

System nízkoúrovňových válečkových a řetězových dopravníků

Bc. Vít Hanus

Vedoucí práce: Ing. František Starý

Abstrakt

Tématem práce je návrh a konstrukce modulárního systému válečkových a řetězových dopravníků pro přepravu palet různých velikostí při dodržení minimální výšky dopravníku 100 mm - 150 mm. Úvodní část práce se zabývá stručným popisem dané problematiky s nástinem jednotlivých koncepčních návrhů včetně jejich ekonomického i konstrukčního zhodnocení. V další části se hlouběji řeší vybrané konstrukční uzly a je provedena jejich MKP analýza. Závěr práce je věnován experimentu, který byl proveden ve firmě Pragometal a který má posloužit k ověření analyticky vypočtených hodnot pohonu válečkového dopravníku.

Klíčová slova

Válečkový dopravník, řetězový dopravník, modulární systém, MKP analýza

1. Úvod

Cílem práce je návrh a konstrukce modulárního systému válečkových a řetězových dopravníků pro přepravu palet různých velikostí při zachování minimální výšky dopravníku 150 mm, což je také hlavním kritériem této práce.

Další parametry pro návrh

| | |
|--|-------------------------------------|
| Typy přepravovaných palet | - EUR, 1 200 x 1 000, 1 200 x 1 200 |
| Minimální výška bez nohou | - 100 mm až 150 mm |
| Maximální výška s nohama | - 800 mm |
| Modulární délky | - 1 500 mm, 2 000 mm, 4 000 mm |
| Standardní rychlost dopravníku | - 0,2 mm/s |
| Možnost spojovat poháněné a nepoháněné sekce | |
| Možnost výškové rektifikace | |

2. Konceptní návrhy válečkových dopravníků



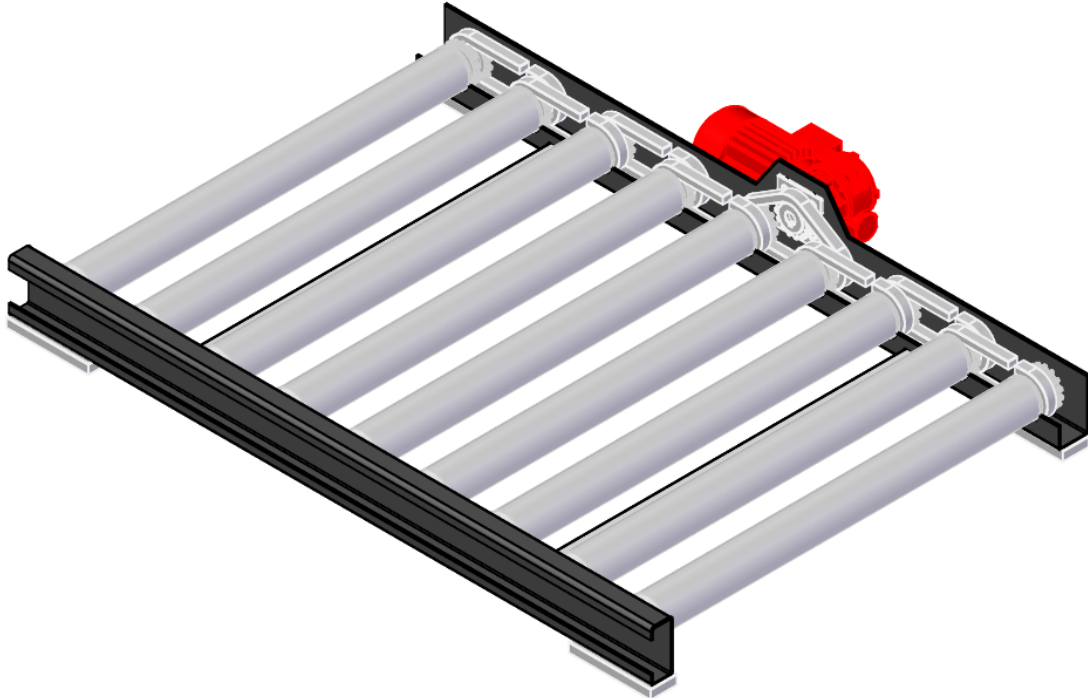
Obr. 1. Konceptce válečkového dopravníku s tangenciálním pohonem



Obr. 2. Modifikace válečkového dopravníku s tangenciálním pohonem

Výhody tohoto způsobu pohonu, tj. pohonu, kdy je váleček opatřen jednou řetězkou a řetězová smyčka je vedena z prvního válečku až na poslední váleček, jsou především vyšší

účinnost, jednoduchá konstrukce (možnost volit libovolné rozteče válečků) i montáž. Mezi nevýhody naopak řadíme nutnost přesného vedení řetězu a to buď ve spodní, nebo horní větvi. V tomto případě pohonu je zde navíc žádoucí opatření poháněcí stanice, respektive řetězu, napínacím mechanismem.



Obr. 3. Koncepce válečkového dopravníku s pohonem opásáním

Výhody tohoto způsobu pohonu, tj. pohonu, kdy je váleček opatřen dvěma řetězkami a řetězová smyčka je vedena z válečku na váleček, jsou především bezúdržbový provoz, vyšší ochrana záběru než u tangenciálních pohonů a není zde nutné vedení řetězu. Hlavní nevýhoda naopak spočívá v nutnosti přesných tolerancí roztečí válečků (není možnost přidávat válečky v případě těžších palet), obtížnější montáži a požadavku dvou řetězek na jednom válečku.

2.1 Zhodnocení koncepčních variant

Pro ekonomické zhodnocení navržených variant byly nejprve poptány válečky různých parametrů a jim odpovídající doporučené rozteče pro danou zátěž. Tyto rozteče byly zpracovány do tabulky, z které byly následně vybrány vhodné rozteče na základě parametrů od nich se odvíjejících (délka dopravníku, minimální a maximální počet válečků pod paletou).

Tabulka 1. Volba vhodných roztečí a jim odpovídající délky dopravníku

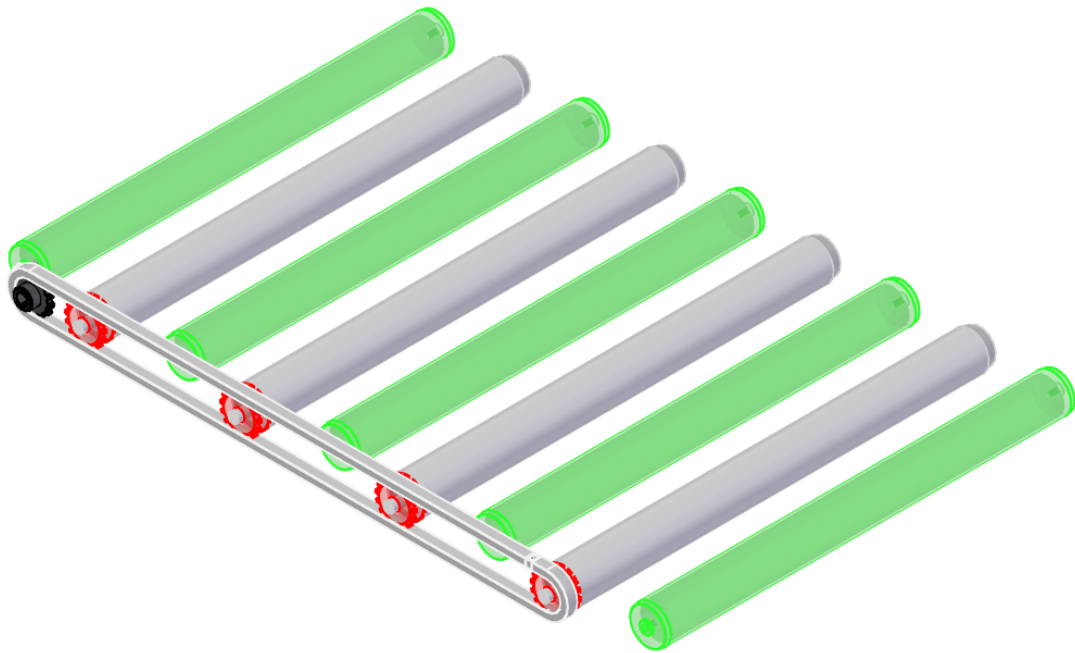
| Rozteč [mm] | Délka dopravníku [mm] | | | Počet válečků [ks] | Počet válečků pod paletou [ks] | Minimální počet válečků pod paletou [ks] |
|-------------|-----------------------|------|------|--------------------|--------------------------------|--|
| 166,5 | 1332 | 1498 | 1998 | 8, 9, 12 | 8 | 7 |
| 174 | 1392 | 1566 | 1914 | 8, 9, 11 | 7 | 6 |
| 182 | 1274 | 1456 | 2002 | 7, 8, 11 | 7 | 6 |
| 190 | 1330 | 1520 | 2090 | 7, 8, 11 | 7 | 6 |
| 198 | 1386 | 1584 | 1980 | 7, 8, 10 | 7 | 6 |
| 206 | 1442 | 1442 | 2000 | 7, 7,10 | 6 | 5 |
| 214 | 1284 | 1498 | 1926 | 6, 7, 9 | 6 | 5 |
| 222 | 1332 | 1554 | 1998 | 6, 7, 9 | 6 | 5 |
| 230 | 1380 | 1610 | 2070 | 6, 7, 9 | 6 | 5 |
| 238 | 1428 | 1428 | 1904 | 6, 6, 8 | 6 | 5 |
| 246,5 | 1232 | 1479 | 1972 | 5, 6, 8 | 5 | 4 |

Tabulka 2. Procentuální porovnání původních nákladů a nákladů na jednotlivé varianty

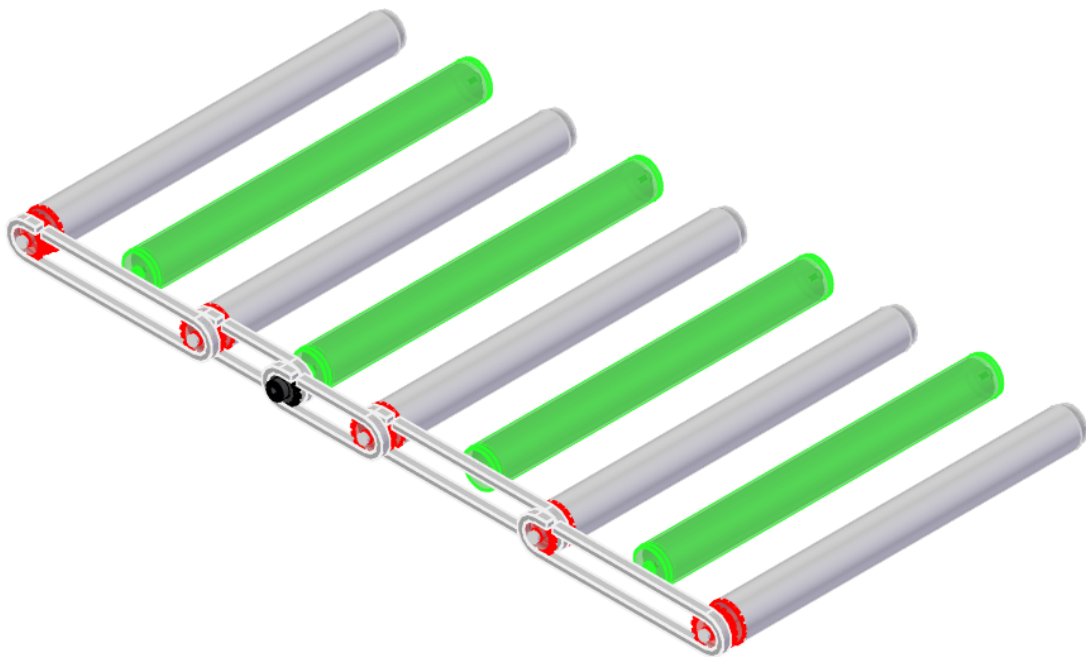
| Rozměr válečku [mm] | Rozteč [mm] | Hnaných válečků [ks] | Gravitačních válečků [ks] | Procentuální porovnání původních nákladů a nákladů na jednotlivé varianty | |
|---------------------|-------------|----------------------|---------------------------|---|------------------------|
| | | | | Řetězová smyčka | Tangenciální provedení |
| 80x3 | 166,5 | 12 | 0 | 0,0% | 3,9% |
| | | 6 | 6 | -7,1% | -3,9% |
| 89x3 | 198 | 10 | 0 | -6,9% | -11,9% |
| | | 5 | 5 | -14,8% | -16,1% |
| 89x3 | 198 | 10 | 0 | -14,0% | Nepozinkovaná řetězka |
| | | 5 | 5 | -18,4% | |
| 80x3 | 198 | 10 | 0 | -16,3% | -12,8% |
| | | 5 | 5 | -22,3% | -19,2% |
| 89x3 | 222 | 9 | 0 | -15,9% | -20,3% |
| | | 5 | 4 | -22,0% | -23,6% |
| 89x3 | 222 | 9 | 0 | -22,32% | Nepozinkovaná řetězka |
| | | 5 | 4 | -25,59% | |

Poznámka:

V porovnání je zahrnuta cena vlastních válečků, vedení řetězu pro tangenciální pohon a řetězu. Jako referenční hodnota pro porovnání je brána hodnota nakoupených dílů pro dopravník s délkou 2 000 mm s válečky o rozměru 80 mm x 3 mm a roztečí 166,5 mm pro případ, kdy jsou všechny válečky poháněné.



Obr. 4. Rozvržení válečků při tangenciální pohonu



Obr. 5. Rozvržení válečků při pohonu opásáním

Z obrázků je patrné, že pro každý způsob pohonu je optimální jiný počet válečků.

- a. Tangenciální pohon
 - lichý počet → oba krajní válečky jsou nepoháněné
 - sudý počet → jeden krajní váleček je nepoháněný
- b. Pohon opásáním
 - lichý počet → oba krajní válečky jsou poháněné
 - sudý počet → jeden krajní váleček je nepoháněný

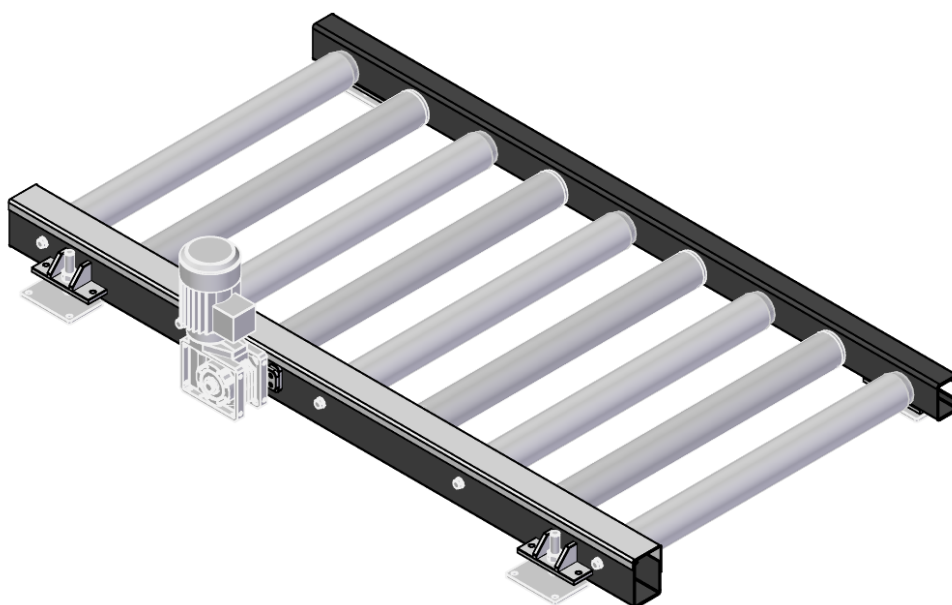
Při porovnání těchto poznatků je tedy zřejmé, že pokud bude kladen požadavek všech poháněných válců, není možné použít tangenciální pohon válečků, neboť při tomto způsobu, kdy je poháněcí stanice umístěna na kraji dopravníku, není možné na stejném kraji umístit také poháněcí váleček.

2.2 Zvolená konstrukční varianta válečkového dopravníku

Z výše uvedených důvodů byla jako nejvhodnější varianta pro další konstrukční zpracování vybrána varianta s pohonem pomocí opásání všech hnaných válečků v kombinaci s nepoháněnými gravitačními válečky. Rozteč válečků byla zvolena 222 mm a poháněcí stanice je umístěna v ose gravitačního válečku.



Obr. 6. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním



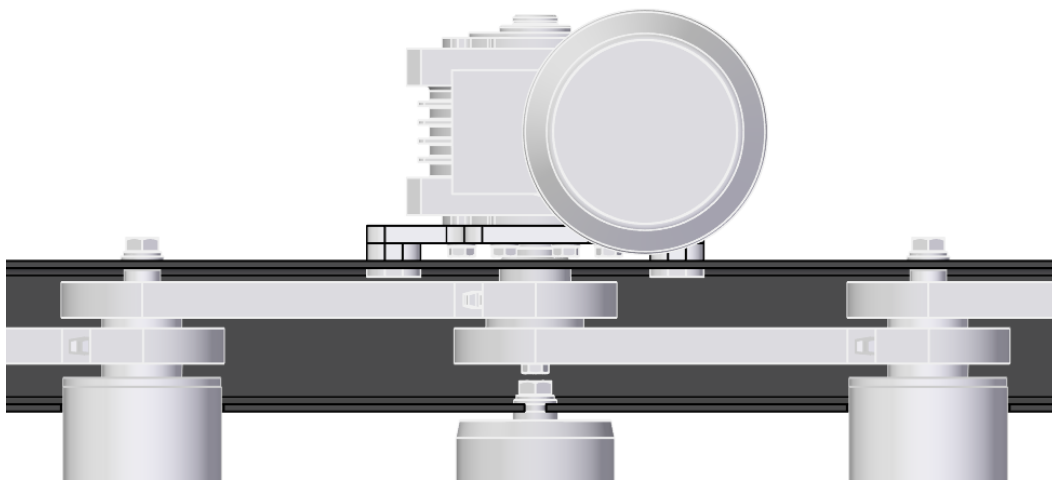
Obr. 7. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním – pohled od poháněcí stanice



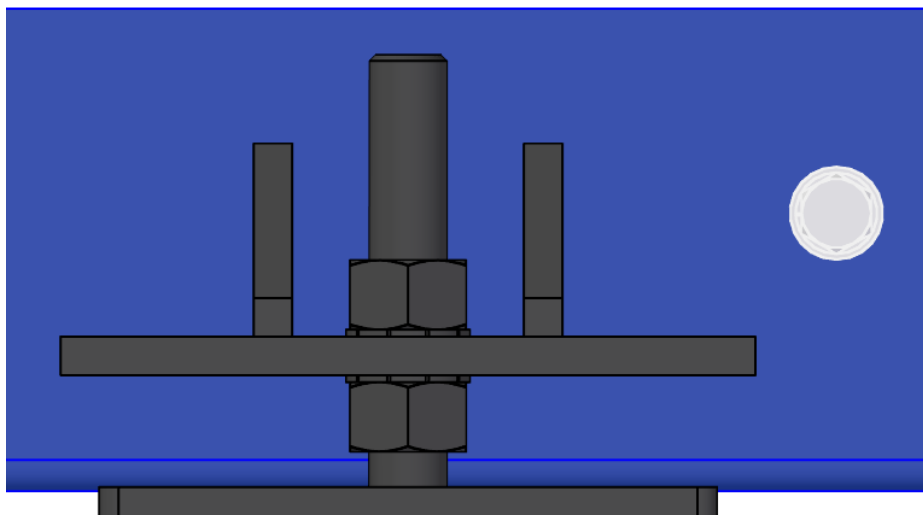
Obr. 8. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním – pohled zepředu



Obr. 9. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním – pohled z boku



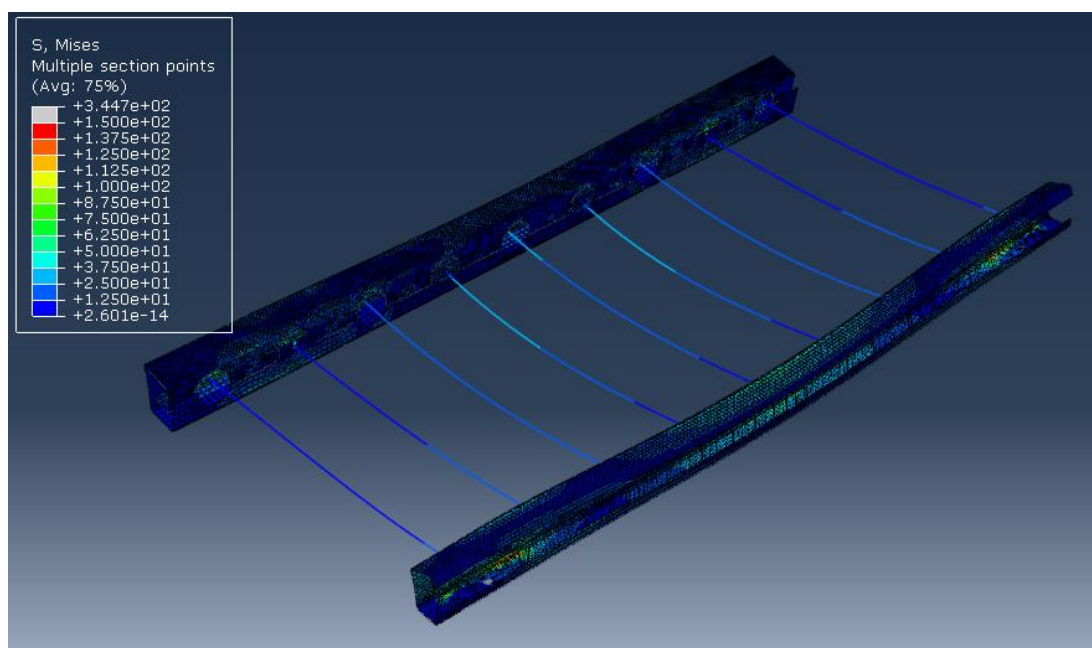
Obr. 10. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním – detail na rozváděcí řetězku



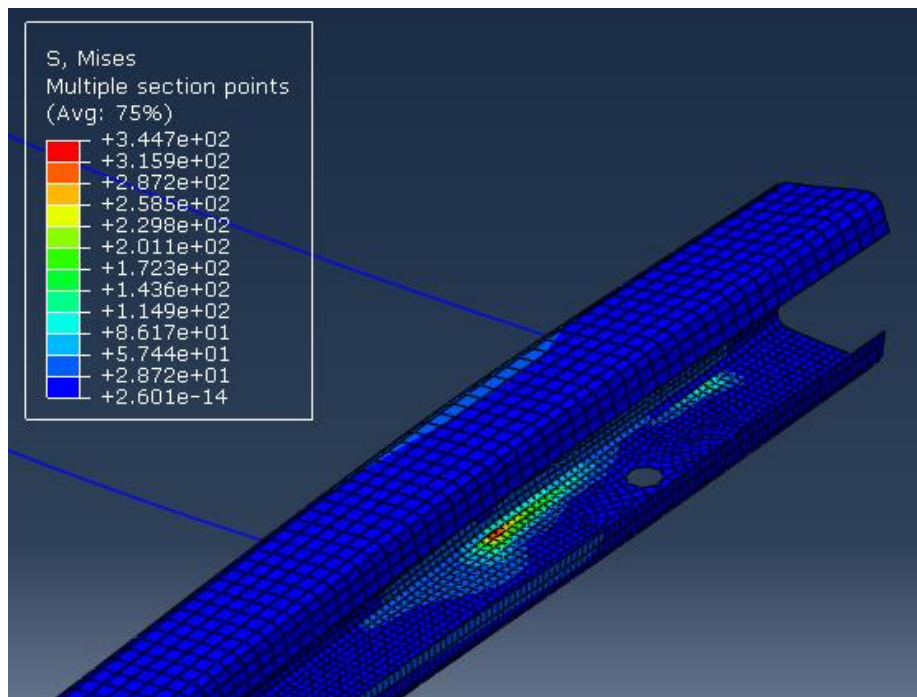
Obr. 11. Vybraná konstrukční varianta válečkového dopravníku s pohonem opásáním – výšková rektifikace

2.3 MKP analýza vybrané konstrukční varianty

MKP analýza byla provedena v programu Abaqus/CAE 6.12. Plechové profily byly modelovány jako SHELL tělesa, válečky jako WIRE tělesa a ostatní prvky jako SOLID tělesa. Všechny tyto prvky byly potom v módu ASSEMBLY sestaveny do modelu výsledné sestavy. Zatížení bylo rovnoměrně rozloženo na 5 prostředních válečků do míst, kde jsou mezi válečkem a osou válečku umístěny ložiska.

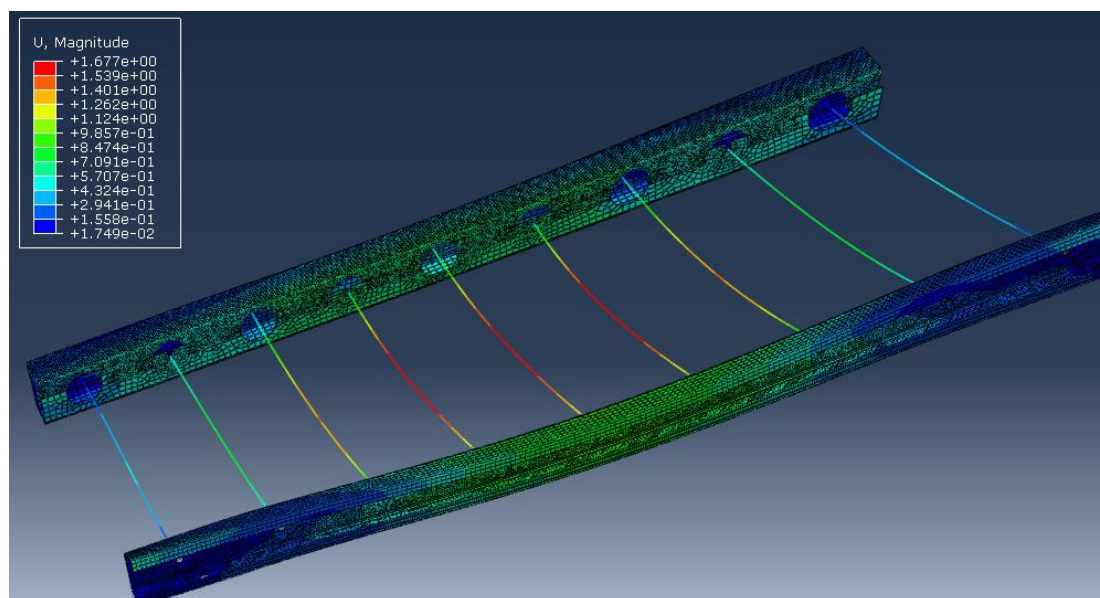


Obr. 12. MKP analýza válečkového dopravníku- průběh napětí



Obr. 13. MKP analýza válečkového dopravníku - místo největšího zatížení

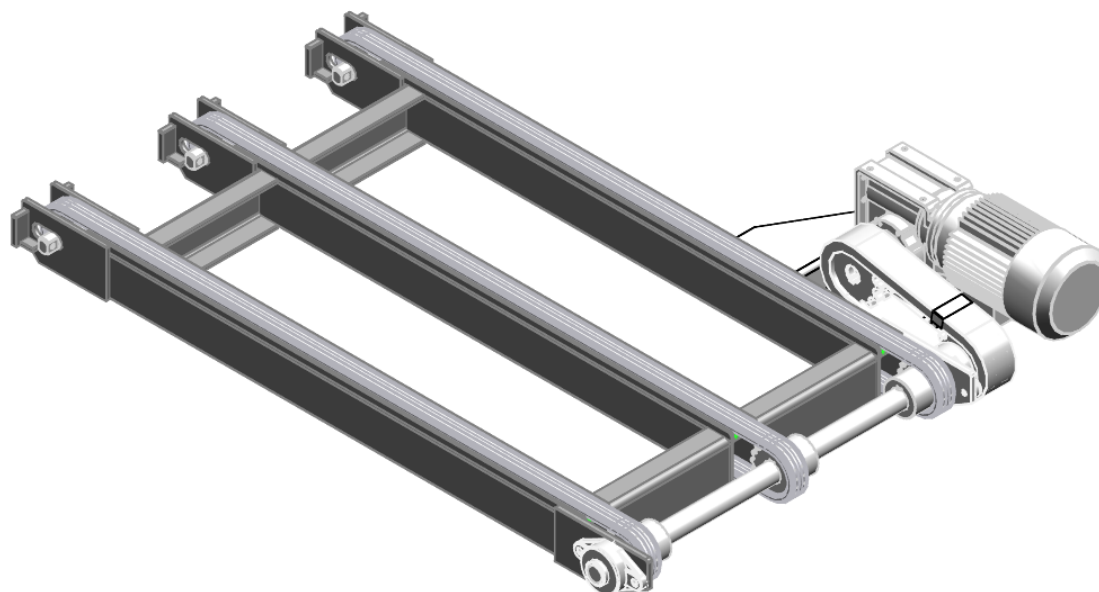
Poloha největšího zatížení je situována v místě pod nohou dopravníku, kde se vlivem zatížení dopravník nejvíce „láme“ a kde vzniká bodové zatížení. Toto místo bude ještě optimalizováno pro dosažení lepší výsledků. Ostatní výsledky se pohybují v hodnotách pohybujících se na hranici 100 N/mm².



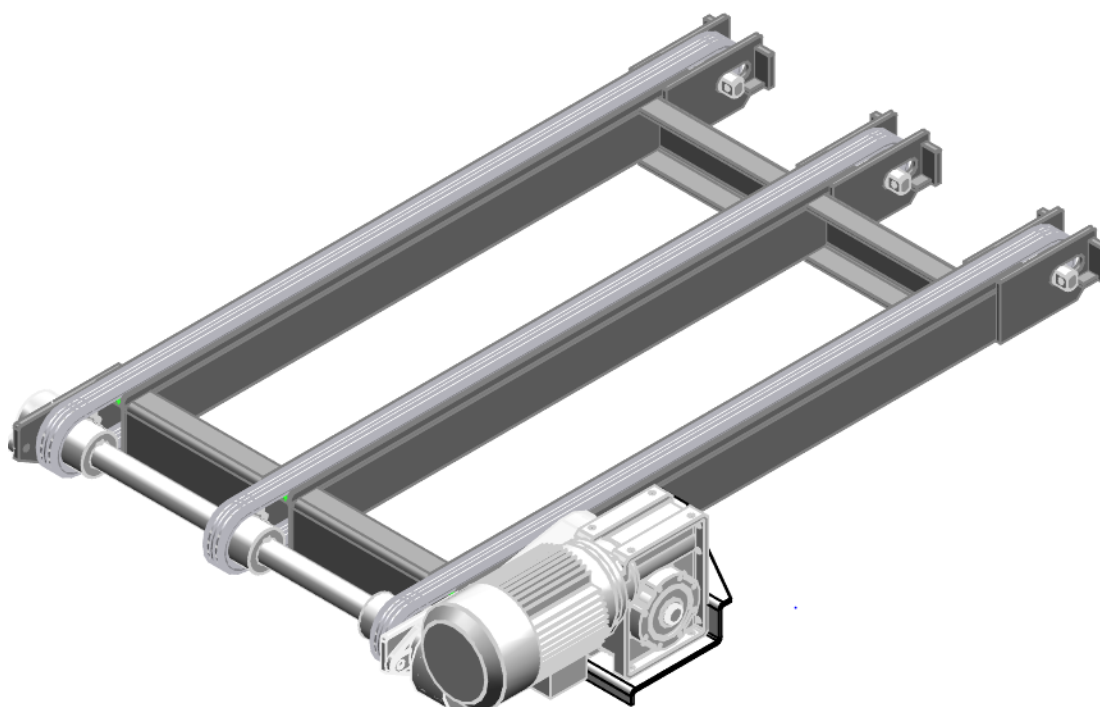
Obr. 14. MKP analýza válečkového dopravníku- průběh posunutí

Při zhodnocení průběhu posunutí je z MKP analýzy patrné, že největší průhyb nastane ve střední části dopravníku uprostřed válečku. Velikost tohoto průhybu je 1,67 mm.

3. Konceptní návrh řetězového dopravníku



Obr. 15. Konceptní návrh řetězového dopravníku



Obr. 16. Konceptní návrh řetězového dopravníku - pohled od poháněcí stanice

V případě řetězového dopravníku se o pohon hnací hřídele stará poháněcí stanice s výkonem 1,1 kW. Poháněcí řetěz je typu 16B-2. Dopravní řetěz typu 10B-2 je veden na polyethylenovém vedení o vysoké hustotě a velmi vysoké molekulové váze. Řetězový

dopravník je v provedení se třemi větvemi dopravního řetězu. Hlavní nosné profily jsou obdélníkové jekly s rozměrem 100 mm x 60 mm a tloušťkou stěny 3 mm.

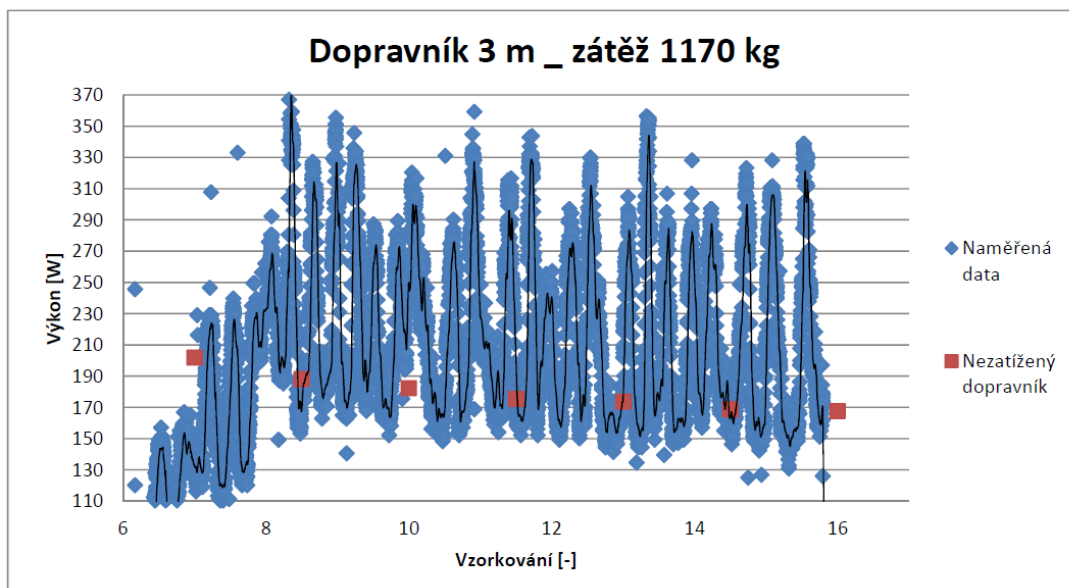
4. Experimentální měření provedené ve firmě Pragometal, spol. s r. o.

Experimentální měření bylo provedeno pro ověření teoreticky určených hodnot potřebných výkonů pro dva typy dopravníků (1 500 mm, 3 000 mm), a to bez zátěže a se zátěží 570 kg a 1 170 kg. Z důvodu omezené manipulace s paletami byl pokus se zátěží 1 170 kg proveden pouze na dopravníku s délkou 3 000 mm.

Vyhodnocení měření je řešeno v relativních hodnotách, což znamená, že se hodnota ztrátového výkonu pro nezatížený dopravník porovná s hodnotou potřebného výkonu pro zatížený dopravník a výsledná změna se srovná se změnou hodnoty výkonu nezatíženého a zatíženého dopravníku při výpočtu.



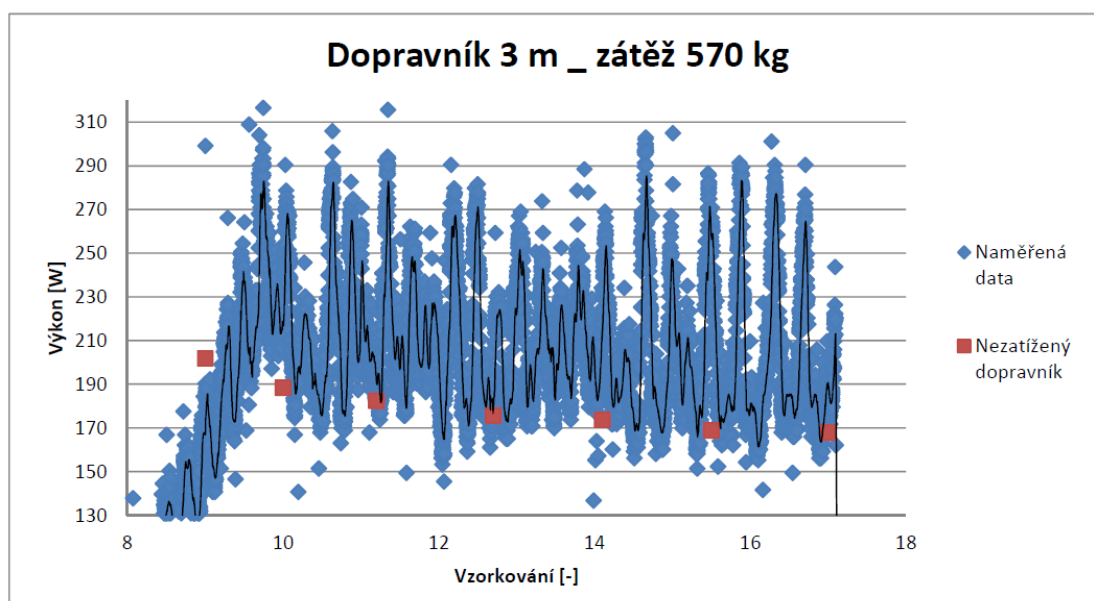
Obr. 17. Zkušební stanoviště pro provedení experimentu



Obr. 18. Vyhodnocení experimentu – dopravník 3 000 mm, zátěž 1 170 kg

Přibližná hodnota výkonu zjištěná experimentálně: $P = 120 \text{ W}$

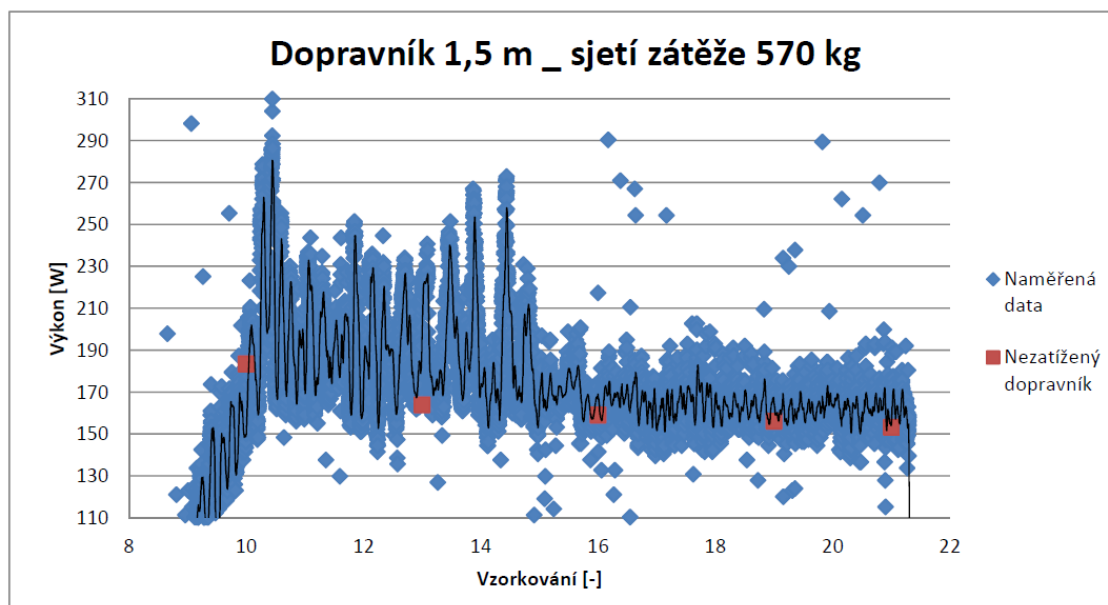
Hodnota výkonu zjištěná teoreticky: $P = 121,18 \text{ W}$



Obr. 19. Vyhodnocení experimentu – dopravník 3 000 mm, zátěž 570 kg

Přibližná hodnota výkonu zjištěná experimentálně: $P = 65 \text{ W}$

Hodnota výkonu zjištěná teoreticky: $P = 59,98 \text{ W}$



Obr. 20. Koncepční návrh řetězového dopravníku - pohled od poháněcí stanice

Přibližná hodnota výkonu zjištěná experimentálně: $P = 62 \text{ W}$

Hodnota výkonu zjištěná teoreticky: $P = 59 \text{ W}$

5. Závěr

Cílem práce byl návrh a konstrukce modulárních válečkových a řetězových dopravníků, zhodnocení ekonomického i konstrukčního hlediska navržených variant a zhotovení 3D modelů vybraných variant.

Pro vyhodnocení experimentálního měření byly naměřené hodnoty zpracovány v programu MS Excel a výsledné hodnoty výkonu porovnány s hodnotami teoretickými. Při porovnání těchto hodnot je možné teoretické hodnoty prohlásit za správné, neboť se od experimentálně určených hodnot liší jen nepatrně. Tato odlišnost může být způsobena především nepřesnostmi palety, nebo nepřesností volby součinitelů ve výpočtech.

Seznam symbolů

P výkon (W)

Seznam použité literatury

- [1] MALÍK, V. *Válečkové tratě v teorii a praxi*. Praha: SNTL, 1963.
- [2] DRAŽAN, F.; VOŠTOVÁ, V.; JEŘÁBEK, K.; BRAND, M. *Teorie a stavba dopravníků*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1983.
- [3] POLÁK, J.; BAILOTTI, K.; PAVLISKA, J.; HRABOVSKÝ, L. *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava: Vydavatelství VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003.
- [4] DRASTÍK, F. a kol. *Strojnické tabulky: Pro konstrukci a dílnu*. Ostrava: Montanex, 2002.
- [5] <http://www.interroll.com/cz/skupina-interroll/vyrobky/dopravnikove-valecky/>
- [6] http://www.retezy-vam.com/images/stories/PDF/vypocet_valeckoveho_retezu.pdf
- [7] http://www.retezy-vam.com/images/stories/PDF/vypocet_dopravniho_retezu.pdf