

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Konstruování strojů a technických zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Transport potištěného média v rámci plošné řezačky kartónu

Autor: **Tomáš JANKOVEC**

Vedoucí práce: **prof. Ing. Václava Lašová Ph.D.**

Akademický rok 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tomáš JANKOVEC**
Osobní číslo: **S19B0737P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Konstruování strojů a technických zařízení**
Téma práce: **Transport potištěného média v rámci plošné řezačky kartónu**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování

Základní požadavky: Vypracovat unikátní konstrukční řešení pro transport potištěného média v rámci plošné řezačky kartónu.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Specifikace stěžejních vlastností.
2. Analýza kinematiky procesu.
3. Vytvoření koncepčních variant.
4. Hodnocení a zvolení nevhodnější varianty.
5. Vytvoření funkčního konstrukčního návrhu, včetně výpočtové kontroly.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

[1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra: obecné strojní části*. Praha: Computer Press, 1999.
ISBN 80-7226-055-3

Podkladové materiály, výkresy, prospekty, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. Ing. Václava Lašová, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Renny Vachek, Ph.D.**
Gear Design s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2021**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Prof. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 16. října 2020

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce prof. Ing. Václavě Lašové Ph.D. za profesionální vedení bakalářské práce, a také konzultantu Ing. Rennymu Vachkovi Ph.D. za ochotné předávání odborných znalostí a zkušeností, včasných a přesných výtek a trpělivosti při objasnění konstrukčních prvků. Dále bych rád poděkoval své mamince Ivaně Jankovcové a přítelkyni Pavle Lisnerové za nepřetržitou podporu a trpělivost při studiu i psaní bakalářské práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Jankovec	Jméno Tomáš	
STUDIJNÍ OBOR	STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) prof. Ing. Lašová Ph.D.	Jméno Václava	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Transport potištěného média v rámci plošné řezačky kartónu		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	42	TEXTOVÁ ČÁST	30	GRAFICKÁ ČÁST	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS	Bakalářská práce obsahuje konstrukční návrh transportní části potištěného a plošně rozřezaného média, kde dochází k odstraňování odpadu. Dále obsah bakalářské práce tvoří základní výpočtová kontrola použitých konstrukčních prvků.
KLÍČOVÁ SLOVA	Flexografický tisk, papírenský průmysl, výroba, papírové obaly.

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Jankovec	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	Mechanical engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) prof. Ing. Lašová Ph.D.	Name Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Printed media transport within cardboard cutter		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2021
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	42	TEXT PART	30	GRAPHICAL PART	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor thesis contains design study of a transport section of a printed and cut flat media where waste removal occurs. Next the thesis contains basic calculation check of the applied design elements.
KEY WORDS	Flexographic printing Paper industry Production Paper packaging

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Představení stroje.....	11
2.1	Základní rozměry.....	12
2.2	Hlavní části profesionálního tiskařského stroje.....	12
2.2.1	Tisková část.....	12
2.2.2	Zpracovatelská část.....	13
3	Historie flexografie.....	13
4	Princip tisku.....	14
4.1	Výroba desek.....	14
4.1.1	První metoda.....	14
4.1.2	Druhá metoda.....	14
4.1.3	Třetí metoda.....	14
4.2	Upevnění.....	15
5	Základní části tiskové jednotky.....	16
5.1	Plnicí válec.....	16
5.2	Aniloxový válec.....	16
5.3	Čepel.....	16
5.4	Deskový válec.....	16
5.5	Otiskový válec.....	16
6	Flexografické tiskové inkousty.....	17
6.1	Typy inkoustů pro flexografický tisk.....	17
6.2	Využití.....	17
6.3	Procesní křivky rychlostí jednotlivých konstrukčních částí.....	18
6.4	Popis průběhu média ve zpracovatelské části.....	18
6.4.1	Předpis úhlového zrychlení.....	19
6.4.2	Předpis úhlové rychlosti.....	19
6.4.3	Průběh úhlové rychlosti stripperu.....	19
6.5	Výpočet rychlostního průběhu média.....	20
6.5.1	Požadavky zákazníka:.....	20
6.5.2	Výpočet rychlosti pro minimální střižnou délku:.....	20
6.5.3	Výpočty rychlosti pro maximální střižnou délku:.....	21
6.5.4	Výpočet zlomového bodu.....	21

7	Specifikace stěžejních vlastností stripperu	22
7.1	Odstranění odpadu	22
7.1.1	Opěrný gumový válec	23
7.1.2	Excentrický válec	23
8	Podpěření média.....	23
8.1	Řemenová transportní sekce stripperu.....	24
9	Provozní rychlosti stripperu.....	24
9.1	Potřebné veličiny pro výpočet obvodové rychlosti stripperu:	25
9.2	Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=1070$ [mm]	25
9.2.1	Zadané hodnoty pro $l_s=1070$ [mm]:	25
9.2.2	Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=1070$ [mm]	25
9.3	Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]	26
9.3.1	Zadané hodnoty pro $l_s=700$ [mm]:	26
9.3.2	Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]	26
9.4	Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=535$ [mm]	26
9.4.1	Zadané hodnoty pro $l_s=535$ [mm]:	26
9.4.2	Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=535$ [mm]	27
9.5	Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=457$ [mm]	27
9.5.1	Zadané hodnoty pro $l_s=457$ [mm]:	27
9.5.2	Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]	27
10	Produktivita	28
10.1	Ekonomické hledisko tvaru obalu	28
10.2	Hledisko rozložitelnosti obalu	28
10.3	Výpočet produktivity	29
10.3.1	Počet kusů jedné řady v orientaci na šířku:	29
10.3.2	Řada ve směru délky	29
10.3.3	Produktivita za jednu sekundu:	30
10.3.4	Produktivita za jednu minutu:	30
10.3.5	Produktivita za hodinu:	30
10.3.6	Seřízení zpracovatelské části.....	30
11	Vyžadovaná vylepšení.....	31
11.1	Parametry výchozího modelu jsou:	31

12	Konstrukční vývojový návrh.....	31
12.1	Pohon stripperu.....	31
12.2	Charakteristika pohonu řemenové transportní sekce.....	31
12.3	Varianta A – konstrukční provedení.....	32
13	Natáčecí seřizovací mechanismus.....	32
13.1	Konstrukční návrh natáčecího seřizovacího mechanismu.....	33
14	Výpočtová kontrola stěžejních částí.....	33
14.1	Kontrola průhybu nosné osy stripperu.....	33
14.2	Výpočet.....	34
14.2.1	Rozdělení sil od jehlového a excentrického válce a podpěr na hlavní osu:	35
14.2.2	Vyšetření ohybového momentu:	35
14.2.3	Kvadratický průřez osy:	35
14.2.4	Vyšetření fiktivního ohybového momentu.....	36
14.2.5	Výpočet maximálního průhybu:.....	36
14.3	Zhodnocení výpočtu průhybu hlavní osy stripperu	36
14.4	Kontrola průhybu kolejnic.....	36
14.4.1	Postup výpočtu	36
14.4.2	Rozložení síly G do os kolejnic.....	37
14.4.3	Rozložení síly F_1 do podpěr A,B.....	37
14.4.4	Rozložení síly F_1 do podpěr A,B.....	37
14.4.5	Výpočet průhybu – průřez 110x40.....	38
14.4.6	Výpočet průhybu – průřez 140x50.....	38
14.4.7	Výpočet průhybu – průřez 180x60.....	39
14.5	Zhodnocení výpočtu průhybu kolejnic	39
15	Závěr.....	40
16	Seznam obrázků	41
17	Seznam tabulek	41
18	Seznam použité literatury.....	42
19	Seznam obrázků	42
20	Seznam příloh.....	42

1 Úvod

Hlavní náplní bakalářské práce je konstrukční návrh jedné ze základních částí profesionálního tiskařského stroje, který využívá k tisku metodu flexografie. Jméno tohoto samotného celku je odvozeno z anglického jazyka a zní stripper. Je to jedna z nejdůležitějších sekcí, jelikož ovlivňuje rychlost celého stroje a spolehlivost procesu. Stěžejní činnost je odstranění odpadu z již plošně rozřezaného média a také zajištění posunutí média do další sekce zpracování.

2 Představení stroje

Hlavní činností těchto typů strojů je výroba papírových obalů, se kterými je možné se setkat ve všech obchodech zaměřených na potravinářské odvětví, obuvnictví, sklářství, hygienu apod. Všechny papírové obaly jsou vyráběny buď na těchto strojích, nebo konkurenčních, které využívají metodu tisku zvanou ofset.

Pro konkrétní představu ohledně rozmanitosti výroby budou představeny různé druhy papírových obalů, se kterými je setkání na denním pořádku.



Obrázek 1-Příklady papírových obalů

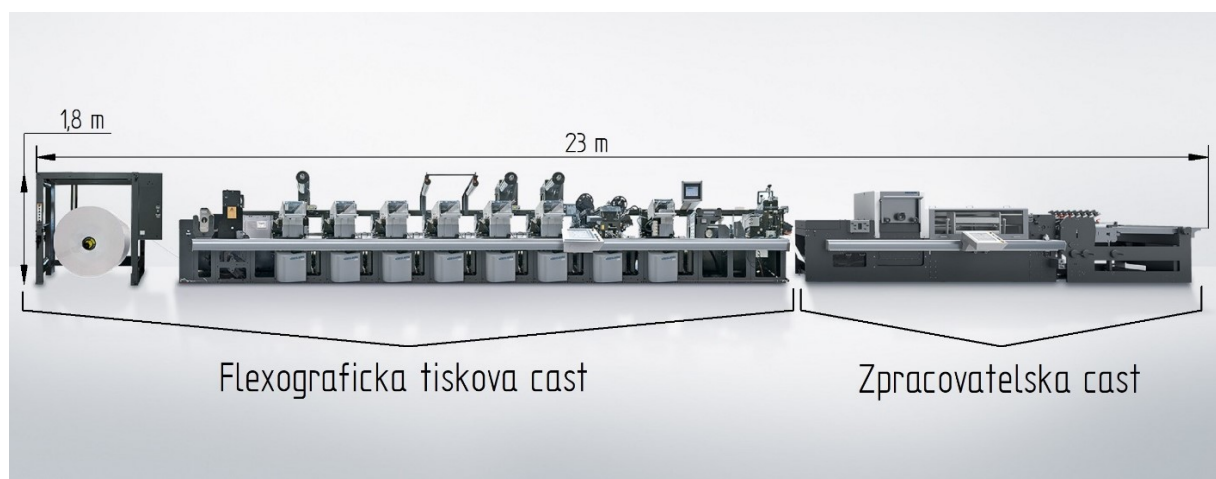
2.1 Základní rozměry

Délka celého stroje se pohybuje v desítkách metrů. Konečnou délku nejvíce ovlivňuje počet flexografických tiskových jednotek, jejichž počet je odvozen od počtu odstínů barev garantovaný výrobcem. Další rozhodující atributy jsou délka stříhu a samotné konstrukční provedení.

Výška se obvykle pohybuje do dvou metrů. Z důvodu obsluhy stroje operátory je třeba, aby všechny ovládací prvky byly umístěny ergonomicky. Samozřejmě u jiných typů strojů může nabývat výška vyšších hodnot, ale takto zkonstruovaný stroj musí obsahovat plošiny pro operátory. Šířka stroje je odvozována od šířky média, pokud by byla například 1 [m], bude se maximální šířka pohybovat kolem 2,2 [m]. Pro konkrétní představu popisovaného stroje je na obrázku [2] zobrazen jeden z modelů určený pro jiný typ výroby.

2.2 Hlavní části profesionálního tiskařského stroje

Celý stroj se dá rozdělit v podstatě do dvou hlavních částí, a sice na tiskovou neboli flexografickou a zpracovatelskou.



Obrázek 2-Základní rozměry a rozložení profesionálního tiskového stroje

2.2.1 Tisková část

Stěžejním úkolem, jak je již z názvu patrné, je vytvoření požadovaného potisku na materiál v podobě papírového média, které je na vstupu navinuto na cívce, ze které je odvíjeno během výroby do procesu. Po potištění je médium vedeno do zpracovatelské části.

2.2.2 Zpracovatelská část

Dnešní trend tiskařských strojů se ubírá směrem zjednodušením výroby a to tak, že ihned po potisku je médium zpracováno. Mezi hlavní operace patří rozstříhání a vytvoření creesu, což jsou vlysy, které usnadňují ohýbání. Odstranění odpadu po nastříhání a následné roztřízení do jednotlivých zásobníků. Tyto operace zajišťuje zpracovatelská část.

Výrobek z tohoto stroje nevychází již složený do podoby 3D, ale ve formě plošných výstřižků. Dále vstupují do skládacího stroje, který je složí a slepí do výsledných obalů ve stejném výrobním taktu.



Obrázek 3-Příklad vyráběného polotovaru + konečný výsledek

Více o metodě flexografie, ať už se jedná o historii či princip tisku, bude popsáno a vysvětleno v následujících kapitolách.

3 Historie flexografie

Jedná se o jednu ze základních forem tiskového procesu, kde je využíváno pružné reliéfní desky. První flexografický tiskařský stroj byl postaven v Anglii roku 1890 firmou Bibby, Baron and Sons. V této době se používal inkoust na bázi vody, který byl snadno rozmazatelný, což vedlo k závěru a také přezdívce „Bibb’s Folly“ neboli „Bibbsovo pošetilost“.

Na počátku 20. století byly vyvinuty další evropské lisy využívající gumové tiskové desky, kde byl inkoust na bázi anilinového oleje, z čehož pramení název procesu neboli „anilinový tisk“. Ve Spojených státech byla tato technika používána při balení potravin, ale kvůli negativním vlivům anilinového oleje na lidské zdraví Úřad pro kontrolu potravin a léčiv zakázal ve 40. letech 20. století nadále pokračovat, což vedlo k poklesu výroby. Firmy, které se zabývaly anilinovým tiskem, se pokoušely změnit název procesu s ponecháním stejné technologie, ačkoli se neseťkaly s úspěchem i přesto, že v roce 1949 byl za použití nových bezpečných inkoustů anilinový tisk oficiálně povolen. Pověst anilinového procesu byla natolik pošramocená, že ani oficiální povolení nevedlo k rozšíření produkce.

Roku 1990 nastal pokrok v kvalitě flexografických tiskových strojů, především v tiskových deskách, inkoustových systémech a tiskových barev. Jeden z největších objevů byl v oblasti fotopolymerních tiskových desek včetně vylepšení materiálu a způsobu vytváření desek.

V současné době je patrné zlepšení především v digitálních přímých systémech s deskami. Společnosti DuPont, Kodak a Esko jsou průkopníky nejnovějších technologií s pokrokiem v rychlém vymývání a nejnovější screeningové technologie. Laserem leptané keramické aniloxové válce spolu s komorovými inkoustovými systémy také hrály roly ve zlepšování kvality tisku. Nyní je možný plnobarevný tisk obrázků. Celková kvalita tisku, která záleží také na operátorovi, dnes může konkurovat litografickému procesu a vytvářet produkty vyšší kvality.

4 Princip tisku

Celý proces může být rozdělen na tři části:

- výroba desek
- upevnění
- tisk

4.1 Výroba desek

4.1.1 První metoda

Metoda výroby desek spočívá ve využití polymeru, který je citlivý na světlo. Deska, na kterou se umístí negativní film, je vystavena ultrafialovému světlu. Polymer tvrdne v místech, kde světlo prochází filmem. Zbývající polymer má podobnou konzistenci srovnatelnou se žvýkáací gumou, jenž se vymyje v nádrži s vodou nebo rozpouštědlem. Pro usnadnění procesu při vymývání jsou používány kartáče, které drhnou desku. Proces vymývání se může lišit v závislosti na tom, zda jsou použity pevné vrstvy fotopolymery nebo kapalného fotopolymery, ale princip je stále stejný. Takto vymytá deska je upevněna v orbitální promývací jednotce na lepidlo základní desce. Deska se promyje roztokem vody s příměsí 1% mýdla při teplotě 40 °C. Vymývací stroj je vybavený dvojitým membránovým filtrem. Díky tomu je ekologická stopa minimální, což splňuje trend dnešní doby. Po přidání například absorpční želatiny lze zbytky fotopolymery zlikvidovat jako standardní pevný odpad. Recyklovaná voda může být opětovně použita bez přidání jakéhokoli čisticího prostředku.

4.1.2 Druhá metoda

Tato metoda používá počítačově naváděného laseru k vyleptávání obrazu na tiskovou desku. Tomuto procesu se říká laserový gravírovací proces.

4.1.3 Třetí metoda

Poslední metodou je proces formování. Počátečním krokem je vytvoření kovové desky z negativu, jenž byla zmiňována již v první metodě, prostřednictvím procesu expozice. V počátcích byl používaným kovem zinek, později i hořčík. Tato kovová deska v reliéfu se poté použije ve druhém kroku k vytvoření formy, která by mohla být z bakelitu, skla či plastu, a to prostřednictvím prvního formovacího procesu. Po následném ochlazení bude tato hlavní forma lisovat pryžovou nebo plastovou směs. Následným formovacím procesem vzniká tisková deska.

4.2 Upevnění

Flexografický princip tisku spočívá ve vybrání potřebných barev, pro které se vyrobí deska, jež je umístěna na válec, který se vloží do tiskařského lisu. Z důvodu flexografického způsobu výroby, kde náleží každé barvě jedna soustava válců, je stěžejní zajistit zcela přesný soutisk. Pro zajištění přesnosti jsou na flexografických deskách vytvořeny značky, například kříže. Pro montáž těchto desek na tiskové válce se vyrábí speciální strojní zařízení pro zachování soutisku. Earle L. Harley vynalezl a patentoval montážní a kontrolní stroj Opti-Chek, který umožňuje operátorovi zkontrolovat soutisk před samotným tiskem.

Jak již bylo zmíněno, pro zajištění soutisku je využito soutiskových značek různých typů, jako jsou kříže či mikro tečky. Soutiskové kříže jsou používány u tisku, kde se nachází odpadní oblasti. Jsou snadno vidět na potištěném médiu, čili seřizování je s nimi jednodušší nežli u typu mikroteček. Tečky o průměru čtvrt milimetru jsou umístěny v etiketách. Pokud se jedná o tisk na zvlněný papír neboli karton, používá se průměr 1 mm. Kvůli jejich miniaturizaci se tečky nemusejí používat pouze v odpadních místech.

Nemalá většina montážních strojů využívá seřízení pomocí zvětšovací kamer, kde platí princip, že čím větší je přiblížení na soutiskovou značku, tím větší je přesnost tisku. Umístění soutiskových značek je zcela klíčové. Jestliže je zvoleno špatné umístění, bude pro operátora seřízení tisku velice náročné nejen na trpělivost, ale i z časového hlediska. Z tohoto poznatku vyplývá, že musí být dobře promyšleno umístění a využití symetrie. Dva páry značek mají být umístěny na obou koncích tiskové desky, což může kontrolovat kamerový systém kroucení desek.

Samotný tisk se uskutečňuje vytvořením pozitivního vzoru požadovaného obrazu jako 3D reliéfu v pryžovém nebo polymerním materiálu. Inkoust je přenášen z plnicího válce, který je částečně ponořen do inkoustové nádrže, na aniloxový válec svým odvalováním po něm. Aniloxový válec má jedinečnou strukturu charakterizovanou tisíčkami malých jamek nebo komůrek, které umožní rovnoměrné a rychlé dávkování inkoustu na tiskovou desku a zajistí také jednotnou tloušťku inkoustové vrstvy. Je důležité zvolit správnou tloušťku inkoustové vrstvy, jelikož při nadměrném množství dochází k rozmazání či hrudkovému vzhledu. Docílení optimální vrstvy inkoustu na tiskové desce zajišťuje čepel. Ta odstraní nadbytečný inkoust z aniloxového válce před barvením tiskové desky. Po nanesení inkoustu na médium následuje průchod přes sušičku, která zajistí zaschnutí inkoustu před dalším stykem s válci. Může být také používán inkoust vytvrzovaný UV zářením, kde je následně sušička nahrazena UV lampami.

5 Základní části tiskové jednotky

5.1 Plnicí válec

Nanáší inkoust umístěný v inkoustové nádobě na aniloxový neboli dávkovací válec.

5.2 Aniloxový válec

Přenáší jednotnou tloušťku inkoustu na tiskovou desku.

5.3 Čepel

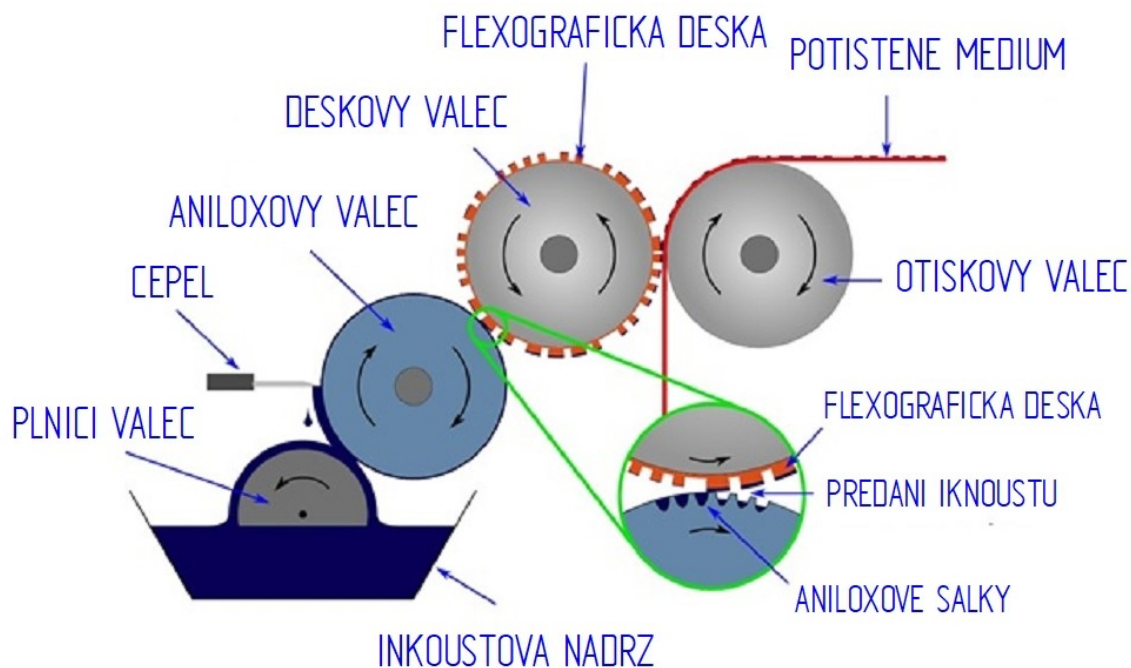
Čepel odstraňuje přebytečný inkoust z aniloxového válce tak, aby byla zajištěna optimální tloušťka vrstvy. Ta je obsažena pouze v rytých komůrkách aniloxového válce. Čepele byly zprvu vyráběné z oceli, ale současný trend vedl výrobu k využití polymerních materiálů s různým zkosením hran.

5.4 Deskový válec

Tato součást má za úkol držet a pohánět tiskovou desku.

5.5 Otiskový válec

Válec, který vyvíjí tlak na deskový válec, kde dochází k přenosu inkoustu na médium a k vytvoření požadovaného obrazu.



Obrázek 4-Hlavní části flexografické tiskové jednotky

6 Flexografické tiskové inkousty

Velká část inkoustové technologie se zabývá měřením fyzikálních vlastností inkoustů a pochopením toho, jak je ovlivňují jednotlivé příměsi. Tyto příměsi se volí na základě povahy a požadavků procesu tisku a také druhu tištěného produktu. Složení inkoustů vyžaduje velice podrobné znalosti z oblasti fyzikálních a chemických vlastností látek tvořících inkousty a také, jak jednotlivé složky ovlivňují či reagují navzájem a samozřejmě jejich dopad na životní prostředí. Flexografické tiskové barvy jsou primárně namíchávány tak, aby zůstávaly kompatibilní s širokou škálou příměsí využívaných ve flexografickém tisku. Každá složka samostatně plní zvláštní funkci, poměr jednotlivých složek a následné složení se liší podle podkladu.

6.1 Typy inkoustů pro flexografický tisk

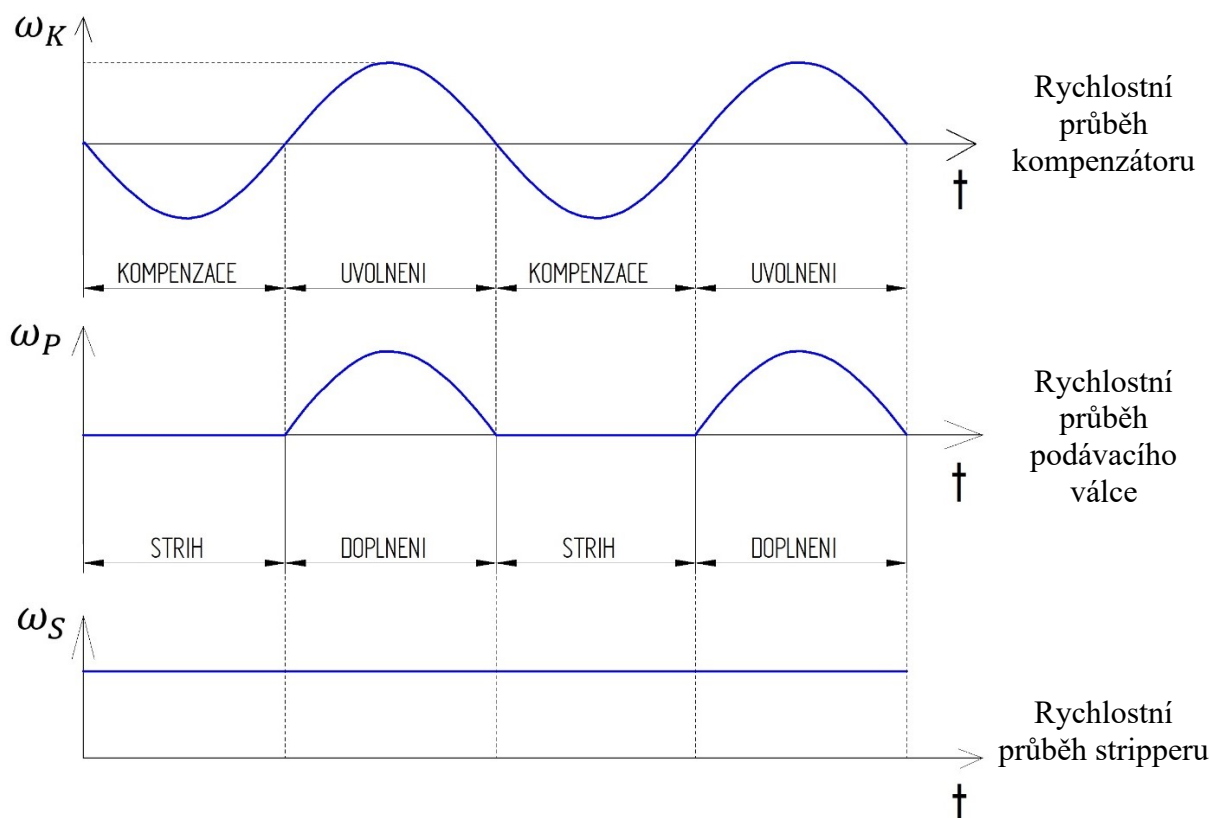
- Inkousty na bázi rozpouštědel
- Inkousty na vodní bázi
- Ultrafialové vytvrzovací inkousty
- Dvousložkové chemicky tuhnoucí inkousty

6.2 Využití

Flexografie oproti ostatním metodám tisku, například ofsetové litografii, má výhodu, že může používat širší škálu inkoustů, především inkousty na bázi vody než na bázi oleje. Vyznačuje se dobrou kvalitou tisku na různé materiály, jako je plast, fólie, balicí papír i karton. Typické výrobky pro metodu flexografie zahrnují kartónové krabice, flexibilní obaly včetně nákupních tašek, pytle na potraviny a hygienu, kartony na mléko a další nápoje, pružné plasty, samolepící etikety, obálky, tapety, krabice na boty a podobně. Řada novin nyní nevyužívá běžnější proces tedy ofsetovou litografii z důvodu vyšší viskozity. Flexografie nabízí snížení viskozity, a tedy umožňuje rychlejší usušení, což má za následek rychlejší výrobu, a proto z ekonomického hlediska jsou sníženy náklady.

S moderními technologiemi je možné dosáhnout rychlosti tisku až 750 metrů za minutu. Po potištění je médium buď nařezáno na archy znovu navinuto na roli, nebo přímo v řadě přechází do zpracovatelské linky. Poslední možnost je ta nejefektivnější, kterou se tato bakalářská práce zabývá a je to také současný trend vývoje výkonných tiskových strojů.

6.3 Procesní křivky rychlostí jednotlivých konstrukčních částí



Obrázek 5-Kinematické procesní křivky

6.4 Popis průběhu média ve zpracovatelské části

Proces zpracování média začíná u tiskových jednotek, kde médium dostává naprogramovaný potisk. Z hlediska kinematiky se médium musí pohybovat stejnou rychlostí, protože je to spojitý materiál a také z kvalitativního hlediska, neboť odlišné rychlosti by zvyšovaly riziko soutiskových vad.

Potištěné médium vychází z tiskové části stroje, kde má stále synchronní rychlost danou předešlým procesem tisku. Rychlost média se mění až v místě styku s podávacím válcem, který dodává médium do plošné rezačky kartónu. Aby bylo možné provést stříh, médium v rezačce musí být zastaveno, což vykonává podávací válec. Z důvodu neustálé dodávky potištěného média z tiskové části stroje je nutné po dobu tisku médium akumulovat. Jelikož nesmí docházet k volnému hromadění potištěného média, musí se po dobu stříhu kompenzovat odvíjená délka z tiskové sekce, tuto funkci zabezpečuje kompenzátor.

Kompenzátor je důležitá část zpracovatelské sekce stroje, jelikož zabezpečuje plynulý chod celkového stříhu. Pohyb kompenzátoru může být jak kývavý, tak rotační převedený na lineární neboli použití principu klikového mechanismu. V praxi jsou používány obě varianty. U tohoto vývoje tiskařského stroje byla zvolena varianta, která využívá kývavý pohyb. Pro zjednodušení prvotního porozumění si lze představit rychlostní průběh kompenzátoru jako sinusový. Jelikož se jedná o vratný kývavý pohyb, bude se zde nejprve počítat s úhlovým zrychlením.

6.4.1 Předpis úhlového zrychlení

Vyplývá z grafu a jeho průběh je kosinový:

$$\alpha(t) = \alpha_0 * \cos\left(\frac{2*\pi}{T}*t\right).$$

Za využití zlatých rovnic kinematiky a také matematické metody řešení integrálu byla vypočítána úhlová rychlost kompenzátoru ve tvaru:

6.4.2 Předpis úhlové rychlosti

$$\omega(t) = \frac{\alpha_0*T}{2*\pi} * \sin\left(\frac{2*\pi}{T}*t\right)$$

Tento průběh je zobrazen na obrázku [6].

Z tohoto rychlostního průběhu je odvozena úhlová rychlost pro podávací válec. Pokud by rychlosti byly odlišné, došlo by k porušení vazeb mezi médiem a tedy k jeho roztržení a následovnému znehodnocení celkového tisku. Jelikož při nedodržení spojitosti média se zastaví celý tiskový proces, a tak se inkoust nanese ve vyšším množství, než je požadováno, což znehodnotí celou délku média navinutou v tiskové části stroje. Tisk a následné zpracování bude muset probíhat znovu, což je velice neekonomické i neekologické.

Když se podávací válec nepohybuje, je zapotřebí kompenzovat dodanou délku média z tiskových jednotek a v momentě dodávání média do plošné řezačky kartónu vsunout potřebnou délku do plošné řezačky kartónu s přesností v řádech desetin milimetru a rychlostí vyšší, než je rychlost potisku média.

Po střížném procesu je médium nastříháno na požadované tvary. Mezi jednotlivými částmi jsou ponechány tenké spoje, aby se zabránilo roztroušení jednotlivých částí. Rozstříhané médium se tedy nadále chová jako spojitá část, která je ale mnohem křehčí a náchylnější na porušení, než byla před rozstříháním. Ačkoli se každý výrobce papírových produktů snaží o úplné využití materiálu, ne vždy je to možné. Pokud není materiál využit na 100 %, nachází se v rozstříhané části několik procent nutného odpadu. Tento odpad musí být oddělen od funkčních částí. Zmíněný proces zabezpečuje takzvaně stripper. Pro bezpečné dopravení rozstříhaného média z plošné řezačky do stripperu se v tomto provedení nachází transportní sekce.

6.4.3 Průběh úhlové rychlosti stripperu

Kinematika stripperu není tak složitá jako u kompenzátoru či podávacího válce. Rychlost zpracování média je vždy synchronní v délce celého stroje tak, aby byla zachována integrita média. Úhlové rychlosti se liší pro každé tištěné produkty z hlediska omezení, které bude zmíněno v dalších kapitolách.

Po odstranění odpadu je soudržnost jednotlivých částí porušena, a tedy je každý výsledný produkt osamostatněn. Tyto polotovary jsou vedeny do třídící sekce, kde jsou jednotlivě rozděleny do oddělených zásobníků, z kterých je obsluha po skončení celé výroby odebera.

6.5 Výpočet rychlostního průběhu média

Tento stroj je konstruován pro univerzální použití. Je tedy důležité stanovit základní vlastnosti z hlediska rychlostí, střížných délek a zvážit všechna omezení a požadavky zákazníka.

6.5.1 Požadavky zákazníka:

- Maximální rychlost média: $v = 300$ [m/min]
- Minimální střížná délka: $x_{\min} = [457$ mm]
- Maximální střížná délka: $x_{\max} = [1070$ mm]
- Šířka média: $b = 1000$ [mm]

Plošná rezačka kartónu je omezena maximálním počtem stříhů $S_T=425$ [s/s]. Pro každou střížnou délku je třeba stanovit maximální rychlosti média, aby produktivita byla nejefektivnější.

T_s - potřebný čas na jeden stříh z hlediska plošné rezačky

T_d - potřebný čas nutný pro doplnění média do plošné rezačky

Z hlediska časového mohou nastat tři případy:

$T_s > T_d$ Rozhoduje čas stříhu, a tudíž rychlost média musí být snížena.

$T_s < T_d$ Čas odvozený z rychlosti a střížné délky umožňuje maximální rychlost média 300 [m/min].

$T_s = T_d$ Nastává kritický bod mezi omezeným počtem stříhů a maximální rychlosti média.

6.5.2 Výpočet rychlosti pro minimální střížnou délku:

Veličina	Označení	Hodnota	Jednotky	Hodnota	Jednotky
Minimální střížná délka média:	$x_{\min} =$	457	[mm]	0,457	[m]
Rychlost média	$v =$	300	[m/min]	5	[m/s]
Počet stříhů	$z =$	425	[s/min]	7,1	[s/s]
Šířka média	$b =$	1000	[mm]	1,4	[m]

Tabulka 1-Hodnoty pro výpočet kinematiky-minimální střížná délka

$$T_s = \frac{1}{z} = \frac{1}{7,1} = 0,14 \text{ [s]}$$

$$T_d = \frac{x}{v} = \frac{0,457}{5} = 0,091 \text{ [s]}$$

První případ:

$$0,14 > 0,091$$

Z této skutečnosti vyplývá, že pro minimální střížnou délku není limitující rychlost média, ale maximální počet stříhů za sekundu plošné rezačky kartónu. Rychlost je dále zjištěna pomocí zlatých rovnic kinematiky:

$$v = \frac{dx}{dt} \rightarrow \int_0^t v dt = \int_0^x dx \rightarrow v * t = x \rightarrow v = \frac{x}{t} = \frac{0,457}{0,14} = 3,26 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$= 195,6 [m/min]$$

6.5.3 Výpočty rychlosti pro maximální střížnou délku:

Veličina	Označení	Hodnota	Jednotky	Hodnota	Jednotky
Maximální střížná délka média:	$x_{max} =$	1070	[mm]	1,02	[m]
Rychlost média	$v =$	300	[m/min]	5	[m/s]
Počet stříhů	$z =$	425	[s/min]	7,1	[s/s]
Šířka média	$b =$	1000	[mm]	1,4	[m]

Tabulka 2-Hodnoty pro výpočet kinematiky-maximální střížná délka

$$T_d = \frac{x}{v} = \frac{1,07}{5} = 0,214 [s]$$

$$T_s = 0,14 [s]$$

$$0,214 > 0,14$$

V tomto případě je omezení ze strany maximální rychlosti média 300 [m/min].

6.5.4 Výpočet zlomového bodu

Zlomový bod, kdy dochází k omezení rychlosti ze strany plošné rezačky kartónu v závislosti na střížné délce:

$$v * t = x = 5 * 0,14 = 0,7 [m]$$

Čili rychlost 300 m/min může být dodržena pro délku 0,7 [m] a poté se musí rychlost média snižovat v závislosti na maximálním počtu stříhů za minutu u plošné rezačky kartónu.

Z prvního pohledu se může zdát, že minimální délka stříhu nemá smysl, jelikož pokud se bere v úvahu maximální střížná délka, která činí 1070 [mm], je patrné, že bloky v minimální délce lze dát za sebe a vytvořit tak střížnou délku 850 [mm], při které je rychlost média 300 [m/min]. Zde se naráží na ekonomickou stránku věci. Rozhodující náklad představuje výroba nožů na plošnou rezačku kartónu. Pokud tedy bude tiskařská firma dostávat pravidelné zakázky, zvolí variantu seskládání dvou bloků za sebou, ale pokud bude nepravidelná, zvýšením rychlosti média, a tedy zkrácením výrobního času, se výnos rychlejší výroby nevyrovná nákladu na výrobu nástrojů pro stříh. Pro firmu je výhodnější zvolit menší střížnou délku, čímž sice zvýší výrobní čas, ale sníží náklady na výrobu jedné sady nožů.

7 Specifikace stěžejních vlastností stripperu

Základní funkce stripperu je odstranění odpadu z již nastřihaného média. Celkový proces je uskutečňován napichováním odpadu na jehly, které jsou po obvodě jednoho ze dvou válců, mezi které je médium vtahováno. Pohyb válců je rotační, s čímž se musí shodovat jejich obvodové rychlosti v místě tečného styku.

7.1 Odstranění odpadu

Odstranění přebytečných částí spočívá ve využití speciálních jehel. Do jehlového válce, který je vyroben z hliníku, musí být vyvrtáno přesné pole děr, jež je jedinečné pro každou zakázku, jelikož rozložení opadu se liší. Dostatečná přesnost vyvrtaných děr je základní předpoklad, aby odstranění odpadu proběhlo úspěšně a nebyly přitom porušeny funkční plochy.

Pokud se jedná o výrobu, kde je vysoké procento odpadu, mohou být vyvrtané díry s nižší přesností. Z hlediska ideálního pohledu by měla jehla napichovat odpad v místě jeho těžiště, ale z praktického použití je toto odstranění plně spolehlivé v každém bodě napíchnutí. Je důležité upomenout, že odpadové plochy nenabývají velkých rozměrů, a to především kvůli ekonomické stránce.

Z důvodu přesnosti je důležité neznehodnotit výsledné polotovary, neboli přesnost musí být taková, aby se nepropíchl vyráběný polotovar. Čím menší bude procento odpadu, což znamená menší plocha pro napíchnutí, tím budou kladeny vyšší nároky na přesnost vyvrtaných děr do stripperu.

Po napíchnutí odpadu na jehlu musí být odpad sesunut, jelikož jehla musí být připravena na opětovné napíchnutí. Odstranění zajišťují pouzdra, která jsou na jehlách. Dotýkají se tangenciálně excentricky uloženého válce, který po napíchnutí způsobuje vysunutí pouzder a tím dochází k sesunutí odpadu z jehel.

Po odstranění odpadu z jehly dopadá odpad na skluzové plochy, po nichž je veden přímo k odsávači, který nasává odpad a odvádí jej do oddělené odpadové nádoby. Po skončení výroby je odebrán a dále zpracováván či recyklován. Průběh vysunutí pouzder se odehrává v první polovině pohybu od vpichu neboli při pootočení o 180°.

V nadcházející polovině pohybu zůstávají pouzdra v poloze, ve které se nedotýkají excentrického válce. Aby se mohl proces napíchnutí odpadu opakovat, musí být pouzdro sesunuto zpět do počáteční polohy a nebránilo hrotu ve vpichu. Tento pohyb zajišťuje samotné médium, o který se pouzdro odtlačí zpět do vnitřního prostoru jehlového válce, tudíž jehla může znovu napichovat. Tento proces se opakuje stále až do ukončení výroby.

7.1.1 Opěrný gumový válec

Na hliníkový válec je nanášena vrstva gumy, do které se vpichují jehly tak hluboko, aby se odstraňovaný odpad nasunul na jehlu dostatečně daleko a bylo tak zajištěno úspěšné vytažení. Válec plní též podpěrnou funkci, aby se médium při vpichu nemohlo deformovat nebo prohýbat. Tím je zajištěn hladký a spolehlivý průnik jehly.

Výsledné pole děr se do gumového válce nepřipravuje, jelikož si jej vytvoří samotné jehly v průběhu výroby. Problém, který zde může nastat, je neopakující se pole v přesných intervalech, a tudíž dochází k velkému rozpíchání gumového válce, což má za následek zhoršení kvality vpichu, jelikož podpěrná funkce je tímto zhoršena. Při vpichu jehel dochází k postupnému opotřebení válce, které v důsledku vede k nutnosti jeho výměny.

Pozitivum je, že gumový válec může být vyměnitelný, takže v případě fatálního stavu může být obsluhou vyměněn za nový. Gumový válec se nemění s každým jedním druhem výroby jako je tomu u jehlového válce.

7.1.2 Excentrický válec

Excentrický válec musí být též poháněn, jinak by docházelo k vysokým hodnotám tření mezi pouzdry a excentrickým válcem, což by mělo za následek jejich předčasné opotřebení. Mechanismus na sesouvání a vysouvání pouzder může být principiálně vnímán také jako vačkový.

8 Podepření média

Podepření samotného média, jež vyjíždí z plošné řezačky, zabezpečují natažené dráty, které vedou přes stripper a transportní části mezi řemeny, musejí být též nastavitelné a vyměnitelné. Z konstrukčního pohledu je u drátů velice důležitá komfortní manipulovatelnost pro obsluhu, která není prozatím zajištěna. S tímto problémem se též potýká řemenová transportní část, která bude zmíněna dále, jejímž hlavním problémem je nedostatek volného prostoru pro snadnou manipulovatelnost.

8.1 Řemenová transportní sekce stripperu

K celkové konstrukční části stripperu patří podsestava řemenové transportní sekce. Po rozstříhání jsou díly spojeny pouze drobnými můstky, a proto je třeba opatrné posouvání do další sekce zpracování. To znamená, že je třeba zabezpečit pohyb tak, aby nedocházelo k nekontrolovatelnému pohybu, který má za následek znehodnocení celého média ve stroji z důvodu zastavení procesu.

Řemenová transportní sekce se skládá z horní a spodní řemenové části. Ty musejí být dostatečně seřizovatelné z hlediska stranového posunutí, jelikož ideální podepření vyjíždějících polotovarů je pro každý tvar jiné. Pokud se mění typ vyráběných polotovarů, tak jak již bylo zmíněno, musí být vytvořeno i jedinečné pole děr ve válci. To znamená, že obsluha stroje musí odmontovat původní válec a namontovat nový. Při této montáži je též seřizena řemenová transportní část.

Platí pravidlo, „čím jsou menší polotovary, tím větší je počet transportních řemenových částí a naopak“. Zde není zapotřebí, aby obsluha zajišťovala přesné uložení v desetinách milimetru, ale spíše v jednotkách. Postačí zde tolerance přesnosti ± 3 mm. Při použití řemenů se musí uvažovat omezená životnost, a tudíž možné výměny, když obsluha zjistí porušení či velké opotřebení řemenů.

Jako pohon zde slouží ocelový válec, na kterém jsou navlečeny řemeny spodní transportní řemenové části. K zajištění pohybu se zde využívají ploché řemeny se současným použitím řemenic a řemenových napínáků. Horní část transportní řemenové části nemá svůj samostatný pohon. Rozpohybování řemene na požadovanou rychlost zajišťuje tření mezi médiem a horní řemenovou sekcí.

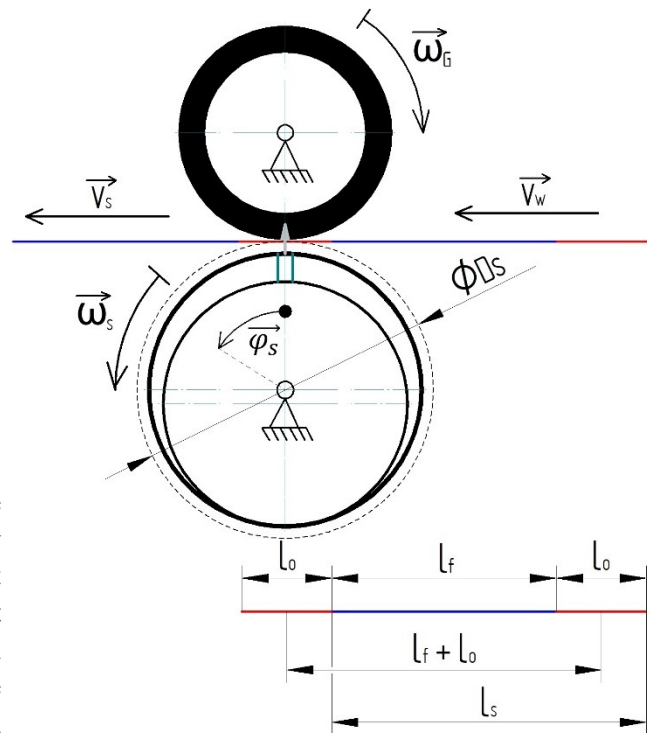
9 Provozní rychlosti stripperu

Do této chvíle byly zmíněny procesní rychlosti vedení plošného média přes flexografickou část, kompenzátor a plošnou řezačku kartónu. Nyní je třeba představit provozní rychlosti stripperu a rozdělovací sekce, jelikož při výrobě nejsou stejné.

Maximální provozní rychlost hlavních částí před stripperem nabývá hodnoty 300 [m/min]. Pokud bude plošné médium dosahovat této rychlosti, musí být rychlost stripperu a také transportní sekce stejná nebo větší. V opačném případě jehly nebudou synchronní s potiskem a bude docházet k znehodnocení výrobků. Problém s menší rychlostí však nikdy nenastane, jelikož rychlost nabývá většinou vyšších hodnot než rozstříhané médium. Stripper musí odstranit odpad po nastříhání a jeho jehly propíchnout jen odpadové části. Provozní rychlosti se tedy liší s každým výrobkem a rozhoduje střížná délka a do značné míry i rozložení odpadu.

9.1 Potřebné veličiny pro výpočet obvodové rychlosti stripperu:

- Střížná délka: l_s
- Délka odpadu: l_o
- Funkční délka polotovaru: l_f
- Průměr jehlového válce: $\varnothing D_s$
- Rychlost nastříhaného média: v_w
- Obvodová rychlost j. válce: v_s
- Úhlová rychlost j. válce: ω_s
- Úhel natočení j. válce: φ_s
- Obvod j. válce: O_s
- Poměr O_s/l_s i



Obrázek 6-Kinematické schéma stripperu

Pro stanovení obvodové rychlosti je nejdůležitější porovnat obvod s délkou stříhu. Odpad musí být napíchnut v ideálním případě přesně v polovině jeho délky. Poměr, který určí počet řad jehel, musí vždy vycházet v celých číslech. Z hlediska rychlosti musí být dodržena podmínka: $v_s \geq v_w$. Druhou podmínkou je poměr: $i \geq 1$. Postup výpočtu je stejný pro každou střížnou délku a obvod válce zůstává stejný:

$$O_s = \pi * D_s = \pi * 0,341 = 1,07[m]$$

9.2 Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=1070$ [mm]

9.2.1 Zadané hodnoty pro $l_s=1070$ [mm]:

$l_s=$	1070	[mm]	1,07	[m]
$l_o=$	20	[mm]	0,02	[m]
$l_f=$	1050	[mm]	1,05	[m]
$\varnothing D_s=$	341	[mm]	0,341	[m]
$v_w=$	300	[m/min]	5	[m/s]

Tabulka 3-Hodnoty pro výpočet kinematiky stripperu- $l_s=1070$ [mm]

1.1.1. Poměr střížné délky a obvodu

$$i = \frac{O_s}{l_s} = \frac{1070}{1070} = 1$$

9.2.2 Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=1070$ [mm]

Pokud je střížná délka rovna tečnému obvodu jehlového válce, je obvodová rychlost stripperu synchronní s rychlostí média.

9.3 Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]

9.3.1 Zadané hodnoty pro $l_s=700$ [mm]:

$l_s=$	680	[mm]	0,68	[m]
$l_o=$	20	[mm]	0,02	[m]
$l_f=$	660	[mm]	0,66	[m]
$\varnothing D_s=$	341	[mm]	0,341	[m]
$v_w=$	300	[m/min]	5	[m/s]

Poměr střížné délky a obvodu válce

$$i = \frac{O_s}{l_s} = \frac{1070}{700} = 1,5$$

Tabulka 4-Hodnoty pro výpočet kinematiky stripperu- $l_s=700$ [mm]

9.3.2 Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]

Z poměru vyplývá, že stripper bude osazen jen jednou řadou jehel, jelikož pokud by byly řady například dvě, docházelo by ke kolizi polotovaru s jehlou, a tudíž k znehodnocení, což je nepřijatelné.

$$v_w = \frac{l_f + l_o}{t_s} \rightarrow t_s = \frac{l_f + l_o}{v_w} = \frac{0,68 + 0,02}{5} = 0,14[s]$$

Za tento samý čas musí referenční bod jehlového válce vykonat dráhu:

$$\varphi_s = 360 [^\circ] = 2\pi [\text{rad}].$$

$$\omega_s = \frac{\varphi_s}{t_s} = \frac{2 * \pi}{0,14} = 44,9 [\text{rad} * \text{s}^{-1}]$$

Obvodová rychlost se vypočítá pomocí vztahu:

$$v_s = \omega_s * \frac{D_1}{2} = 44,9 * \frac{0,341}{2} \doteq 7,6 [m * \text{s}^{-1}] = 450 [m * \text{s}^{-1}]$$

Je dodržena rychlostní podmínka: $v_s \geq v_w \rightarrow 7,6 > 5 [m * \text{s}^{-1}]$

Zde dochází k výraznému zvýšení rychlosti, což představuje problém především v třídící sekci a následnému opouštění polotovarů ze stroje. Jelikož v tomto případě musí třídící sekce zachovat rychlost 450 [m/min].

9.4 Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=535$ [mm]

9.4.1 Zadané hodnoty pro $l_s=535$ [mm]:

$l_s=$	535	[mm]	0,535	[m]
$l_o=$	20	[mm]	0,02	[m]
$l_f=$	515	[mm]	0,515	[m]
$\varnothing D_s=$	341	[mm]	0,341	[m]
$v_w=$	230	[m/min]	3,8	[m/s]

1.1.1. Poměr střížné délky a obvodu válce

$$i = \frac{O_s}{l_s} = \frac{1070}{535} = 2$$

Tabulka 5-Hodnoty pro výpočet kinematiky stripperu- $l_s=535$ [mm]

9.4.2 Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=535$ [mm]

Z poměru vyplývá, že hliníkový válec může být osazen dvěma řadami jehel přesně naproti sobě.

$$v_w = \frac{l_f + l_0}{t_s} \rightarrow t_s = \frac{l_f + l_0}{v_w} = \frac{0,515 + 0,02}{3,8} = 0,14[s]$$

Za tento samý čas se musí jehla pootočit o $\varphi_s = 180 [^\circ] = \pi$ [rad].

$$\omega_s = \frac{\varphi_s}{t_s} = \frac{\pi}{0,14} = 22,44 [rad * s^{-1}]$$

$$v_s = \omega_s * \frac{D_1}{2} = 22,44 * \frac{0,341}{2} \doteq 3,8 [m * s^{-1}] = 230 [m * s^{-1}]$$

Je dodržena rychlostní podmínka: $v_s \geq v_w \rightarrow 3,8 = 3,8[m * s^{-1}]$

9.5 Provozní rychlost stripperu pro střížnou délku $l_s=457$ [mm]

9.5.1 Zadané hodnoty pro $l_s=457$ [mm]:

$l_s=$	457	[mm]	0,457	[m]
$l_o=$	20	[mm]	0,02	[m]
$l_f=$	437	[mm]	0,437	[m]
$\varnothing D_s=$	341	[mm]	0,341	[m]
$v_w=$	196	[m/min]	3,26	[m/s]

1.1.2. Poměr střížné délky a obvodu válce

$$i = \frac{O_s}{l_s} = \frac{1070}{457} = 2,34$$

Tabulka 6-Hodnoty pro výpočet kinematiky stripperu- $l_s=457$ [mm]

9.5.2 Výpočet obvodové rychlosti stripperu pro střížnou délku $l_s=700$ [mm]

Z poměru je patrné, že stripper bude osazen dvěma řadami.

$$v_w = \frac{l_f + l_0}{t_s} \rightarrow t_s = \frac{l_f + l_0}{v_w} = \frac{0,437 + 0,02}{3,26} = 0,14[s]$$

Za tento samý čas se musí jehla pootočit o $\varphi_s = 180 [^\circ] = \pi$ [rad].

$$\omega_s = \frac{\varphi_s}{t_s} = \frac{\pi}{0,14} = 22,44 [rad * s^{-1}]$$

$$v_s = \omega_s * \frac{D_1}{2} = 22,44 * \frac{0,341}{2} \doteq 3,8 [m * s^{-1}] = 230 [m * s^{-1}]$$

Je dodržena podmínka rychlostí: $v_s \geq v_w \rightarrow 3,8 > 3,26 [m * s^{-1}]$

Zde dochází k malému zvýšení rychlosti, které je zanedbatelné z hlediska předchozích rychlostí. K nejvyšším rozdílům rychlosti, jak je patrné i z výpočtů, bude docházet kolem bodu zvratu z kapitoly [7].

10 Produktivita

Celková produktivita je ovlivněna nejen rychlostí procesu, ale především také rozměry vyráběných polotovarů. Jak již bylo zmíněno v úvodu, tento stroj vyrábí papírové polotovary, které slouží jako obaly v sektorech jako je potravinářství, kosmetika, průmyslové zboží apod. Pro každý výrobek musejí být zvoleny jiné rozměry tak, aby obal nenabýval příliš enormních rozměrů. Vhodný obal z hlediska rychlosti výroby, ekologie a ekonomiky má nabývat nejmenších rozměrů tak, aby byl materiál co nejvíce využit. Je třeba zmínit, že nadměrné velikosti obalů mohou zahrnovat také marketingový důvod.

U tvaru tedy panují jistá omezení, která však mohou být z hlediska estetiky vyžadována, vše je jen otázkou financí neboli jakou hodnotu je zákazník ochoten prodělavat v takzvaně nutném odpadu, který je odstraňován stripperem.

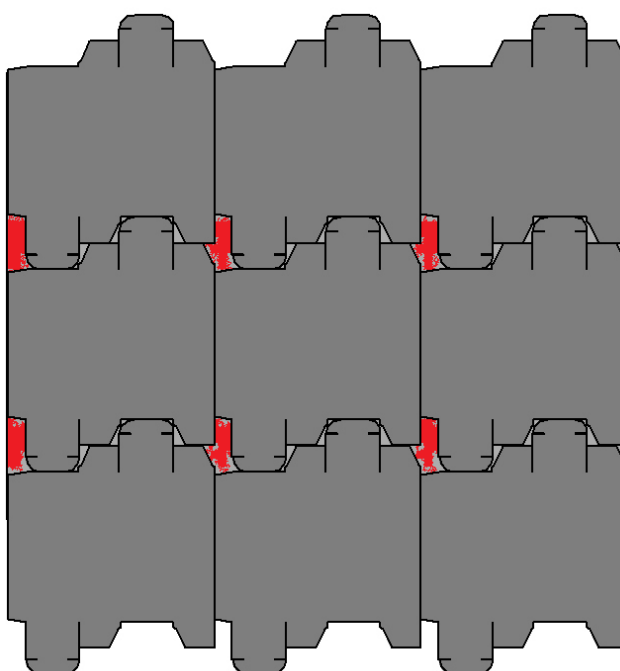
10.1 Ekonomické hledisko tvaru obalu

Ideální tvar vyráběného polotovaru z hlediska ekonomiky by měl v konečném důsledku mít nulové procento odpadu. I takovéto produkty existují, takže tato možnost se tu ve skutečnosti vyskytuje. Jedná se však o jednoduché výrobky, z kterých často nejsou marketingoví specialisté nadšeni, a tedy pro zvýšení konkurenceschopnosti volí složitější tvary, které jsou estetičtější a více tedy zákazníka osloví a zaujmou. Výroba už obsahuje jisté procento odpadových částí. Navržení obalů je většinou realizováno tak, aby se mohly za sebou seskládat doslova jako puzzle.

10.2 Hledisko rozložitelnosti obalu

U složitějších tvarů je nejvíce důležité procento využitelnosti materiálu, které by samozřejmě mělo být 100 %, ale to vždy nekorresponduje s požadavky. Je tedy důležité při volbě složitějšího tvaru myslet i na samotné rozložení jednotlivých polotovarů na plošné médium.

Zde je příklad rozloženého výrobku, který byl již představen na samotném úvodu této práce na obrázku [3]. Je důležité si všimnout, že procento odpadu je velice malé. Odpad je na obrázku označen světle šedou a červenou barvou. Tento odpad musí být odstraněn. V tomto případě se nejedná o výrobky, které by se mohly vyrábět na tomto stroji, jelikož toto efektivní rozložení nespĺňuje požadované minimální rozměry odpadu, které jsou označeny světle šedou barvou. Červenou barvou je označen odpad, který bude odstraněn i zde s dostatečnou kvalitou. Pokud by se tyto výrobky měly vyrábět na tomto stroji, musely by mít větší rozestupy, ale tento fakt zvyšuje náklady na výrobu v důsledku zvýšení procenta odpadových částí, čili pro tento výrobek by byl zvolen stroj s větší přesností odstraňování odpadu.



Obrázek 7-Příkladné rozložení polotovarů pro výrobu

10.3 Výpočet produktivity

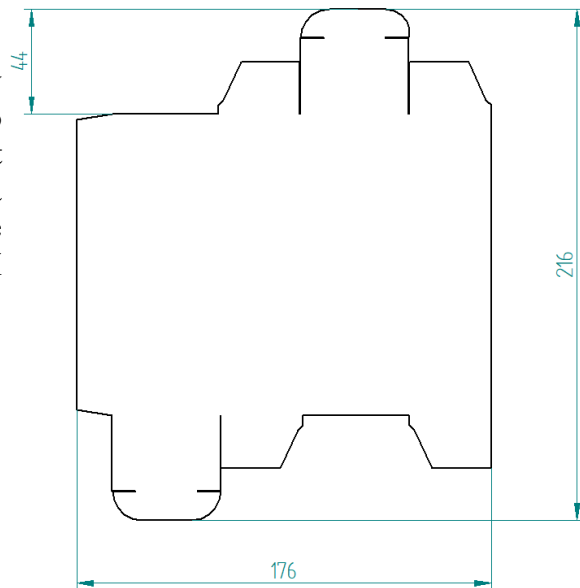
Pokud budou zanedbány nedostatečné rozměry odpadu, může být tento výrobek použit na ukázkou produktivity. Důležité pro zjištění produktivity jsou rozměry, které jsou zobrazeny na obrázku [12].

Musí se vycházet z plošné rezačky kartónu, kde je maximální střížná délka 1070 [mm] a šířka 1000 [mm].

10.3.1 Počet kusů jedné řady v orientaci na šířku:

$$\frac{1000}{176} = 5,6 \text{ ks} \rightarrow 5 \text{ ks}$$

Pokud vyjde necelé číslo, není možné nikdy zaokrouhlovat na větší čísla, ačkoli by to takto bylo matematicky správně. Vždy musí být číslo zaokrouhleno na menší, jelikož by jedna řada vždy vytvářela znehodnocené polotovary, které by s největší pravděpodobností zákazník nepřijal.



Obrázek 8-Příkladné rozměry polotovaru

10.3.2 Řada ve směru délky

Funkční rozměr je následovný:

$$216 - 44 = 172 \text{ [mm]}$$

$$\frac{1070}{172} = 6,2 \text{ ks} \rightarrow 6 \text{ ks}$$

$$6 * 172 = 1032 \text{ [mm]}$$

$$1032 + 44 = 1076 \text{ [mm]} \quad 1070 < 1076$$

Seřazení šesti za sebou tedy není možné, z toho vyplývá, že maximální počet je pět.

$$5 * 172 + 44 = 904 \text{ [mm]} \quad 1070 > 904$$

Tedy blok kartónu v plošné řezačce vytvoří:

$$5 * 5 = 25 [ks]$$

Tato délka je i střížná, z prvotních omezujících výpočtů z hlediska kinematiky je patrné, že platí podmínka maximální rychlosti média 300 [m/min]:

$$700 < 904$$

Potřebný čas na jeden stříh je tedy:

$$t_p = \frac{x}{v} = \frac{0,904}{5} = 0,18 [s]$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že na nastříhání 25 [ks] je potřeba 0,18 [s].

10.3.3 Produktivita za jednu sekundu:

$$\frac{1}{t_p} * 25 = \frac{1}{0,18} * 25 = 138 [ks]$$

10.3.4 Produktivita za jednu minutu:

$$138 * 60 = 8\,280 [ks]$$

10.3.5 Produktivita za hodinu:

$$8280 * 60 = 496\,800 [ks]$$

Zde je velice důležité zmínit, že tyto hodnoty patří ke stroji, který je již celý seřízený a připravený k výrobě. Neplatí, že za každou minutu je vyrobeno 8 280 [ks]. Pro každou zakázku musí být předem vyrobeno a připraveno na rychlou výměnu mezi zakázkami následující: tiskové válce, nožová deska a jehlový válec stripperu. Po montáži těchto nástrojů je třeba seřídít celý stroj. Jmenovitě se jedná o nové inkousty a přizpůsobení šířky stroje potišťnému médiu a velikosti sekcí.

Co se týče tiskové sekce, je důležité seřizovat sytost barvy, to se provádí korigováním přítlačné síly otiskového válce, na kterém je navlečena flexografická deska. Při větším působení se sytost zvyšuje. Je třeba vytvořit takový tlak u všech flexografických tiskových jednotek, aby se vytvořil požadovaný zákazníkuv potisk. Po skončení seřízení tohoto přítlaku musí být provedena zkouška, pokud vyjde jako nekvalitní, tak obsluha musí přítlak seřídít, aby nanesený povlak barvy byl v požadované tloušťce.

10.3.6 Seřízení zpracovatelské části

Seřízení se vztahuje především k nožům na plošné řezačce kartónu. Nože musí být dokonale výškově seřízeny, protože se nesmí dotknout protidesky, ale médium musí i tak rozdělit. Toho je docíleno tím, že nože projdou do přesně definované hloubky v přibližné hodnotě 2/3 tloušťky média, které poté praskne. Umístění před samotnou sériovou výrobou musí též projít zkouškou. Dále je třeba seřídít stripper a řemeny v podsestavě stripperu.

Pokud jsou všechny seřizovací operace a mnoho dalších provedeny, stroj je seřízen pro specifickou výrobu a skutečná produktivita se rovná vypočtené. Výroba polotovarů by mohla zahrnout 5-10 % výrobního času, zbývající čas zahrnuje seřízení a přípravu stroje.

11 Vyžadovaná vylepšení

Zpočátku je důležité zmínit, že podobný typ tiskařského stroje, byl již vyroben a je také plně funkční. Pro pochopení a minimalizování rizika špatného vysvětlení funkčnosti a principů jednotlivých strojních celků stroje byl použit již vyvinutý model. Ostatní modely v nabídce mají jiné parametry z hlediska rychlosti a přesnosti.

11.1 Parametry výchozího modelu jsou:

Rychlost média: 200 [m/min]

Šířka tiskového materiálu: 1000 [mm]

12 Konstrukční vývojový návrh

Všechny stěžejní vlastnosti stripperu byly představeny v oddílu Specifikace stěžejních vlastností stripperu. V následující části bude vysvětleno, jak se konstrukčně vyřešily všechny požadavky a budou představeny problémy, které se vyskytly až v samotném konstrukčním návrhu. Další stěžejní vlastnosti, které z hlediska funkčnosti nemají příliš velký vliv, ale v použitelnosti mají zcela klíčovou důležitost, budou též představeny.

Celková sestava, která je takzvaně ve fázi vývoje a návrhu, není ještě zcela dokonstruována, ale pro představení principů vývojových změn bude tento model dostatečný. Úplné dokonstruování bude provedeno až po dokončení celého stroje tak, aby jednotlivé části na sebe navazovaly.

12.1 Pohon stripperu

Tato kapitola je věnována pohonu válců, mezi které patří samotný stripper, válec s gumovým potahem, excentrický válec a pohon řemenové transportní sekce. Většina již navržených strojů využívá dva elektromotory. Jeden sloužil jako pohon transportní sekce a druhý rozpohyboval zbývající válce. Jelikož se u každé konstrukce musí myslet na ekonomickou stránku, byla zde vytvořena varianta jen s jedním hlavním motorem.

12.2 Charakteristika pohonu řemenové transportní sekce

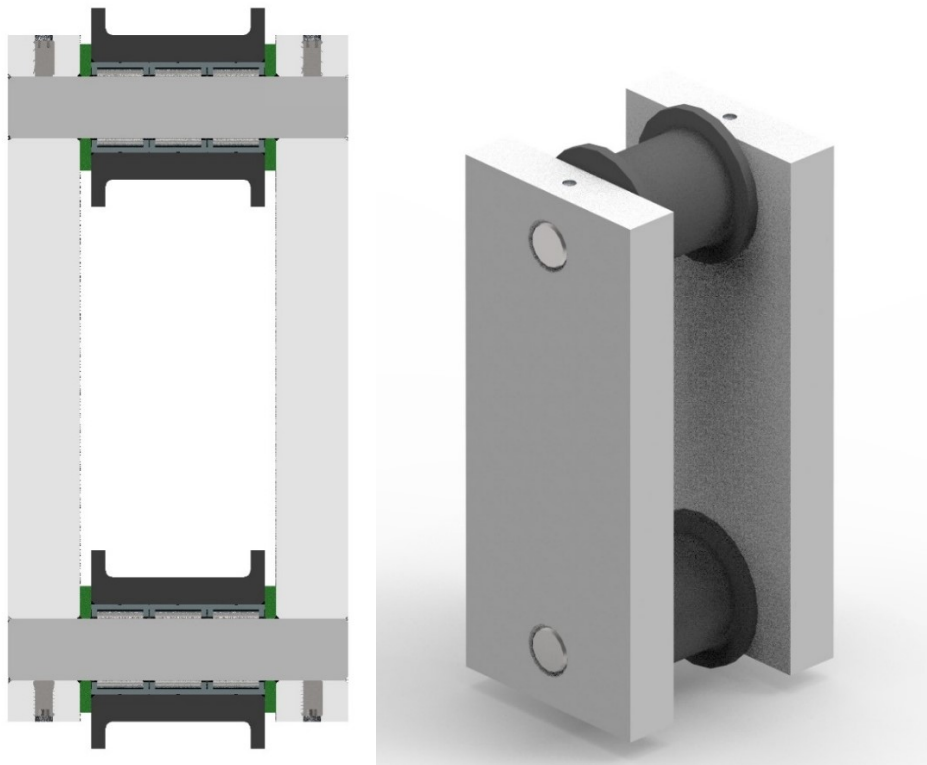
Pohon řemenů, jak již bylo zmíněno, je zajištěný elektromotorem. K přenosu se využívá víceklínový neboli drážkový řemen. Řemenicí je osazena jak hlavní hřídel stripperu, tak hřídel transportní řemenové sekce. Pohonná hřídel transportní sekce je přivařena na válec, kde jsou opásány řemeny transportní sekce, a tudíž za pomoci tření mezi válcem a řemeny je transportní sekce rozpohybována.

Nachází se zde provozní problém v podobě navlékání řemenů na pohonný válec. Řemeny mají svou určitou životnost, která je jistě menší než životnost celého stroje. To znamená, že pokud dojde k porušení řemenu, je třeba jej vyměnit za nový. Bylo by nepraktické, aby kvůli výměně řemenu musela být rozebrána například polovina stroje. Navíc obsluha při přípravě modulu na výrobu může počet řemenových jednotek libovolně měnit pro každý vyráběný polotovár. Pro konstrukční provedení to znamená, že v bočnici okolo ložiska pohonného válce musí vzniknout prostor pro navlečení nového řemenu na válec.

12.3 Varianta A – konstrukční provedení

Výsledné konstrukční provedení bude poměrně atypické. Kvůli zachování co nejmenší stavební výšky byla zvolena jehlová ložiska bez vnitřního kroužku, a tedy valivé elementy se budou pohybovat přímo po čepu, to znamená, že čep musí být kalen na 60 [HRC].

Z teoretického pohledu nepůsobí na čepy žádná jiná síla než gravitační, čili nevyskytuje se zde žádná síla, která by měla za účinek vytažení čepu z bloků. Jisté zajištění zde musí být. Využity budou stavěcí šrouby. V domečku bude shora a zdola vyvrtaná díra se závitem, do něhož bude zašroubovaný a utažený stavěcí šroub. Ten vyvolá sílu, která bude působit na čep a zabráni mu k samovolnému posunutí. V místě A je konstrukce v podstatě stejná, jen neobsahuje horní podpěru.



Obrázek 9-Řez a samotný pohled na vedení kolejnic

13 Natáčecí seřizovací mechanismus

Další mechanismus bude zabezpečovat již zmíněnou nezbytnou vlastnost natočení. Tato funkce je realizována pomocí lineárně pohybující se kulisy, kde celá hlavní deska, je postavena na otočném čepu. Samotný čep je uložený do dvou kuželíkových ložisek, a tudíž umožňuje přesné natáčení. Jako pohon může být využito například elektrického aktuátoru, což je nákladnější nežli zvolená druhá možnost, což je lidská síla

13.1 Konstrukční návrh natáčecího seřizovacího mechanismu

Samotné natočení desky je realizováno za využití kulisy, která má v sobě vyřezaný trapézový závit. S pomocí trapézového šroubu může být vytvořen posuvný pohyb do obou směrů za pomoci otáčení šroubu. Ten je spojen s kolem za pomoci kolíku. Kroutící moment je přenášen z kola na šroub.

Kulisa má šikmé osazení, které je tangenciálně opřené o 3 vačková kola, jež jsou přišroubována na hlavní desku. Natočení tedy způsobuje pohyb kulisy dopředu a dozadu. Vačková kola se valí po osazení kulisy a tím způsobuje natáčení desky. Takto navržený mechanismus by měl být velice laciný oproti jiným natáčecím mechanismům, které využívají například elektropohon apod.

Celá hlavní deska na straně kulisového mechanismu je podepřena dalšími dvěma rolnami, které nesou hmotnost modulu. Další zvláštnost u kulisy je spodní tvar. Kvůli nebezpečí vzpříčení bylo přidáno další vedení, aby se zabránilo možné komplikaci při pohybu.

14 Výpočtová kontrola stěžejních částí

14.1 Kontrola průhybu nosné osy stripperu

V průběhu odstraňování odpadu je válec podepřen na obou koncích, tedy dochází k velmi malým, a tudíž zanedbatelným průhybům, které nikterak neovlivní proces. K zajištění polohy jehlového válce je využito kuželových středících ploch na jeho obou koncích. To znamená, že hrany vnitřní plochy válce mají kuželové sražení, které sedí na kuželových plochách přírub.

Kvůli výměně se musí válec odpojit čili je vysunuta příruba, která je k operátorovi blíže. Válec se následně sesune na excentrický válec. Tímto způsobem se stává hlavní osa vetknutým nosníkem na jedné straně a je zatížena excentrickým a hliníkovým válcem a vlastní tíhou. Na konci osy musí být dostatečně malý průhyb, jelikož velikost je dána tím, že při zavírání dveří musí být kuželová plocha čepu schopna přizvednout osu do původní polohy. Z tohoto důvodu musí být spočtena potřebná kuželovitost kolíku k nasazení hlavní osy.

14.2 Výpočet

K samotnému výpočtu bude použit zjednodušený vetknutý nosník o stejném kruhovém průřezu.

Parametry: Hmotnosti: Jehlový válec: $m_1 = 75$ [kg] $\Rightarrow F_1 = 735,8$ [N]

Excentrický válec: $m_2 = 82$ [kg] $\Rightarrow F_2 = 804,4$ [N]

Hlavní hřídel: $m_3 = 85$ [kg] $\Rightarrow F_3 = 833,9$ [N]

Podpěra: $m_4 = 8$ [kg] $\Rightarrow F_4 = 78,48$ [N]

Délky: Jehlový válec $l_1 = 1,5$ [m]

Excentrický válec $l_2 = 1,4$ [m]

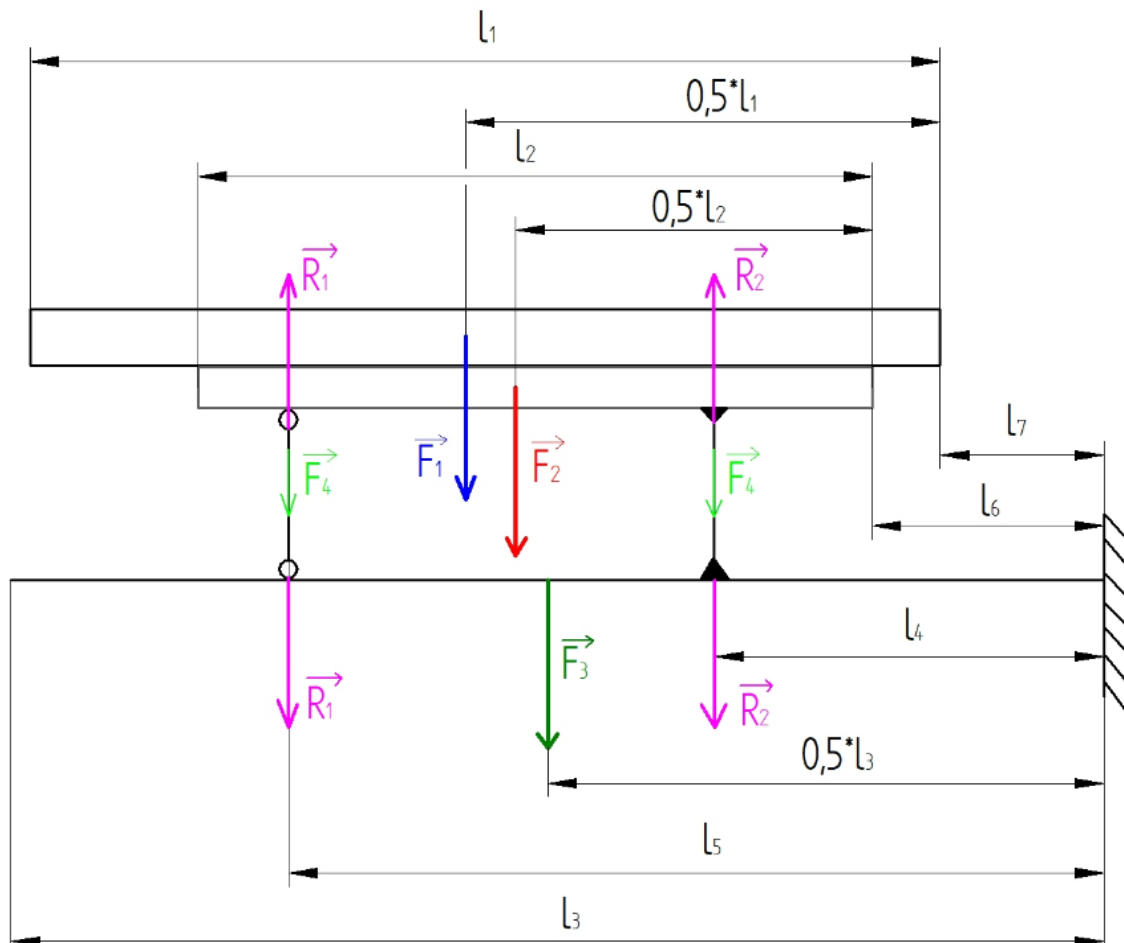
Osa $l_3 = 1,65$ [m]

Svařená pod. k vetknutí . $l_4 = 0,3$ [m]

Volná pod. k vetknutí $l_5 = 1$ [m]

Ex. válec k vetknutí $l_6 = 0,24$ [m]

Jehlový vál. k vetknutí... $l_7 = 0,25$ [m]



Obrázek 10-Schéma silového rozkladu odepnutého válce

14.2.1 Rozdělení sil od jehlového a excentrického válce a podpor na hlavní osu:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow$$

$$0 = R_1 * (l_5 - l_4) - F_2 * (0,5 * l_2 - l_4 + l_6) - F_1 * (0,5 * l_1 - l_4 + l_7) - F_4 * (l_5 - l_4)$$

$$R_1 = \frac{F_2 * (0,5 * l_2 - l_4 + l_6) + F_1 * (0,5 * l_1 - l_4 + l_7) + F_4 * (l_5 - l_4)}{l_5 - l_4}$$

$$R_1 = \frac{804,4 * (0,5 * 1,4 - 0,3 + 0,24) + 735,8 * (0,5 * 1,5 - 0,3 + 0,25) + 78,5 * (1 - 0,3)}{1 - 0,3}$$

$$R_1 = \frac{804,4 * (0,64) + 735,8 * (0,7) + 78,5 * (0,7)}{0,7} = \frac{514,8 + 515,1 + 55}{0,7} = 1551 \text{ [N]}$$

$$\sum F = 0 \rightarrow 0 = R_1 + R_2 - F_1 - F_2 - 2 * F_4 \rightarrow R_2 = F_1 + F_2 - R_1 + 2 * F_4 = 146,5 \text{ [N]}$$

14.2.2 Vyšetření ohybového momentu:

I: $x \in \langle 0; (l_3 - l_5) \rangle$

$$M_1(x) = 0 \text{ [Nm]}$$

II: $x \in \langle (l_3 - l_5); (0,5 * l_3) \rangle$

$$M_2(x) = -R_1 * (x - l_3 + l_5)$$

$$M_2(x = x_A) = 0 \text{ [Nm]}$$

$$M_2(x = x_B) = -267,5 \text{ [Nm]}$$

III: $x \in \langle (0,5 * l_3); (0,5 * l_3 - l_4) \rangle$

$$M_3(x) = -R_1 * (x - l_3 + l_5) - F_3 * (x - 0,5 * l_3)$$

$$M_3(x = x_B) = -267,5 \text{ [Nm]}$$

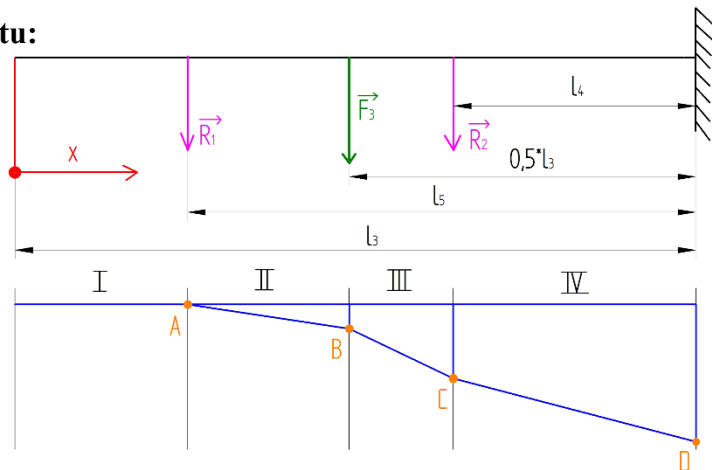
$$M_3(x = x_C) = -1551 \text{ [Nm]}$$

IV: $x \in \langle (0,5 * l_3 - l_4); l_3 \rangle$

$$M_4(x) = -R_1 * (x - l_3 + l_5) - R_2 * (x - l_3 + l_4) - F_3 * (x - 0,5 * l_3)$$

$$M_4(x = x_C) = -1551 \text{ [Nm]}$$

$$M_4(x = x_D) = -2285 \text{ [Nm]}$$



Obrázek 11-Průběh ohybového momentu u hlavní osy

14.2.3 Kvadratický průřez osy:

Průměr hlavní osy stripperu: D = 0,09 [m]

Youngův modul pružnosti E = 210 [GPa]

$$J_z = \frac{\pi * D^4}{64} = \frac{\pi * 0,09^4}{64} = 3,22 * 10^{-6} \text{ [m]}$$

14.2.4 Vyšetření fiktivního ohybového momentu

$$\begin{aligned}M_K^f(x) = & -M_4(x_C) * l_4 * (-0,5 * l_4 + l_3) - (M_4(x_D) - M_4(x_C)) * 0,5 * l_4 * \left(\frac{2}{3} * l_4 + l_3 - l_4\right) \\ & - M_3(x_B) * (0,5 * l_3 - l_4) * \left(\frac{0,5 * l_3 - l_4}{2} + 0,5 * l_3\right) \\ & - (M_3(x_C) - M_3(x_B)) * \left(\frac{0,5 * l_3 - l_4}{2}\right) * \left(\frac{2}{3} * (0,5 * l_3 - l_4)\right) \\ & - M_2(x_B) * (l_5 - 0,5 * l_3) * \left(\frac{2}{3} * (l_5 - 0,5 * l_3) + (l_3 - l_5)\right) = 1174,2 [N * m^3]\end{aligned}$$

14.2.5 Výpočet maximálního průhybu:

$$W_{max} = W(x_K) = \frac{1}{E * J_z} * M_K^f = 1,7 [mm]$$

14.3 Zhodnocení výpočtu průhybu hlavní osy stripperu

Z tohoto výpočtu vychází maximální průhyb, který bude na konci osy 1,7 [mm]. Tento průhyb je na délku hřídele a působící zatížení dostatečně malý. Výpočet je jen orientační a byl v mnoha ohledech zjednodušen. Konečná kontrola průhybu se bude muset vyhotovit pomocí metody konečných prvků.

14.4 Kontrola průhybu kolejnic

Jedna z dalších stěžejních částí jsou kolejnice, na kterých je usazen modul. Kolejnice se též budou kontrolovat z hlediska tuhosti neboli průhybu, což znamená, že pokud kolejnice budou splňovat podmínku tuhosti, je pevnostní výpočet zanedbatelný. Jelikož není zadáný maximální průhyb, musí se dodefinovat zadání. Zákazník samozřejmě nebude zadávat potřebnou tuhost kolejnic, to je zcela v kompetenci konstruktéra.

K dobrému odvození tuhosti je zapotřebí vzít v úvahu několik aspektů. Jeden z nich je, že konstrukce musí působit spolehlivým, a tudíž pevným a robustním dojmem. Dopravník by se měl dostat co nejbližší ke kolejnicím. Je tedy zapotřebí jistý cit konstruktéra v závislosti na průhybu a také robustnosti kolejnic. Maximální průhyb by určitě neměl překročit 7 [mm], ale čím menší bude, tím je to samozřejmě lepší. Menší průhyb se rovná větší robustnosti kolejnic. Konkrétní hodnota bude určena až po provedení výpočtu.

14.4.1 Postup výpočtu

Ke stanovení průhybu bude využito metody konečných prvků. Aby se dosáhlo co nejrychlejšího výpočtu, musí být úloha co nejvíce zjednodušena. Tudíž celý modul bude nahrazen působící silou. Vychází se z faktu, že jediná síla, která namáhá kolejnice, je gravitační síla modulu.

Jeho hmotnost a bod působení, což je těžiště modulu, bude zjištěno pomocí programu, který byl využit k návrhu a sice Solid Edge. Pomocí analytického výpočtu se rozdělí silové působení do jednotlivých kolejnic. Z hlediska stupňů volnosti lze kolejnice považovat za nosník s převislým koncem. Síla, která působí na kolejnice, je pouze gravitační od váhy modulu. Ten je na kolejnice připevněn pomocí kolíků, které se mohou považovat za podpěry, jimiž je přenášena síla.

$$G = m_m * g = 1503 * 9,81 = 14745 \text{ [N]}$$

14.4.2 Rozložení síly G do os kolejnic

$$\sum M_o = G * 0,286 \rightarrow G * 0,286 = F_2 * 0,709$$

$$F_2 = \frac{G * 0,286}{0,709} = \frac{14745 * 0,286}{0,709} \rightarrow$$

$$F_2 = 5948 \text{ [N]}$$

$$\sum F_o = G \rightarrow G = F_1 + F_2 \rightarrow F_1 = G - F_2$$

$$F_1 = -5948 + 14745 = 8797 \text{ [N]}$$

14.4.3 Rozložení síly F₁ do podpěr A,B

$$\sum M_B = F_1 * 0,97 \rightarrow F_1 * 0,97 = F_A * 1,78$$

$$F_A = \frac{F_1 * 0,97}{1,78} = \frac{8797 * 0,97}{1,78} = 4794 \text{ [N]}$$

$$\sum F_{AB} = F_1 \rightarrow F_1 = F_A + F_B \rightarrow F_B = F_1 - F_A$$

$$F_B = 8797 - 4794 = 4003 \text{ [N]}$$

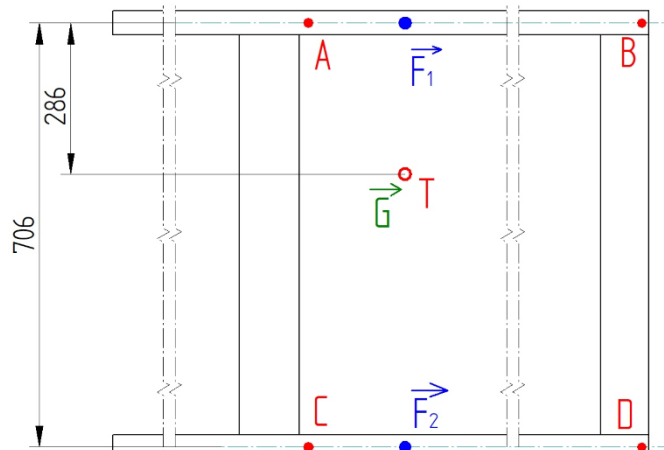
14.4.4 Rozložení síly F₂ do podpěr C,D

$$\sum M_D = F_2 * 0,97 \rightarrow F_2 * 0,97 = F_C * 1,78$$

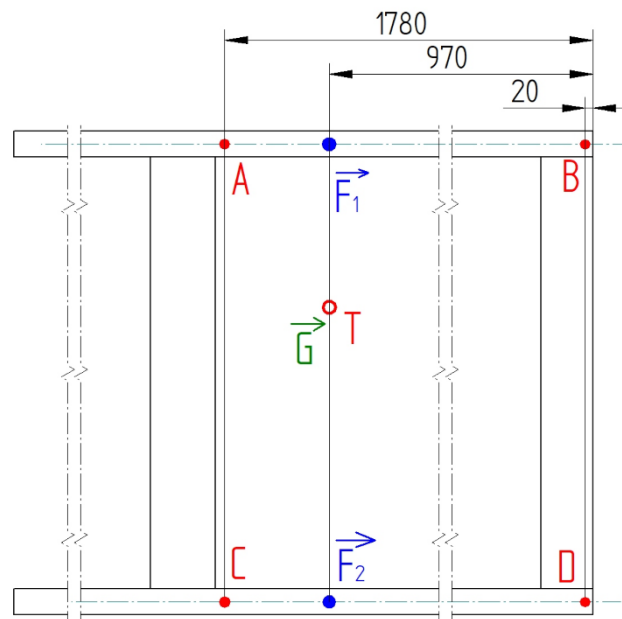
$$F_C = \frac{F_2 * 0,97}{1,78} = \frac{5948 * 0,97}{1,78} = 3242 \text{ [N]}$$

$$\sum F_{CD} = F_2 \rightarrow F_2 = F_C + F_D \rightarrow F_D = F_2 - F_C$$

$$F_D = 5948 - 3242 = 2706 \text{ [N]}$$

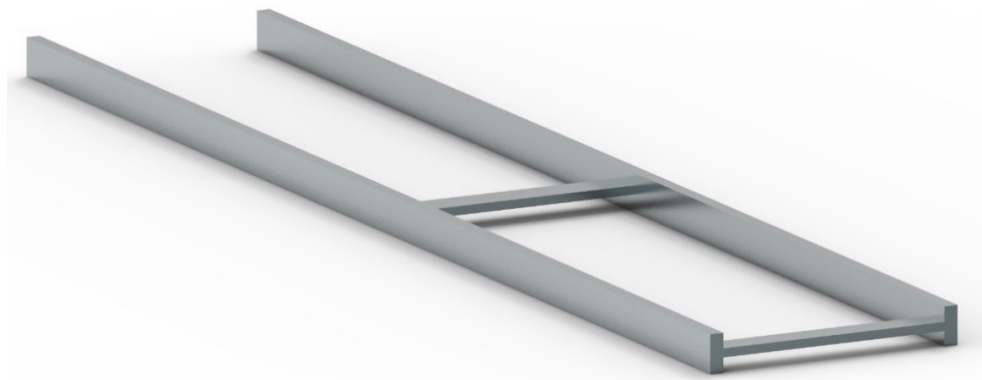


Obrázek 12-Rozložení síly modulu do podpěr-krok-1



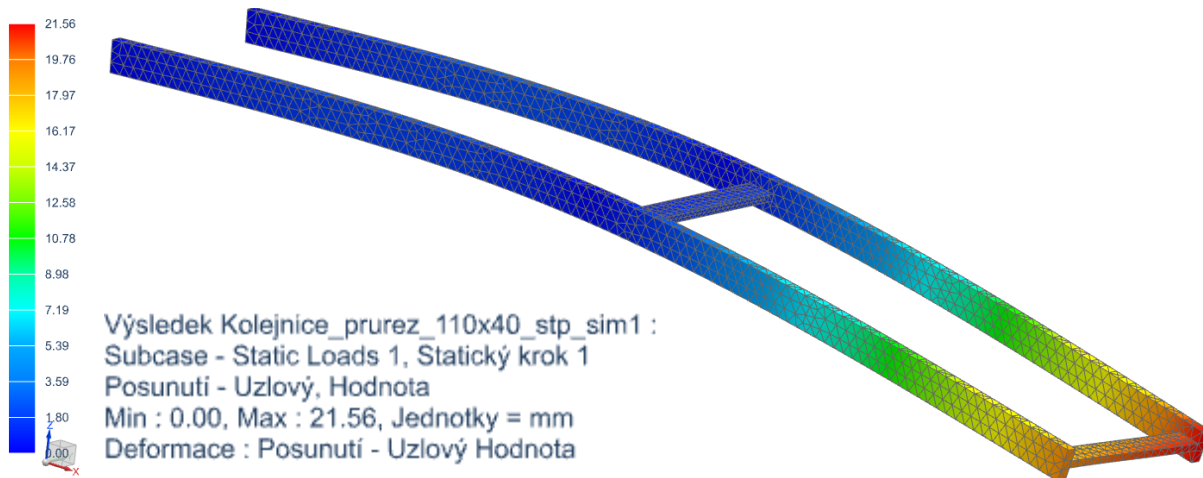
Obrázek 13-Rozložení síly modulu do podpěr-krok-2

Pro výpočet je důležité upravit namáhanou soustavu tak, aby vytvořená síť prvků byla rovnoměrně rozložena a nedocházelo k shlukování velkého množství prvků na jednom místě. To znamená, že ze soustavy musí být odstraněno například sražení hran, nepotřebné radiusy, výřezy, díry pro šrouby apod. Dále kvůli správnosti výpočtu musí být součásti spojené do jedné, aby se síť provázala s příčníky a druhou kolejí. Jinak by síť byla pro každou součást zvlášť a výpočet by se nemohl považovat za správný. Upravená nosná soustava je zobrazena na obrázku [32].



Obrázek 14-Nosná soustava pro výpočet MKP

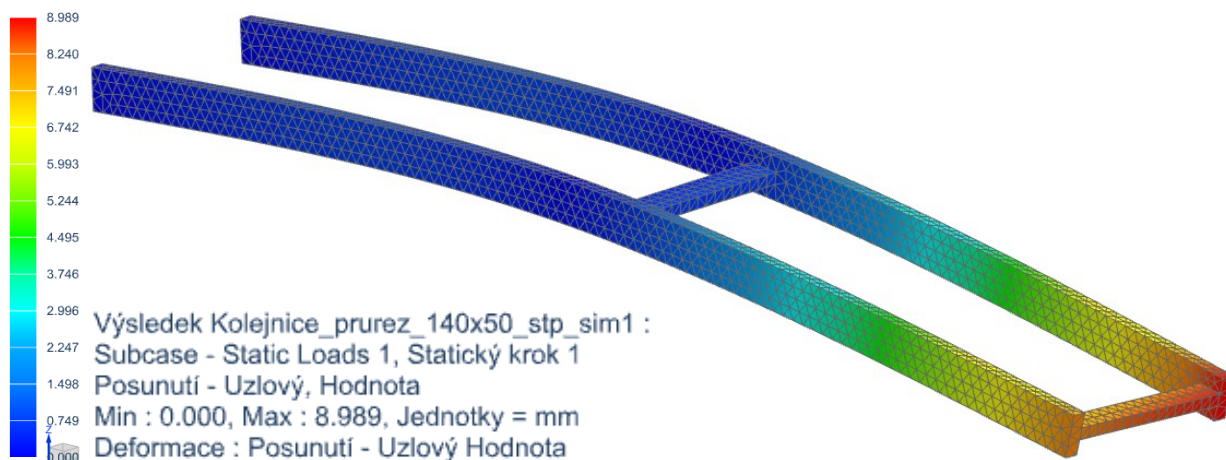
14.4.5 Výpočet průhybu – průřez 110x40



Obrázek 15-Výsledek průhybu MKP-průřez 110x40

Tento průřez byl navrhnout na počátku vývoje. Nebyla známa skutečná hmotnost modulu, spíše se odhadovala do 1000 [kg]. Nyní je známa alespoň přibližná hodnota, ale ta neobsahuje kryty a také spojovací prvky. Je považována stále za teoretickou. Při tomto zatížení je maximální průhyb 21,56 [mm], což je zcela nepřijatelné. Pro snížení průhybu musí být zvětšen průřez kolejnic.

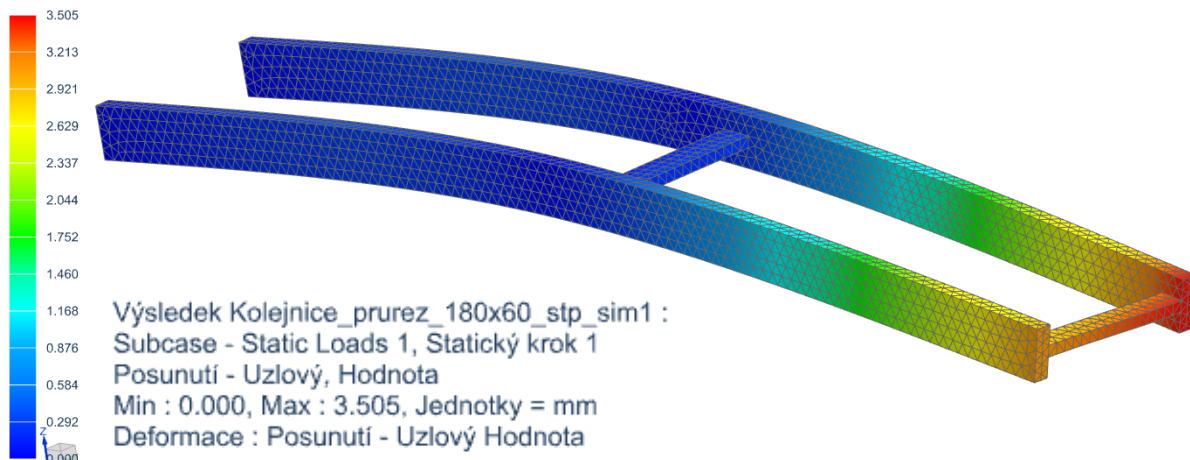
14.4.6 Výpočet průhybu – průřez 140x50



Obrázek 16-Výsledek průhybu MKP-průřez 140x50

Zvětšení průřezu na 140x50 výrazně snížilo průhyb, ale snížení není dostatečné, aby zajistilo důvěru obsluhy a také snadnou manipulaci s modulem při odnětí.

14.4.7 Výpočet průhybu – průřez 180x60



Obrázek 17-Výsledek průhybu MKP-průřez 180x60

Průhyb kolejnice pro průřez 180x60 vychází 3,5 [mm], což je přijatelná hodnota. Samozřejmě tento příklad je idealizovaný a tyto hodnoty jsou jen orientační. Pro přesné výpočty by musel být na kolejnici položen samotný modul a musela by se provést metoda konečných prvků s ním.

14.5 Zhodnocení výpočtu průhybu kolejnic

Kvůli vysoké hmotnosti se dále může uvažovat o jejím snížení, což se dosáhne odebráním materiálu například z bočnic a podobně. Ovšem toto rozhodnutí se musí probrat se zadavatelem, jelikož v tiskovém průmyslu se traduje přísloví „hmotnost tiskne“ a kupující jsou ochotni zaplatit za větší hmotnost. Dokonce někdy hmotnost představuje marketingový tah. Čili je možné, že nedojde ke snížení hmotnosti a bude ponechána tato. Výsledná sestava se správným průřezem je vyobrazena na obrázku [36].

15 Závěr

Na začátku vývoje bylo zadáno navrhnout a zkonstruovat plně funkční stripper na nový prototyp stroje, jehož části budou ve vývoji následovat. Jako studijní materiály byly poskytnuty zadavatelem 3D modely již stávajících strojů.

Nejprve bylo zapotřebí zcela pochopit chod celého stroje, jelikož všechny strojní celky se sebou úzce souvisí. To určilo seřizovací mechanismy, které musí stripper obsahovat. Vyšetřit, jaké pohyby musí mechanismy zabezpečit a také s jakou přesností. Dále vyšetřit obvodové rychlosti stripperu, to nejprve znamenalo zjistit rychlost média v tiskové části, která je omezena maximálním počtem zdvihů u plošné řezačky kartónu. Z výpočtů obvodových rychlostí byl zjištěn prudký nárůst u některých střížných délek.

Každá výroba má jiné rozložení odpadových částí a z toho vyplývá, že válec s jehlami musí být vyměnitelný. Pro kontrolu průhybu kolejnic bylo využito metody konečných prvků, kde by se maximální průhyb měl pohybovat mezi hodnotami 1-5 [mm], čili se musely dostatečně dimenzovat především z tuhostního hlediska. Z výsledků metody konečných prvků byl navrhnut průřez 180x60 s průhybem 3,3 [mm].

Po důkladném prošetření byl jasně úkol stanoven, a sice zkonstruovat vývojový prototyp stripperu, který by splňoval všechny požadavky zadavatele na vylepšení plus všechny procesní mechanismy, aby byla zajištěna funkčnost. Tento úkol byl pod vedením Ing. Rennyho Vachka Ph.D. splněn. Vývojový prototyp dává šanci zvýšit konkurenceschopnost na trhu, jak z hlediska cenového, tak funkčního.

V závěru bych chtěl znovu poděkovat Ing. Rennymu Vachkovi Ph.D., a také firmě Gear Design s. r. o. za možnost vytvoření bakalářské práce na toto téma, a především za možnost učit se od takto zkušeného konstruktéra. DĚKUJI.

16 Seznam obrázků

Obrázek 1-Příklady papírových obalů.....	11
Obrázek 2-Základní rozměry a rozložení profesionálního tiskového stroje	12
Obrázek 3-Příklad vyráběného polotovaru + konečný výsledek	13
Obrázek 4-Hlavní části flexografické tiskové jednotky	16
Obrázek 5-Kinematické procesní křivky.....	18
Obrázek 6-Kinematické schéma stripperu	25
Obrázek 7-Příkladné rozložení polotovarů pro výrobu.....	28
Obrázek 8-Příkladné rozměry polotovaru	29
Obrázek 9-Řez a samotný pohled na vedení kolejnic	32
Obrázek 10-Schéma silového rozkladu odepnutého válce.....	34
Obrázek 11-Průběh ohybového momentu u hlavní osy	35
Obrázek 12-Rozložení síly modulu do podpěr-krok-1	37
Obrázek 13-Rozložení síly modulu do podpěr-krok-2.....	37
Obrázek 14-Nosná soustava pro výpočet MKP	38
Obrázek 15-Výsledek průhybu MKP-průřez 110x40	38
Obrázek 16-Výsledek průhybu MKP-průřez 140x50	38
Obrázek 17-Výsledek průhybu MKP-průřez 180x60	39

17 Seznam tabulek

Tabulka 1-Hodnoty pro výpočet kinematiky-minimální střižná délka	20
Tabulka 2-Hodnoty pro výpočet kinematiky-maximální střižná délka.....	21
Tabulka 3-Hodnoty pro výpočet kinematiky Stripperu- $l_s=1070$ [mm]	25
Tabulka 4-Hodnoty pro výpočet kinematiky Stripperu- $l_s=700$ [mm]	26
Tabulka 5-Hodnoty pro výpočet kinematiky Stripperu- $l_s=535$ [mm]	26
Tabulka 6-Hodnoty pro výpočet kinematiky Stripperu- $l_s=457$ [mm]	27

18 Seznam použité literatury

- [1] – Gear Design -s. r. o. Interní studijní materiály firmy
- [2] – HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra: obecné strojní části. Praha: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3
- [3] – International Paper Knowledge Center: Flexography. Web.archive.org [online]: International Paper Company, 2010, [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20100816235813/http://glossary.ippaper.com/default.asp?req=knowledge%2Farticle%2F151>
- [4] – <https://www.flexologic.nl/products/automatic-flexo-plate-mounting-machine/>: Flexography. Flexologic.nl [online].: flexologic.nl, sad [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.flexologic.nl/products/automatic-flexo-plate-mounting-machine/>
- [5] – <https://en.wikipedia.org/wiki/Flexography>: Flexography. En.wikipedia.org [online]. en.wikipedia.org, 2019, 31.01.2019 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.flexologic.nl/products/automatic-flexo-plate-mounting-machine/>

19 Seznam obrázků

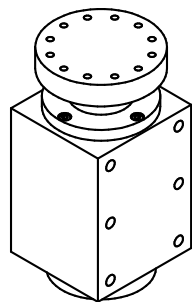
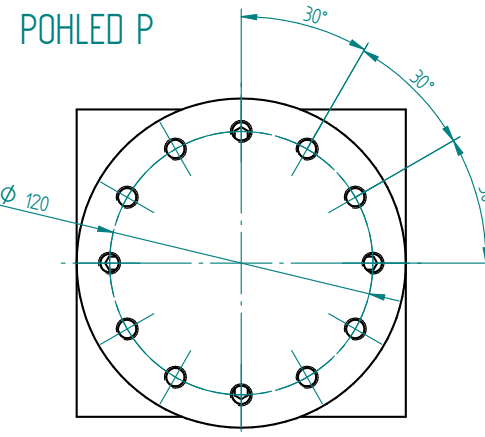
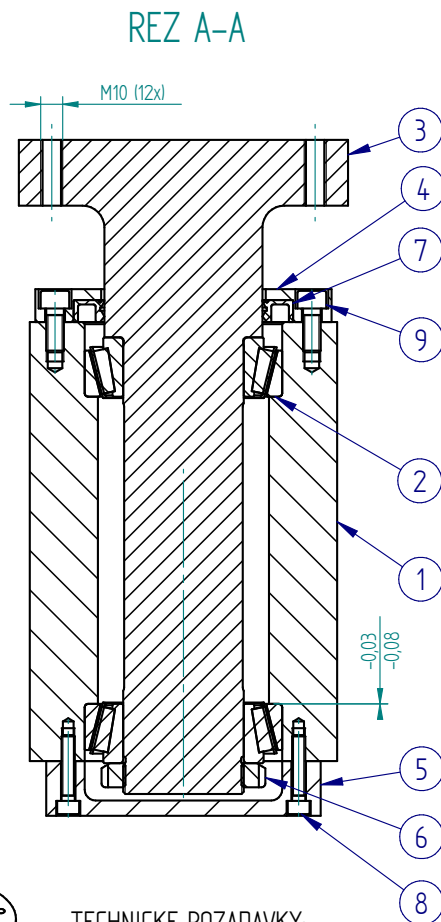
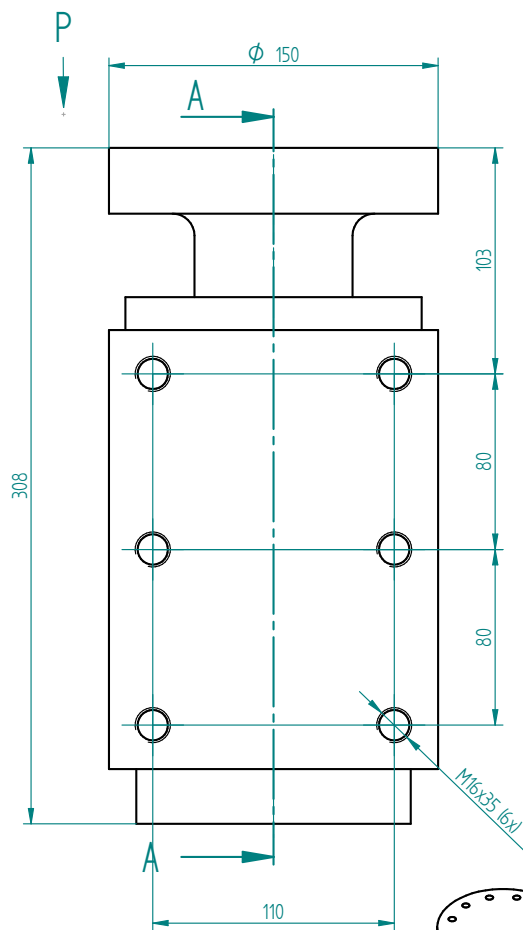
- [1] – Obrázek 1 – Příklady papírových obalů
https://www.cistimesizuby.cz/eshop/z/Elmex_Sensitive_Professional_Gentle_Whitening_zubni_pasta_75_ml/?catID=172
<https://www.happydrink.cz/DICTADOR-20yo-0-7L-40-d679.htm>
<https://www.e-cukrovinky.cz/e-cukrovinky/eshop/1-1-BONBONIERY/-4-/5/4516-Bonboniera-Roshen-Chocolateria-pralinky-194g>
- [2] – Obrázek 2 – Základní rozměry a rozložení profesionálního tiskového stroje
https://www.heidelberg.com/global/en/products/inline_flexo_printing/overview_2.jsp
- [3] – Obrázek 4 – Hlavní části flexografické tiskové jednotky
<https://en.wikipedia.org/wiki/Flexography>
- [4] – Obrázek (3, 36, 5 – 31)
Interní materiály firmy Gear Design s. r. o.
- [5] – Obrázek (32 – 35)
Exportované výsledky z výpočtu MKP z programu NX

20 Seznam příloh

- [1] – Příloha č.1 – Výkres sestavy otoč vedení
- [2] – Příloha č. 2 – Výrobní výkres otočného čepu
- [3] – Příloha č. 3 – Prezentační výrobek Gallus
- [4] – Příloha č. 4 – Ukázkový výrobek Zarentaler
- [5] – Příloha č. 5 – Názorný výrobek bez potisku

Příloha číslo 1

Výkres sestavy otoč vedení



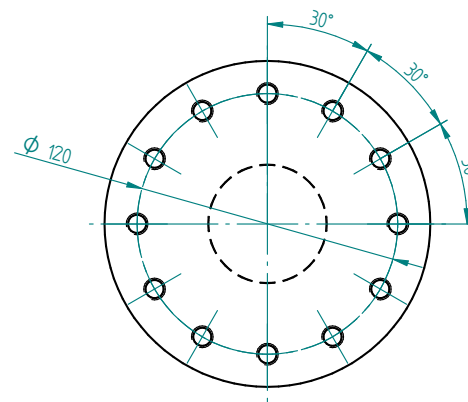
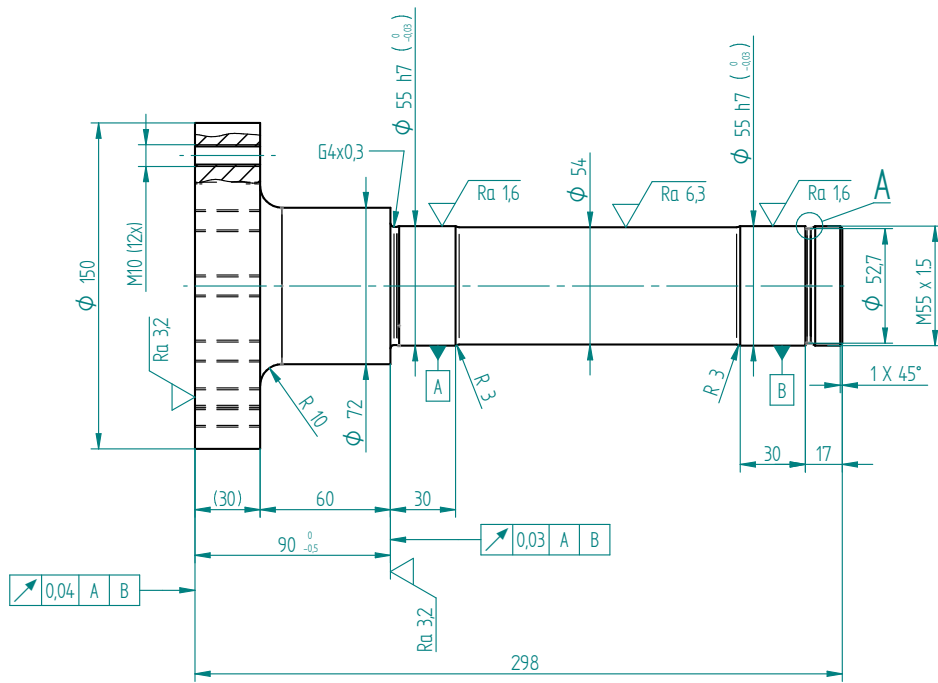
TECHNICKE POZADAVKY:
1. MEZI LOZISKY 33011 NASTAVIT PREDPETI 0,03 - 0,08 mm

Pozice	Nazev	Hmotnost (kg)	Mnozstvi (ks)
1	Skrin lozisek	24,235	1
2	Lozisko SKF 33011	0,664	2
3	Otocny cep	9,687	1
4	Horni vicko	0,828	1
5	Dolni vicko	1,452	1
6	KMK-Matice SKF KM 11	0,150	1
7	HrideLove tesneni	0,018	1
8	Sroub DIN 912 M 6x30	0,010	6
9	Sroub DIN 912 M 8x20	0,015	4

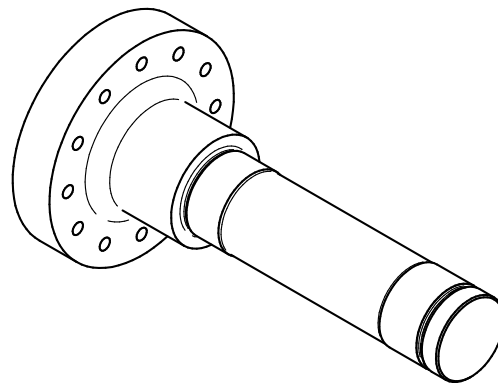
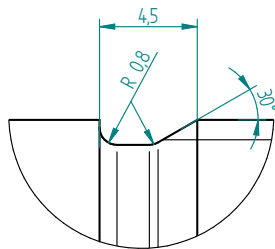
Textura povrchu	Hrany ISO 13715 -0,4 +0,4	Meritko 1:2 (1:5)	Presnost ISO 2768
		Hmotnost (kg) 37,817	Tolerovani ISO 8015
Material - Polotovary			Promitani
			Format A3
 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI KKS KATEDRA KONSTRUOVANI STROJU	Kreslil Tomas Jankovec	Nazev OTOC. VEDENI	
	Datum 13.05.2021	Cislo dokumentu BC-ZCU-TJ-001	
	Schvalil	List 1 Listu 1	
	Datum		
	Druh dokumentu VYKRES SESTAVY		

Příloha číslo 2

Výrobní výkres otočného čepu



DETAIL A
5:1



Textura povrchu	Hrany ISO 13715	Meritko	Presnost ISO 2768
$\sqrt{\text{Ra } 12,5} \left(\sqrt{\text{Ra } 6,3} \sqrt{\text{Ra } 3,2} \sqrt{\text{Ra } 1,6} \right)$	$\begin{matrix} -0,4 \\ +0,4 \end{matrix}$	1:2 (1:5)	Tolerovani ISO 8015
Material 11503 \varnothing 150-305 CSN 42 5551		Hmotnost (kg) 9,687	Promitani
			Format A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Tomas Jankovec Datum 19,04,2021	Nazev OTOCNY CEP	
	Schválil Datum		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VYROBNÍ VYKRES	BC-ZCU-TJ-002 List 1 Listu 1	

Příloha číslo 3

Prezentační výrobek Gallus



Ingredients:
100% inline production, laminating, flexographic printing, screen printing, hot foil embossing, hologram inserting, flat-bed creasing and die-cutting

Optional:
back side printing, cold foil, gravure printing, window punching, rotary die-cutting, high speed performance kit (330m/min, 1150ft/min)



Side effects:
Cost savings through inline production, benchmark in operational efficiency due to fast set-up and changeover, high degree of automation, unlimited pool of value-adding processes and features, unlimited process flexibility due to open architecture, configure your press from job to job, modular construction: extend the machine according to the market developments at any time, extremely operator friendly, easy to operate and maintain, just in time delivery, superb printing quality and register accuracy, high efficiency for a production mix of added value and commodity products


SUN PROTECTION

SUNNY 

SUNNY 

CURVE CORNER



SUN PROTECTION



1.7 FL. OZ. 50 ml

Gallus ICS 670

UV 20

1.7 FL. OZ. 50 ml

Gallus ICS 670

SUN PROTECTION



Příloha číslo 4

Ukázkový výrobek Zarentaler



Zarentaler

Confiserie

Confiserie

Confiserie

Confiserie

Zarentaler

Excellent Specialities from Europe

Zarentaler

Zarentaler

Zarentaler

Excellent Specialities from Europe

Confiserie und Süßwaren verlangen nach Verpackungen, die den Genuss wecken und zum Kauf verführen. Daher stehen bei der Vermarktung repräsentative Faltschachteln mit brillanter Abbildungsqualität und hohen Ansprüchen in der Sensorik im Vordergrund. Gallus bietet erstklassige Lösungen sowohl für die Herstellung von Produkten mit höchster Veredelung als auch für hohe Auflagen. Entscheidend hierfür ist die Flexibilität der Gallus ICS 670. Neben nahezu unbegrenzten Veredelungsmöglichkeiten kann mit einem Flying Imprint die Sprachvariante, Promotion oder Geschmacksvariation bei laufender Produktion geändert werden.

Mehr Info:



Mehr Info:



12
feine Kekse
NEU

400g e

CONFISERIE GMBH, WEIDEN, GERMANY

Zarentaler

Printed on a Gallus ICS 670

Příloha číslo 5

Názorný výrobek bez potisku

