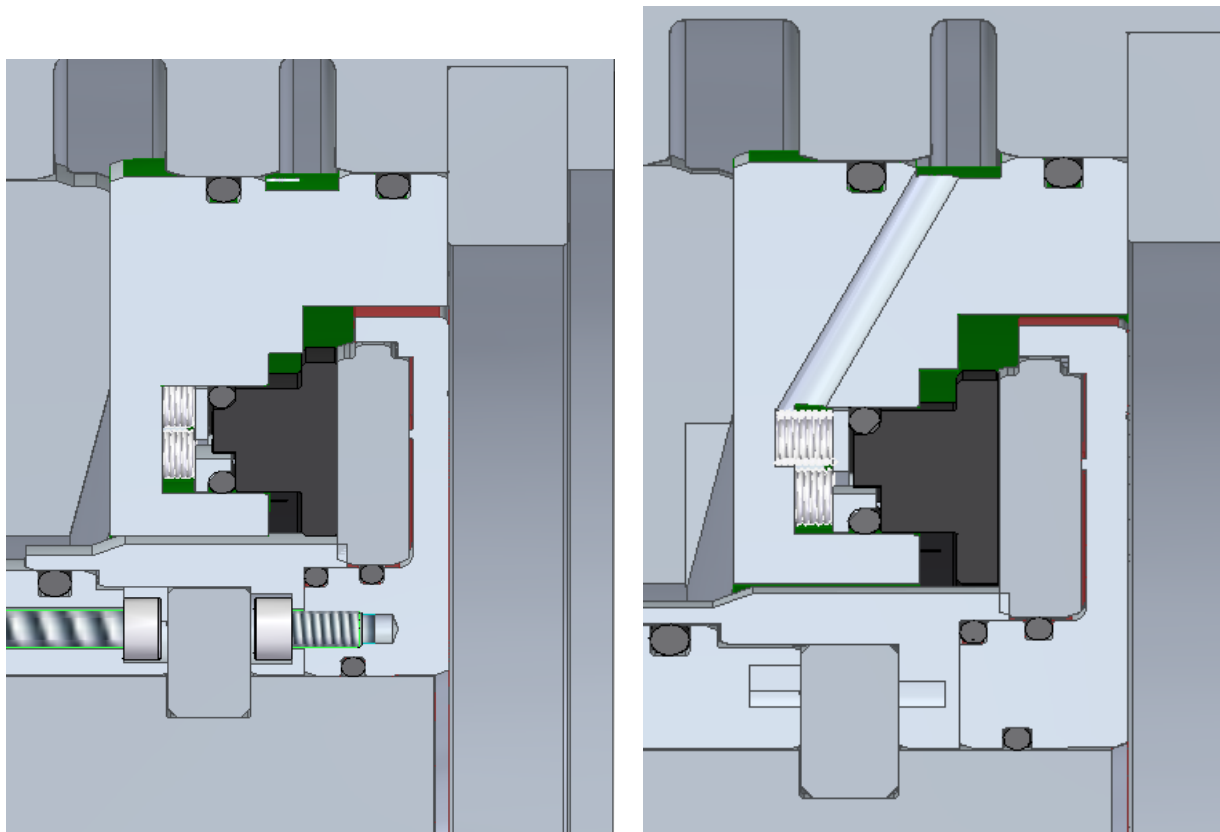


Obrázek 5 – Všechny části monitorovacího systému mechanické ucpávky.

Aktivní ucpávka

Jelikož současný stav nedovoluje jakoukoliv manipulaci s mechanickou ucpávkou za provozu v kompresoru, je též velmi omezená, ne-li nemožná možnost reagovat na změny podmínek v kompresoru, například při rozběhu a doběhu, kdy dochází ke kontaktu primárních těsnících ploch a tím také jejich velkému opotřebení. Další nevýhodou současného stavu je ne úplně efektivní údržba, jelikož krom jiného vzhledem k tomu, že monitorovací systém běží na vlastním rozhraní a není integrován do systému kompresoru, je lehce neefektivní. Aktivní mechanická ucpávka tyto problémy může pomoci redukovat, ne-li v jistých případech vyřešit, pomocí principu funkce, kde přítlačný prvek, jímž je v současné době pružina s nízkou tuhostí, viz Obrázek 6, nahradíme stlačeným inertním plynem, který se nachází u kompresoru už dnes a stačil by nám prostý, malý tlakový booster pro dosažení požadovaných přítlačných sil. Dalším nezbytným snímačem je průsakový snímač, který ovšem měří průsak plynu a polohový snímač pro sledování polohy primárních těsnících prvků, dalším nezbytným vybavením je jednotka na zpracování dat, která by

ovládala tlakový booster ovlivňující přitlačné síly, na což osobně volím tradiční PLC, jednoduché a kompatibilní, na rozdíl od současného stavu.



Obrázek 6 – Mechanická ucpávka vybrána k úpravě na aktivní.

Největší výzvou zde bude náležitě utěsnit tlakový plyn použitý k ovládání přitlačné síly na primární těsnící prvky, dostatečná kompaktnost celého systému a kompatibilita s různými procesními plyny a podmínkami, jež mohou v kompresoru nastat.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České Republiky. Písmo 12pt, kurzíva a také za podpory firmy John Crane a.s., výrobce mechanického těsnění.

LITERATURA

- [1] AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. *API Standard 692: Dry Gas Sealing Systems for Axial, Centrifugal, and Rotary Screw Compressors*. 1st ed. Washington, D.C.: API Publishing Services, 2018. ISBN 978-1-68240-613-3.
- [2] PALMER, Christopher; FRITZ, Colleen; KOTAR, Chris. *Dry Gas Seal Condition Monitoring With Embedded Acoustic Emissions Sensors*. In: *Proceedings of the ASME Turbo Expo 2024: Turbomachinery Technical Conference and Exposition*. London, United Kingdom, 24.–28. června 2024. American Society of Mechanical Engineers, 2024, GT2024-124365. [cit. 2025-09-01]. DOI: 10.1115/GT2024-124365.

HYDRAULICKÁ UCPÁVKA PRO HUTNÍ ARMATURY „SYNGAS“

Jiří Machač

katedra konstruování, Paul Wurth a.s., mac0220@vsb.cz

STUFFINGBOX FOR SYNGAS VALVES

Abstract EN: *The article is containing elementar knowledge of hot stove valves mainly focusing on the hot blast valves for SYNGAS. that according the medium that is used during its operation needs to be heavily isolated and also all the parts that are moving and are in contact with the medium (synthetic gas) must be well sealed to prevent leakage. Equipment that is tailor made for this application is Stuffing box. It secures the tightness and sealing together with accompanying the correct function of the opening mechanism.*

Key words EN: *Stuffingbox, SYNGAS Valves, hydraulic*

HORKOVZDUŠNÉ ŠOUPÁTKO

Horkovzdušné šoupátko, často označované jako hot blast valve, je nezbytnou součástí horkovzdušného systému vysoké pece. Slouží k řízení toku horkého větru (předehřátého vzduchu) z ohřívače větru (tzv. Cowperova ohřívače) do dmyšny pece. Aby tento kritický komponent mohl bezpečně fungovat v extrémních podmínkách, je navržen jako vysoce izolovaný. Uvnitř svého robustního ocelového těla má speciální vyzdívku z žáruvzdorných materiálů, která chrání konstrukci před teplotami přesahujícími 1200 °C a zároveň zajišťuje malé tepelné ztráty. Díky tomu je možné efektivně a s minimálními energetickými ztrátami dopravovat horký vítr, což je klíčové pro optimalizaci procesu tavení ve vysoké peci.

Části a funkce horkovzdušného šoupátka

Horkovzdušné šoupátko se skládá z několika klíčových částí, které společně zajišťují jeho funkci:

- Tělo ventilu: Masivní ocelová konstrukce, která tvoří vnější plášť.
- Žáruvzdorná vyzdívka: Vnitřní obložení z keramických nebo žáruvzdorných cihel, které chrání ocelové tělo před vysokými teplotami a snižuje tepelné ztráty.
- Šoupátko/Uzavírací element: Pohyblivá část (často ve tvaru talíře nebo hradítka), která otevírá a zavírá průchod.
- Pohon (Actuator): Mechanismus (často hydraulický nebo elektrický) pro ovládání pohybu šoupátka.
- Těsnící mechanismus: Systém těsnění, který zajišťuje, že při zavřené pozici nedochází k úniku horkého větru.

Hlavní funkcí šoupátka je řídit, kdy a jaký ohřívač větru je připojen k vysoké peci. V praxi se používá více ohřívačů, které se střídají v cyklech ohřevu a "dmychání". Zatímco jeden ohřívač dodává horký vítr do pece (a jeho šoupátko je otevřené), ostatní se zahřívají. Šoupátko tak umožňuje plynulou a bezpečnou alternaci mezi jednotlivými ohřívači a zajišťuje nepřetržitou dodávku horkého vzduchu do vysoké pece.



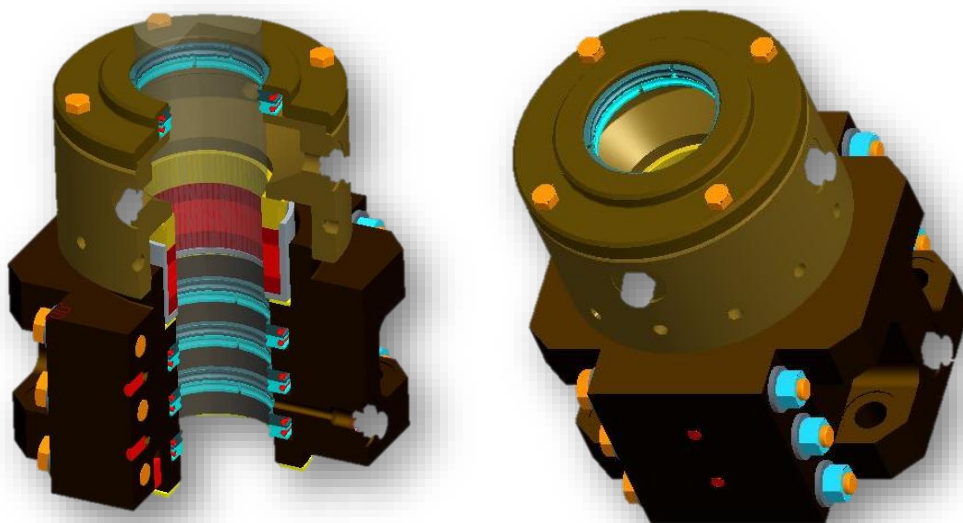
Obrázek 1 - Horkovzdušné šoupátko

STUFFING BOX – UCPÁVKOVÁ KOMORA

Mechanismus těsnění u horkovzdušného šoupátka slouží k tomu, aby se zabránilo úniku média (horkého větru) podél pohyblivého hřídele nebo tyčí.

- Pohyb: Chladicí tyče, které vedou chladicí vodu do uzavíracího elementu (šoupátka), se musí pohybovat nahoru a dolů přes pevné víko (bonnet) ventilu. Aby při tomto pohybu nedocházelo k úniku, jsou tyto tyče utěsněny v ucpávkové komoře.
- Ucpávková komora: Tato komora je vyplněna ucpávkovými kroužky, často vyrobenými z materiálů odolných vůči vysokým teplotám, jako je například grafit. Tyto kroužky jsou stlačeny pomocí ucpávkové matice (nebo přitlačného kusu), která tlačí na ucpávku a zajišťuje její těsnost kolem hřídele nebo tyčí.
- Chladicí tyče: Tyče, kterými proudí chladicí voda, jsou obvykle duté a jsou vedeny zvenčí, přes ucpávkovou komoru, přímo do pohyblivého šoupátka. Toto řešení umožňuje chlazení šoupátka, které je v přímém kontaktu s horkým vzduchem, čímž se minimalizuje jeho tepelná deformace.

Těsnost je kriticky důležitá. Pokud by těsnění selhalo, mohlo by dojít k úniku horkého média a v případě vniknutí vody do pece by mohlo dojít k závažným komplikacím. Proto se používají materiály s vysokou odolností proti teplotě a tlaku.



Obrázek 2 - Ucpávková komora Paul Wurth a.s.

HYDRAULICKÁ UCPÁVKA

Pro potřeby těsnění syntetického plynu vyvinula společnost Paul Wurth a.s. speciální hydraulickou ucpávkovou komoru pro utěsnění horkovzdušného šoupátka. Její hlavní inovací je využití hydraulického zámku pro těsnění, jenž umožňuje chladicím tyčím konat pohyb ve více směrech. Jelikož speciální SYNGAS aplikace toto vyžaduje. Toto řešení je klíčové pro zajištění spolehlivého těsnění i v náročných provozních podmínkách. Celý systém je momentálně v intenzivní fázi testování, aby se ověřila jeho spolehlivost a funkčnost.



Obrázek 3 - Hydraulická ucpávková komora Paul Wurth a.s.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České Republiky.

LITERATURA

- [1] Interní dokument Paul Wurth a.s. no. 6-PWCZ-2602-25-011175.
- [2] Interní dokument PWCZ_R.20002.02R&D_07.
- [3] Tylkin, M.A., Sivak, V.I., Parfent'ev, I.F. et al. A new design for a hot blast valve. *Metallurgist* 3, 422–423 (1959). <https://doi.org/10.1007/BF00741630>.

OTOČNÝ PLOVOUCÍ PŘESYP

Ing. Tomáš Navrátil

katedra konstruování, tomas.navratil@vsb.cz

ROTATING FLOATING SPILL

Abstract EN: *The article focuses on the design and operational aspects of a floating rotary transfer conveyor, commonly used in the extraction and transport of bulk materials, particularly in sand and gravel pits. The equipment is mounted on pontoons and enables the transfer of material between conveyors directly on the water surface. The paper describes the basic construction of the transfer unit, including the floating support structure, the rotary mechanism, and the discharge conveyor. Furthermore, the main advantages of this solution are analyzed, such as flexibility, mobility, and the possibility of redirecting the material flow, as well as the disadvantages, including demanding maintenance, higher acquisition costs, and the risk of instability when tilted. In the final section, potential design modifications are proposed to enhance safety and reliability, such as the addition of guiding elements, optimization of pontoons, or the use of inclination sensors. The floating rotary transfer conveyor thus represents a modern technology with significant potential for further technical development and improved operational efficiency.*

Key words EN: *technology, conveyor, mechanism*

ÚVOD

V těžbě štěrkopísku a dalších sypkých surovin z vodních ploch je nezbytné efektivně řešit dopravu materiálu od těžebního zařízení na břeh nebo k dalšímu zpracování. Kromě korečkových a pásových dopravníků se často používají speciální otočné plovoucí přesypy. Tyto stroje slouží k překládce materiálu z jednoho dopravníku na druhý, a to přímo na hladině vody. Díky své konstrukci na plovácích zajišťují flexibilitu a možnost přizpůsobení provozu měnícím se podmínkám.

KONSTRUKCE ZAŘÍZENÍ

Otočný plovoucí přesyp se skládá z několika hlavních částí:

1. Nosná konstrukce na plovácích

- Zajišťuje stabilitu stroje na hladině. Plováky bývají ocelové nebo plastové, vyplněné vzduchem či pěnou.
- Konstrukce musí být dostatečně tuhá, aby unesla vlastní hmotnost přesypu i dopravovaného materiálu. [2][5]

2. Otočná výsypná část

- Klíčový prvek umožňující směřování toku materiálu na různé navazující dopravníky.
- Otočný mechanismus bývá řešen ložiskovým věncem s pohonem, který umožňuje rotaci v rozsahu obvykle 180–360°. [3][4]

3. Přijímací a výsypný dopravník

- Přijímací část navazuje na přívodní pás z korečkového rypadla nebo plovoucího dopravníku.
- Výsypná část směřuje materiál na další pásový dopravník vedoucí k břehu nebo přímo do zásobníku. [1]

4. Pohonný a ovládací systém

- Skládá se z elektromotorů, převodovek a elektrického řízení.
- Moderní systémy umožňují poloautomatické nebo plně automatické řízení polohy výsypky podle potřeby provozu. [5]

VÝHODY POUŽITÍ

- **Flexibilita** – díky otočné části lze snadno přesměrovat materiál na různé navazující dopravníky. [3]
- **Úspora prostoru** – není nutné budovat složité pevné konstrukce na vodě.
- **Mobilita** – zařízení lze relativně snadno přemístit v rámci těžební jámy. [5]
- **Bezpečnost a plynulost dopravy** – minimalizuje se nutnost ručních zásahů do toku materiálu.

NEVÝHODY A PROVOZNÍ PROBLÉMY

- **Stabilita** – při větším náklonu přesypu (např. vlivem vlnění nebo nerovnoměrného zatížení) hrozí riziko vypadení dopravníku z otočné části. [4]
- **Náročná údržba** – otočné mechanismy a ložiska jsou vystavena prašnému prostředí a vlhkosti. [2]
- Vyšší pořizovací cena oproti pevným konstrukcím. [3]
- **Omezená životnost** – vlivy koroze, abrazivní působení písku a dynamické namáhání.

MOŽNOSTI KONSTRUKČNÍCH ÚPRAV

- Zvýšení bezpečnosti uložení dopravníku – např. doplnění vodicích segmentů či pojistných klínů, které zamezí vysunutí při náklonu.
- Použití těsněných ložisek a antikorozní ochrany – prodloužení životnosti. [1]
- Optimalizace plováků – zvětšení plochy nebo jejich variabilní rozmístění pro lepší stabilitu. [5]

- Implementace senzorů náklonu – včasná signalizace rizika a možnost automatického zastavení provozu.



Obrázek 1 - Plovoucí systém, který je součástí většího projektu výsypu / překládky materiálu přes vodu. Dopravník je umístěn nad hladinou, pravděpodobně s částí otočného mechanismu [5].

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České Republiky.

LITERATURA

- [1] JIRÁSEK, Jaroslav a kol. *Dopravní a manipulační zařízení*. Praha: ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04539-2.
- [2] ZDENĚK, Václav. *Stroje pro těžbu a dopravu sypkých hmot*. Brno: VUT, Fakulta strojního inženýrství, 2008. Skriptum.
- [3] SUPREME MANUFACTURING. *Floating Conveyors*. [online]. Dostupné z: <https://www.suprememfg.net/floating-conveyors/> [cit. 13. 9. 2025].
- [4] LMSTEEL Projects. *Floating Transfer Station*. [online]. Dostupné z: <https://www.lmsteelprojects.com/floating-transfer-station/> [cit. 13. 9. 2025].
- [5] SWO Schiffswerft Oberelbe GmbH. *Floating Conveyor Systems*. [online]. Dostupné z: <https://www.swo.de/en/floating-conveyor-systems/> [cit. 13. 9. 2025].

KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ PRO NAVAŘOVNÍ TĚŽNÍCH HROTŮ

Ing. Lukáš Štercl
(340) Katedra konstruování
lukas.stercl@vsb.cz

DESIGN OF DEVICE FOR WELDING MINING TIPS

Abstract EN: The topic of my work was proposed in cooperation with Šterclova strojírna s.r.o. The task was to create a design solution for a new device designed for welding shafts and performing hardfacing of rotating parts.

The main goal was to streamline production and ensure repeatability of the welding process, which is often problematic when performed manually.

Key words EN: Welding, welding positioner, shafts, mining blades.

ÚVOD

Téma mé práce bylo navrženo ve spolupráci se společností Šterclova strojírna s.r.o. Úkolem bylo vytvořit konstrukční řešení nového zařízení určeného pro navařování hřídelů a provádění tvrdonávárů rotačních dílců.

Hlavním cílem bylo zefektivnit výrobu a zajistit opakovatelnost procesu navařování, která je u ručního provedení často problematická.

Navržené zařízení se skládá z:

- továrně vyráběného polohovadla,
- pinoly,
- dvou lineárních os,

přičemž celé zařízení je řízeno pomocí Arduino Uno R3.

Výsledkem je funkční zařízení využívané v praxi.

KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Použité komponenty a konstrukční řešení

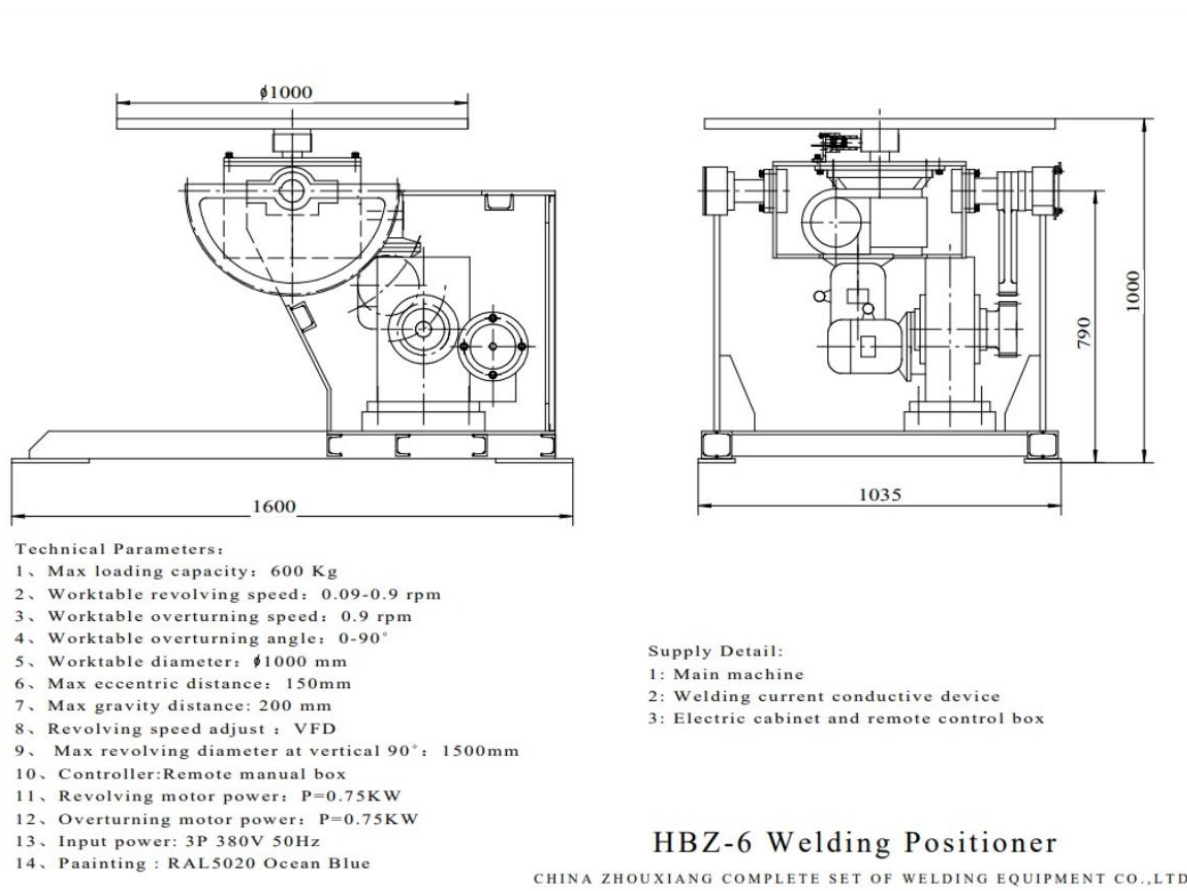
Pro realizaci zařízení byly využity dostupné standardizované komponenty v kombinaci s vlastním konstrukčním návrhem. Cílem bylo navrhnout funkční celek, který bude dostatečně robustní pro proces navařování, ale zároveň ekonomický a snadno udržovatelný.

Mechanická část

- Polohovadlo – továrně vyráběné zařízení umožňující rotaci svařovaného dílce.
- Pinola – pro zajištění a centrování hřídelí a rotačních dílců.
- Dvě lineární osy – sloužící pro přesný posuv hořáku během procesu navařování.
- Rám a konstrukce – svařovaná ocelová konstrukce přizpůsobená zástavbě všech komponent a snadnému přístupu k obsluze.

Polohovadlo:

Bylo vytipováno polohovadlo od firmy **ZHOUXIYNG CHINA typ HBZ-6 viz. obr.1** Bylo vyhovující z důvodů robustnosti stroje a vysoké citlivosti na potenciometru pro regulaci otáček.



Obrázek 1 – Specifikace použitého polohovadla [1]

Pinola:

Byla využita z vyřazeného soustruhu **TOS SN-20** a následně vevařena pomocí roznášecích desek a stavěcích šroubů do konstrukce pro citlivé nastavení souososti polohovadla versus pinoly.

Lineární osy:

Funkční požadavky

- Plynulé řízení pracovní rychlosti v rozsahu cca 0,8–5 ot/min.
- Aktivace rychloposuvu po delším stisknutí směrového tlačítka (původně 100 ot/min, následně sníženo na 20 ot/min z důvodu stability).
- Okamžité zastavení stroje v případě aktivace tlačítka STOP nebo sepnutí koncového spínače.
- Zajištění opakovatelnosti procesu navařování, čímž se dosahuje vyšší kvality výsledného dílce.

Při prvním provedení lineární osy jsem zvolil pro pohon šroubovici **M20×3**, přičemž posuv byl zajišťován sestavou bronzové matice v ocelovém korpusu. Toto řešení se však v praxi neosvědčilo. Šroubovice nebyla dokonale rovná a při každé otáčce docházelo k radiálnímu házení přibližně ± 6 mm. V důsledku toho se svařovací hořák během pohybu neustále přibližoval a vzdaloval od povrchu obrobku, což vedlo k nestabilnímu hoření elektrického oblouku a výrazně nekvalitnímu návaru.

Řešením byla výměna šroubovice za přesný kuličkový šroub SN **30x10**, který zaručuje vysokou přesnost, hladký chod a minimální vůle. Po této úpravě problém s proměnlivou vzdáleností hořáku od svařence zcela zmizel a kvalita výsledného svarového návaru se významně zlepšila. Rám osy je tvořen svařencem trubky se dvěma ložiskovými domky na koncích v nichž jsou nalisovány kuželíková ložiska, ve kterých se otáčí šroub viz. **obr. 2**.



Obrázek 2 – Fotografie z výroby osy

Elektronická část

- Arduino Uno R3 – centrální řídicí jednotka zajišťující koordinaci všech pohybů.
- Krokový motor NEMA 34 s enkodérem – použitý pro pohon lineární osy, zajišťující přesné polohování a stabilní chod.
- Driver CL86T v režimu closed-loop – řízení krokového motoru s kontrolou zpětné vazby z enkodéru, což eliminuje problém ztráty kroků.
- LCD displej 16×2 (bez I2C) – pro zobrazení provozních údajů, zejména aktuální rychlosti.

- Ovládací prvky – tlačítka pro pohyb vpravo, vlevo a okamžité zastavení, dále potenciometr pro nastavení pracovní rychlosti.
- Koncové spínače – ochrana proti přejetí lineárních os mimo pracovní rozsah.



Obrázek 3 – Fotografie elektro skříně

ZÁVĚR

Výsledkem projektu je funkční zařízení **viz. obr.4**, které umožňuje opakovatelný a stabilní proces navařování hřidelů těžných hrotů a rotačních dílců. Kombinace jednoduché a levné elektroniky v podobě Arduina s průmyslově dostupnými komponenty (motor, driver, polohovadlo) přinesla spolehlivé řešení s dostatečnou přesností.

Největší výzvou nebyla samotná konstrukce nebo elektronika, ale ladění softwaru, správná logika směrových povelů, řešení rychloposuvu a stabilita motoru při vyšších rychlostech. Postupným testováním a úpravami se podařilo vytvořit systém, který zefektivňuje výrobu a přináší vyšší kvalitu výsledných dílců.

Projekt má potenciál k dalšímu rozvoji – například přidání více os, využití joystickového ovládání nebo integrace do nadřazeného PC systému pro automatizaci výroby.



Obrázek 4 – Fotografie kompletního zařízení



Obrázek 5 – Fotografie z procesu navařování

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SGS 2025 pod názvem: Výzkum a vývoj moderních postupů a technologií v průmyslové praxi, hrazeného ze státního rozpočtu České republiky.

LITERATURA

- [1] Zhouxiang weld. Online. Zhouxiang weld. 2023, 2023. Dostupné z: <https://www.zhouxiangweld.com/>. [cit. 2025-08-31].

APLIKÁCIA GENERATÍVNEHO DIZAJNU NA DIELEC MINIKÁRY

Matúš Virostko¹, Martin Mantič²

¹Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, SJF TU Košice, matus.virostko@tuke.sk

²Katedra konštrukčného a dopravného inžinierstva, SJF TU Košice, martin.mantič@tuke.sk

APPLICATION OF GENERATIVE DESIGN TO A MINICAR PART

Abstract EN: The article deals with the application of generative design to the structural construction of a mini-car steering wheel with the aim of minimizing weight while maintaining the required strength. This design method works based on algorithms and AI, which creates and evaluates several solution variants based on the input parameters.

Key words EN: additive manufacturing, generative design, optimization

ÚVOD

Generatívny dizajn (GD) predstavuje inovatívnu metódu tvorby komponentov, ktorá využíva algoritmy a umelú inteligenciu na generovanie optimálnych návrhov v závislosti od zadaných parametrov a obmedzení. Úlohou konštruktéra nie je priamo určiť tvar súčiastky, ale definovať ciele, materiálové charakteristiky a výrobné podmienky, pričom samotný algoritmus automaticky navrhuje rôzne varianty riešení [1]. Tento prístup vychádza z princípov evolučných a generatívnych procesov. Vďaka moderným technológiám, ako je topologická optimalizácia, hlboké učenie či generatívne adversariálne siete, umožňuje GD navrhovať ľahké, no pevné konštrukcie s vysokou výkonnosťou [2][3]. Medzi jeho hlavné prednosti patrí integrácia s CAD/CAE systémami, ktorá zabezpečuje automatizované testovanie návrhov už v raných fázach vývoja. Uplatnenie generatívneho dizajnu sa potvrdilo v širokom spektre odvetví – od letectva a automobilového priemyslu až po robotiku a vzdelávanie [4][5]. Okrem redukcie hmotnosti a zvýšenia tuhosti technických komponentov prispieva aj k zlepšeniu ergonómie a estetických kvalít výrobkov. V spojení s nástrojmi umelej inteligencie, cloudovými riešeniami a analýzou veľkých dát sa GD stáva významným prvkom modernej inžinierskej praxe a otvára nové možnosti spolupráce medzi človekom a strojom [6][7][8].

V príspevku je generatívny dizajn využitý na optimalizáciu volantu bezmotorovej minikáry.

VÝBER VOZIDLA A KOMPONENTU

Pre demonštráciu využitia generatívneho dizajnu v automobilovej oblasti bola zvolená bezmotorová minikára (obrázok 1) s nosnosťou do 80 kg, určená na jazdu po svahoch so sklonom 5–7 %. Základné technické parametre tohto vozidla sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 - Parametre bezmotorovej minikáry

Parameter	Hodnota	Jednotka
Celková hmotnosť	30	kg
Rázvor kolies	900	mm
Rozchod kolies prednej nápravy	600	mm
Priemer kolies	250	mm
Maximálna rýchlosť	45	km/h

Parametre slúžili na odhad maximálnych prevádzkových zaťažení, ktoré predstavujú vstupné údaje pre proces optimalizácie.

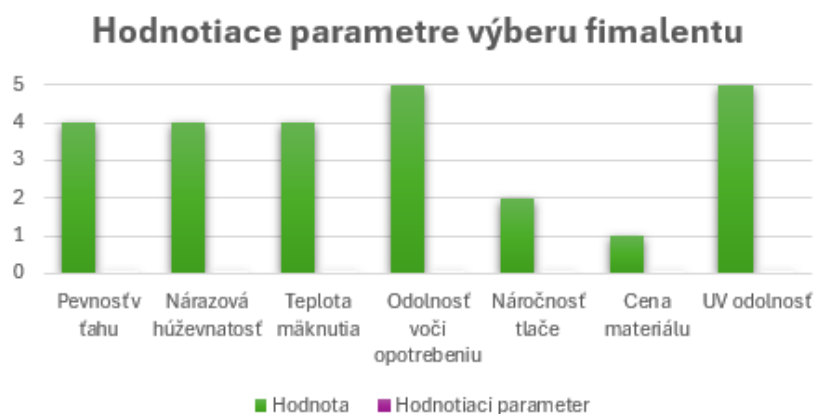
**Obrázok 1** Bezmotorová minikára

Ako objekt optimalizácie bol vybraný volant minikáry (obrázok 2). Ide o hliníkovú trojramennú konštrukciu s priemerom $\varnothing 220$ mm a hmotnosťou 432 g. Pre zlepšenie úchopu je obruč potiahnutá látkovým gripom. Súčasný riešenie volantu nevykazuje výraznejšiu optimalizáciu rozloženia materiálu, čo poskytuje vhodný priestor na uplatnenie generatívneho dizajnu.

**Obrázok 2** Pôvodný volant minikáry

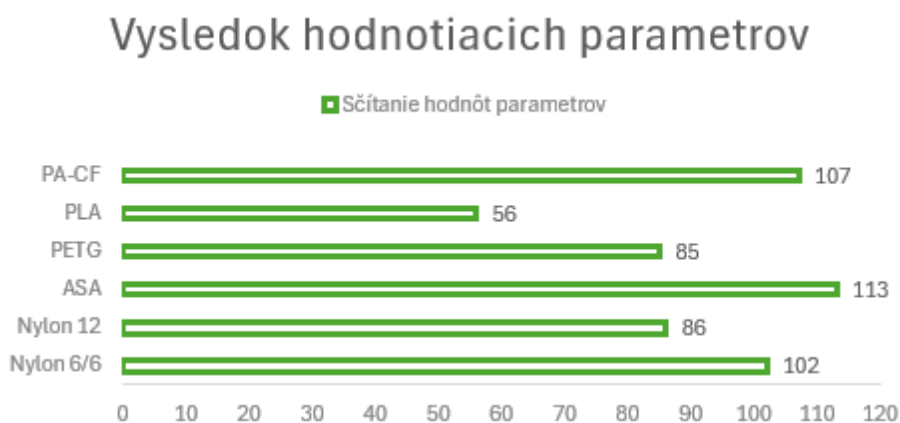
VÝBER MATERIÁLU A VÝROBNEJ TECHNOLOGIE OPTIMALIZOVANÉHO VOLANTU

Pri návrhu volantu minikáry prostredníctvom generatívneho dizajnu bola zvolená aditívna výroba realizovaná technológiou FDM 3D tlače. Keďže pri generovaní návrhu je možné priamo určiť typ materiálu, bolo potrebné vybrať vhodný filament z bežne dostupných možností. Do hodnotenia boli zahrnuté materiály PLA, PETG, ASA, Nylon 6/6, Nylon 12 a PA-CF. Posudzovanie prebiehalo podľa viacerých kritérií, ako sú pevnosť v ťahu, nárazová húževnatosť, teplota mäknutia, odolnosť proti opotrebeniu, UV stabilita, zložitosť tlače a cena materiálu. Každému parametru bolo priradené bodové hodnotenie v rozsahu 0 až 5 (obrázok 3), pričom 0 predstavovalo najnižšiu a 5 najvyššiu úroveň sledovanej vlastnosti.



Obrázok 3 Grafické znázornenie hodnotenia filamentov

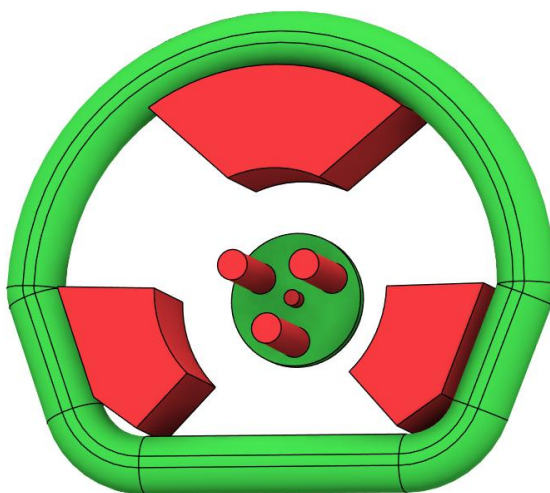
Na základe multikritériálneho vyhodnotenia bol ako najvhodnejší filament pre výrobu optimalizovaného volantu určený ASA (akrylonitril-styrén-akrylát) (obrázok 4). Tento materiál dosiahol najlepšie výsledky najmä v oblastiach kľúčových pre volant používaný v exteriéri – vynikajúca UV odolnosť, stabilita mechanických vlastností a dobré pevnostné parametre.



Obrázok 4 Grafické znázornenie celkového výsledku filamentov

GENERATÍVNY NÁVRH VOLANTU

Proces optimalizácie volantu prebiehal prostredníctvom generatívneho dizajnu v softvéri Autodesk Fusion 360. Tento nástroj umožňuje kombinovať viaceré scenáre zohľadňujúce pôsobiace zaťaženia aj výrobné obmedzenia a následne automaticky generovať viacero jedinečných variantov riešenia. Ako vstupné údaje bolo potrebné definovať pôsobiace sily a geometrické limity konštrukcie. Veľkosť sily potrebnej na otočenie volantu sa stanovila v statickom stave, ktorý predstavuje menej priaznivú a teda kritickejšiu situáciu než pri pohybe minikáry. Cieľom optimalizácie bolo získať konštrukciu s čo najnižšou hmotnosťou, pričom museli byť zachované pevnostné požiadavky a stanovené bezpečnostné faktory. V rámci procesu bola upravená aj pôvodná kruhová obruč, ktorej spodná časť dostala zrezaný tvar, čím sa dosiahla efektívnejšia geometria volantu.



Obrázok 5 Vstupná geometria štúdie pre GD

Vstupná geometria štúdie pozostávala z nasledujúcich prvkov (obrázok 5):

- Zelené oblasti predstavovali telesá, ktoré bolo potrebné vzájomne prepojiť a zachovať počas procesu optimalizácie.
- Červené oblasti označovali priestory, ktorým sa mal návrh vyhnúť. Tieto časti boli navrhnuté tak, aby vytvárali manipulačný priestor pre skrutky a zároveň zabezpečili miesto na úchop rúk pri riadení.

V ďalšej fáze sa definovali zaťažovacie stavy a okrajové podmienky, pričom sa uvažovalo s pôsobením rázovej sily a krútiaceho momentu na volant, a to so zohľadnením bezpečnostného faktora druhého stupňa. Ako preferovaná výrobná metóda bola zvolená 3D tlač z materiálu ASA. Na základe týchto vstupných údajov softvér generatívneho dizajnu vytvoril viacero návrhov, ktoré spĺňali stanovené kritériá. Z takto vygenerovaných variantov bolo následne potrebné vybrať najvhodnejší model určený na výrobu a testovanie. K výberu slúžil hodnotiaci filter, v ktorom boli jednotlivým posudzovaným kritériám priradené váhy v rozmedzí 0 až 100 %. Dostupné kritériá zahŕňali nasledujúce parametre:

- **Minimalizácia hmotnosti:** 100 %
- **Dosiahnutie požadovaného faktora bezpečnosti:** 100 %
- **Minimalizácia posunov (deformácií):** 60 %
- **Jednoduchosť výroby:** 30 %
- **Náročnosť výpočtu:** 10 %

Na základe zvolených kritérií bol ako najvhodnejší identifikovaný **piaty variant**, ktorý dosiahol 96,06 % zhodu s požadovanými parametrami (obrázok 6).



Obrázok 6 Vygenerované varianty volantu štúdie

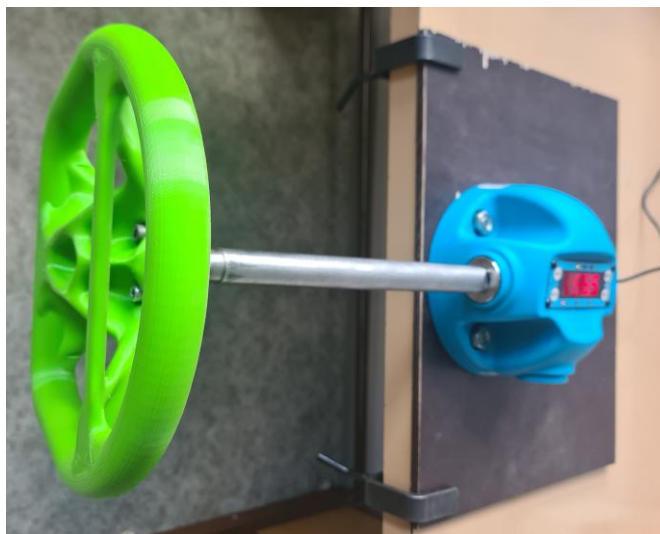
Tento návrh bol následne exportovaný a zhotovený vo fyzickej podobe prostredníctvom 3D tlače s použitím filamentu ASA. Na obrázku (obrázok 7) je zobrazený prototyp optimalizovaného volantu bezmotorovej minikáry pripravený na finálne testovanie.



Obrázok 7 Optimalizovaný volant vytvorený aditívnou výrobou 75% výplň materiálu ASA

TEST ODOLNOSTI OPTIMALIZOVANÉHO VOLANTU

Na overenie funkčnosti a zistenie pevnostnej rezervy bol použitý etalónový merací prístroj na stanovenie krútiaceho momentu. Volant bol pri teste upevnený na provizórnu riadiacu tyč, ktorá slúžila ako vizuálna a konštrukčná náhrada reálneho uloženia (obrázok 8). Výsledky preukázali, že volant nevykázal žiadne viditeľné deformácie ani porušenie štruktúry materiálu a odolal krútiacemu momentu až 61,6 Nm, čo predstavuje približne osemnásobok analyticky vypočítanej hodnoty potrebnej na jeho pootočenie.



Obrázok 8 Testovacia zostava s pripojeným volantom a momentovým etalónovým meradlom pri overovaní maximálneho momentu.

ZÁVER

V rámci realizovanej štúdie bol navrhnutý a optimalizovaný volant pre bezmotorovú minikáru so zameraním na redukciu hmotnosti pri zachovaní požadovanej pevnosti a bezpečnostných parametrov. Generatívny dizajn využívajúci softvér Fusion 360 umožnil vytvoriť variant s organicky tvarovanou geometriou a upraveným profilom venca, čo zároveň prispelo k lepšej ergonómii. Na výrobu bol zvolený filament ASA, ktorý svojimi vlastnosťami spĺňa požiadavky na exteriérové použitie, a prototyp bol zhotovený metódou FDM 3D tlače. Skúšky odolnosti preukázali viac než osemnásobnú pevnostnú rezervu oproti prevádzkovému zaťaženiu, čo potvrdzuje, že výsledné riešenie efektívne kombinuje bezpečnosť, funkčnosť a významné zníženie hmotnosti.

PodĎakovanie

Tento článok bol vypracovaný v rámci projektov KEGA 044TUKE-4/2024 Aplikácia virtuálnej a rozšírenej reality do vzdelávania s cieľom inovácie konštrukčných študijných programov a financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00015.

LITERATÚRA

- [1] GRADIŠAR, Luka, Robert KLINC, Žiga TURK a Matevz DOLENC. Generative Design Methodology and Framework Exploiting Designer-Algorithm Synergies. *Buildings*. 2022, 12(12), 2194. ISSN 2075-5309. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/buildings12122194>.
- [2] JANSSEN, P. A generative evolutionary design method. *Digital Creativity*. 2006, 17(1), 49–63. ISSN 1462-6268. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/14626260600665736>.
- [3] OH, Sangeun, Yongsu JUNG, Seongsin KIM, Ikjin LEE a Namwoo KANG. Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models. *Journal of Mechanical Design*. 2019, 141(11, SI), 111405. ISSN 1050-0472. Dostupné z: <https://doi.org/10.1115/1.4044229>.
- [4] YOO, Soyoung, Sunghee LEE, Seongsin KIM, Kwang Hyeon HWANG, Jong Ho PARK a Namwoo KANG. Integrating deep learning into CAD/CAE system: generative design and evaluation of 3D conceptual wheel. *Structural and Multidisciplinary Optimization*. 2021, 64(4), 2725–2747. ISSN 1615-147X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00158-021-02953-9>.
- [5] MARINOV, Martin, Marco AMAGLIANI, Tristan BARBACK, Jean FLOWER, Stephen BARLEY, Suguru FURUTA, Peter CHARROT, Iain HENLEY, Nanda SANTHANAM, G. Thomas FINNIGAN, Siavash MESHKAT, Justin HALLET, Maciej SAPUN a Pawel WOLSKI. Generative Design Conversion to Editable and Watertight Boundary Representation. *Computer-Aided Design*. 2019, 115, 194–205. ISSN 0010-4485. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2019.05.016>.
- [6] BORDAS, Antoine, Pascal LE MASSON, Maxime THOMAS a Benoit WEIL. What is generative in generative artificial intelligence? A design-based perspective. *Research in Engineering Design*. 2024, 35(4), 427–443. ISSN 0934-9839. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00163-024-00441-x>.
- [7] VAISMAN MUNIZ, Carlos Eduardo a Wagner Luiz OLIVEIRA DOS SANTOS. Generative Design applied to Cloud Modeling. In: 2021 20th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGAMES 2021). Gramado, Brazil, 18.–21. október 2021. IEEE, 2021, s. 79–86. ISBN 978-1-6654-0189-0. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/SBGames54170.2021.00019>.
- [8] LI, Xueyang, Minyang XU a Xiangdong ZHOU. Twins-Mix: Self Mixing in Latent Space for Reasonable Data Augmentation of 3D Computer-Aided Design Generative Modeling. In: 2023 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME). Brisbane, Australia, 10.–14. júl 2023. IEEE, 2023, s. 906–911. ISBN 978-1-6654-6891-6. ISSN 1945-7871. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ICME55011.2023.00160>.

Autor:	Kolektiv autorů	
Katedra:	Katedra konstruování	340
Název:	Prezentace doktorandů katedry 340/2025	
Místo, rok vydání:	Ostrava, 2025, 1. vydání	
Počet stran:	47	
Vydala:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava	
Tisk:	On-line – Elektronická forma	
Náklad:	Bez omezení	

NEPRODEJNÉ

ISBN 978-80-248-4817-4 (on-line)