

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra balicích a polygrafických
strojů

Školní rok: 1991/92

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Lučka HÁTLE

obor 23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební
průmysl

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých
školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Zásobník na prázdné přepravky pro lahvářenské linky

Zásady pro vypracování:

Postup řešení:

- 1) Rozbor současného stavu.
- 2) Návrh různých principů řešení zásobníku.
- 3) Konstrukční řešení zvolené varianty , včetně nutných výpočtů.
- 4) Ekonomické zhodnocení řešení.

Při řešení respektujte požadavky zadavatele - ZVÚ Hradec Králové .

Součástí práce bude dokumentace - sestava zásobníku, podsestava oddělovacího
zařízení včetně výrobních výkresů.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ostřední Křižovna
STUDENSKÁ 5
401 17 LIBEREC

KBP/BP

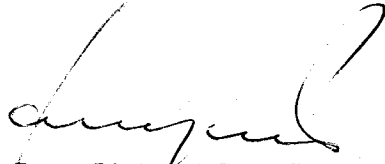
V 179/92S


Rozsah grafických prací: Sestava a potřebné výrobní výkresy.
Rozsah průvodní zprávy: cca 30 stran.
Seznam odborné literatury: Firemní liter. ZVÚ Hradec Králové.
Dražan : Manipulace s materiálem.
Chvála : Automatizace.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Stehlík, CSc
Konzultant: Ing. Zíkl

Zadání diplomové práce: 15.11.1991
Termín odevzdání diplomové práce: 29.5.1992




Ing. Richard Drapák
Vedoucí katedry


Prof. ing. Jaroslav Exner, CSc
Děkan

V Liberci

dne 15.11.

1991

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

obor 23 - 21 - 8

Výrobní stroje a zařízení

zaměření

Balící a polygrafické stroje

Katedra balení a polygrafie

Zásobník na prázdné přepravky pro lahvárenské linky

Luděk HÁTLE

DP 17051

Vedoucí práce : Ing. Jaroslav Stehlík, CSc, VŠST Liberec

Rozsah práce a příloh

Počet stran : 32

Počet příloh a tabulek :

Počet obrázků : 14

Počet výkresů : 18

Počet modelů :

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146076571

Datum : 12.5.1992

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

František Kudělka
.....

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při vypracování diplomové práce, zejména ing. Stehlíkovi z VŠST Liberec a ing. Ziklovi z podniku ZVÚ Hradec Králové.

Obsah :

1.	Zadání diplomové práce	2
2.	Úvod	6
3.	Lahvárenská linka	7
3.1.	Popis činnosti lahvárenské linky	7
3.2.	Doprava přepravek	8
4.	Způsoby řešení přebytku přepravek	9
4.1.	Vyrovnávací dráhy	9
4.2.	Zásobník prázdných přepravek	9
4.2.1.	Variety řazení zásobníku	10
5.	Variety řešení ..	12
5.1.	Pohyblivé západky	12
5.2.	Pohyblivý dopravník	13
5.3.	Pohyblivé lišty	14
6.	Popis zvolené varianty	16
6.1.	Popis konstrukce	16
6.2.	Popis pohonu	17
6.3.	Pomocná zařízení	18
6.4.	Popis řízení pohonu a funkce zásobníku	19
6.4.1.	Reflexní světelná závora	19
6.4.2.	Induktivní přibližovací snímač ..	20
6.4.3.	Rozmístění a funkce snímačů, časové průběhy .	21
7.	Výpočty	24
7.1.	Výpočet hnacího kola	24
7.2.	Výpočet výkonu zásobníku	25
7.3.	Výpočet výkonu motoru	26
7.4.	Výpočet průměru pístu pneumatického členu ..	26
7.5.	Výpočet pružiny	27
7.6.	Výpočet kolíkového spoje	29
7.7.	Výpočet řetězového kola	30
8.	Závěr	31
	Použitá literatura	32

2. ÚVOD

Dodavatelem kompletních lahvárenských linek pro pivovary a sodovkárny jsou Chotěbořské strojírny. Zákazníci požadovali jako doplňující zařízení zásobník prázdných přepravek. Zásobník má za úkol vyřešit současný stav v manipulaci s přebytečnými přepravkami při najíždění a vyjíždění lahvárenské linky. Až dosud se totiž přepravky z dopravníku vyjímaly a později se na něj opět vracely ručně, což je řešení zastaralé a neefektivní.

Zásobník je navrhován v ZVÚ Hradec Králové. Tento podnik již v minulosti s Chotěbořskými strojírnami v tomto oboru úspěšně spolupracoval.

Tématem této diplomové práce je vypracovat projekt s návrhem umístění zásobníku v lahvárenské lince a navrhnout způsob stohování prázdných přepravek.

3. LAHVÁRENSKÁ LINKA

Lahvárenská linka je nedílnou a velmi důležitou částí provozu pivovaru, neboť pivo se nestáčí pouze do sudů ale také do lahví. A to v nezanedbatelném množství, neboť výkony těchto linek se pohybují v desítkách tisíc lahví za hodinu.

3.1. Popis činnosti lahvárenské linky

Pokusím se velmi stručně popsat cestu lahve a přepravky od příchodu přepravky s prázdnými lahvemi až po expedici.

Na začátku je paleta s přepravkami plnými prázdných lahví. Tato paleta se musí rozebrat (depaletizovat) a dál pokračuje každá přepravka samostatně. Prochází postupně kontrolou přepravek (zde se vyřadí poškozené přepravky a přepravky jiných druhů), zařízením na odstranění korunkových uzávěrů a přichází k vykladači lahví. Zde se lahve vyjmou a dají na lahvárenskou linku.

Na lince se lahve řadí a třídí. Poté následuje předmytí a mytí lahví, odstranění staré etikety, kontrola prázdných lahví. V této fázi, kdy máme vymytou a zkontrolovanou láhev, se již může plnit, uzavírat korunkovým uzávěrem, etiketovat. Na závěr se zkontroluje uzávěr, naplnění a etiketa. A jako úplný konec lahvárenské linky je zde vkladač naplněných lahví do přepravek.

Mezitím, co nám láhev procházela lahvárenskou linkou z přepravky se vyklepaly střepy, prošla myčkou přepravek a u vkladače se naplnila plnými lahvemi.

Naplněná přepravka musí ještě projít kontrolou plnosti přepravek a na závěr je tady paletizační zařízení,

kde se přepravky nastohují na paletu a jsou připraveny na expedici k zákazníkovi.

3.2. Doprava přepravek

Přepravky se na své cestě k lahvárenské lince a na cestě od ní pohybují po řetězovém dopravníku. Nosný řetěz je vyroben z plastu, což je dobré z hlediska snížení hladiny hluku, která je v lahvárně již tak dost vysoká. Konstrukce řetězu umožňuje i zatáčení dopravní trati, což má tu výhodu, že mohou být poměrně dlouhé úseky dopravníku poháněny jedním motorem.

4. ZPŮSOBY ŘEŠENÍ PŘEBYTKU PŘEPRAVEK

Při spouštění lahvárenské linky je nutno pamatovat na to, že je uveden do provozu nejprve vykladač lahví, lahve postupně zaplňují linku, ale vkladač lahví dosud není v činnosti a tím dochází k určitému přebytku přepravek, které se naopak použijí při vyjíždění linky. Přebytek přepravek, který odpovídá počtu lahví vázaných v jednotlivých strojích, včetně lahví na dopravním systému (podle výkonu linky asi 200 přepravek), je nutno dočasně uskladnit. Technicky je možno tento problém řešit v zásadě dvěma způsoby: pomocí vyrovnávacích drah nebo pomocí automatizovaného zásobníku přepravek.

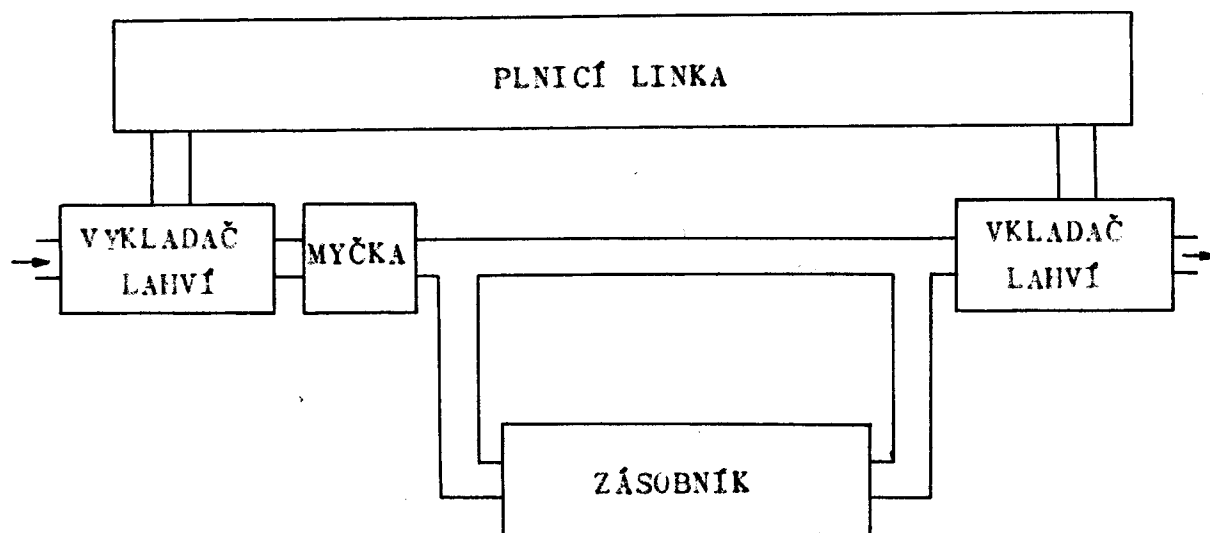
4.1. Vyrovnávací dráhy

Vyrovnávací dráhy jsou dlouhé válečkové tratě mezi vykladačem a vkladačem lahví, v nichž jsou zabudovány výškové smyčky a výškové dopravníky. Doprava přepravek v příčném směru přináší dodatečnou vyrovnávací kapacitu. Při rozměrech přepravky 425x350mm se získá příčnou dopravou 75mm u jedné přepravky, neboli na 2m délky jednu přepravku navíc. Vezmeme-li v úvahu, že 200 přepravek zabere 70m dráhy, zjistíme, že i při víceřadém uskladňování přepravek je toto řešení náročné z hlediska velikosti zastavěné plochy a proto není efektivní.

4.2. Zásobník prázdných přepravek

Zásobník prázdných přepravek stohuje přijíždějící prázdné přepravky v několika vrstvách nad sebou, čímž se šetří prostor. O tom, kolik vrstev bude nastohováno na sobě rozhoduje prostorové uspořádání ostatního strojního zaří-

zení a vlastnosti dna obalu(stabilita).Zásobník prázdných přepravek může být umístěn v libovolném místě mezi vkladačem a vykladačem lahví.Kapacita zásobníku musí být tak velká,aby pojmula tolik přepravek,kolik jich odpovídá počtu lahví obsažených v lahvárenské lince.



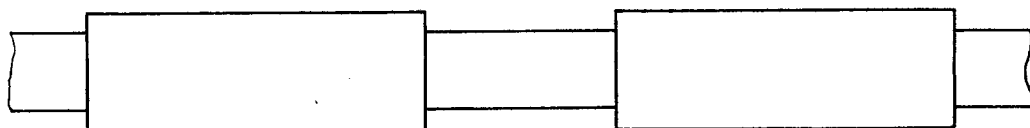
Obr.1 Umístění zásobníku

4.2.1. Varianty řazení zásobníku

Prázdné přepravky mohou být pojmuty jedním zásobníkem,nebo může být několik menších zásobníků o dané celkové kapacitě.V případě více zásobníků mohou být tyto zásobníky seřazeny buď za sebou nebo vedle sebe a to podle požadavku a potřeb zákazníka.

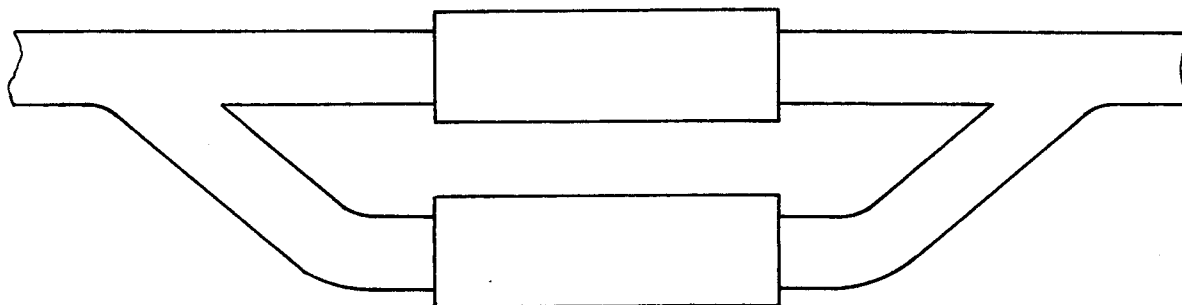
Při uspořádání za sebou se nejprve naplní první zásobník, pod poslední zavěšenou vrstvou zůstane průchozí

dráha o něco vyšší než výška přepravky a tok přepravek pokračuje k dalšímu zásobníku, kde dochází k dalšímu stohování. Při odstohování je postup obdobný. Nejdřív se vyprázdní jeden zásobník, poté další.



Obr.2 Řazení zásobníků za sebou

Při uspořádání vedle sebe pracuje každá dráha dvojitého zásobníku samostatně, přičemž jedna z obou drah je řízena jako průchozí dráha s přednostním postavením, takže volná polovina zásobníku může okamžitě stohovat přepravky pomocí rozdělovače řad bez časového zpoždění snímáním světelnou závorou. Při odstohování je postup obdobný.



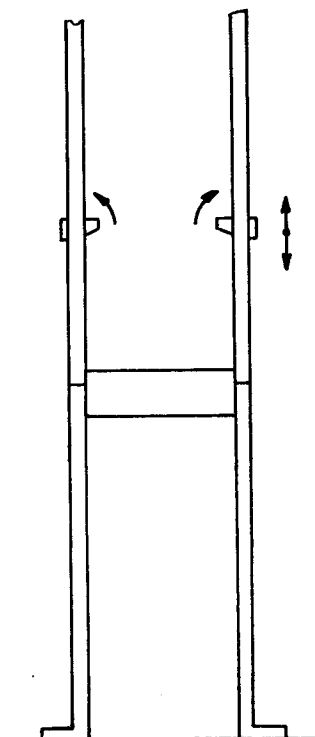
Obr.3 Řazení zásobníků vedle sebe

5. VARIANTY ŘEŠENÍ

Tato práce se zabývá návrhem řešení zásobníku prázdných přepravek o kapacitě 100 přepravek, to znamená deset vrstev po deseti přepravekách. Toto řešení je optimální z hlediska stavebnicového využití podle potřeb zákazníka. Zvedání přepravek lze řešit třemi způsoby.

5.1. Pohyblivé západky

U této varianty přijíždí po průběžném řetězovém dopravníku řada přepravek. Za pomoci snímačů se oddělí a do zásobníku najede požadovaných deset přepravek. Pro tuto řadu si sjedou z horní polohy západky, vyhnou se a západnou do bočních otvorů přepravek (západky jsou přitahovány pružinami) a přizvednou ji do takové výšky, aby mohla najet další řada přepravek. V druhém cyklu sjíždí západky opět dolů, posadí první vrstvu přepravek na druhou, západky



Obr.4 Zásobník s pohyblivými západkami

se vyhnou, sjedou dolů a zapadnou do bočních otvorů druhé řady a celý cyklus se opakuje až do zaplnění zásobníku.

Při odstohování je postup obdobný. Na dopravník sjede celý obsah zásobníku, západky se mechanicky vyhnou, vyjedou k následující vrstvě, tam zapadnou do bočních otvorů přepravek a přizvednou zbylé vrstvy, aby uvolněná vrstva přepravek mohla odjet. Celý cyklus se opakuje až do vyprázdnění zásobníku.

Západky jsou na hřídeli asi 4m dlouhém a pohon je zajištěn řetězy na obou koncích hřídele. Toto řešení by bylo náročné z hlediska ovládání západek a také z hlediska synchronizace pohonu západek při pohybu nahoru a dolů.

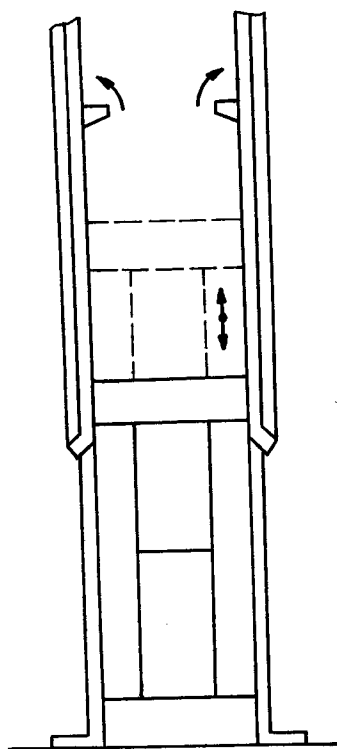
5.2. Pohyblivý dopravník

Začátek stohování je u tohoto řešení stejný jako v předchozím případě. Po řetězovém dopravníku přijíždí řada přepravek, která je za pomoci snímačů dělena na části po deseti přeprávkách. Rozdíl je v tom, že západky jsou přimontovány napevno na bočnici (kromě otočného pohybu) a pohybuje se dopravník. Po najetí řady přepravek se dopravník přizvedne a zavěsí přepravky na západky (ty se vyhnou a zapadnou do bočních otvorů). Dopravník sjede dolů, nabere další vrstvu a zvedá se. Přizvedne předchozí vrstvu, západky se vyhnou, sjíždějí po bocích přepravek a zapadnou do bočních otvorů další vrstvy. Tento cyklus se opakuje až do zaplnění zásobníku.

Při odstohování se tento postup opakuje v opačném pořadí. Dopravník jede nahoru, přizvedne všechny vrstvy, západky se odklopí, všechny vrstvy sjíždí dolů, ale západky zaskočí do bočních otvorů následující vrstvy a tím nám

sjíždí pouze jedna vrstva přepravek, která pokračuje k lahvárenské lince. Tento postup se opakuje až do vyprázdnění zásobníku.

Výhodou je, že pohyblivý dopravník je uložen na nůžkovém mechanismu, což je jednoduché řešení, ale velkou nevýhodou je dělení jinak průběžného dopravníku a proto od tohoto řešení zadavatel upustil.



Obr.5 Zásobník s pohyblivým dopravníkem

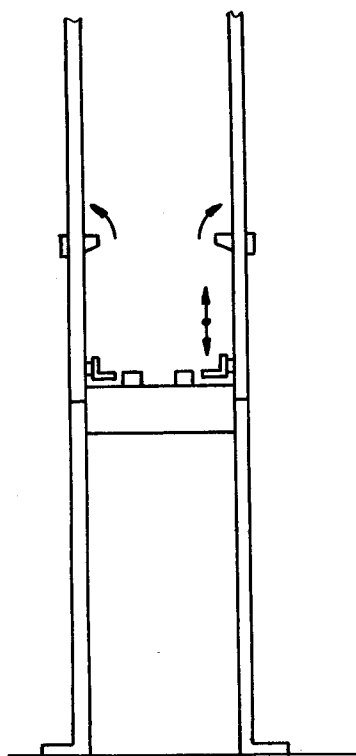
5.3. Pohyblivé lišty

Principiálně je postup stohování u této varianty shodný jako v předchozích dvou případech. Je zde pevný průběžný dopravník, pevné západky, Pohyb řady přepravek nahoru a dolů zajišťují dva profily ve tvaru písmene L. Po najetí odděleného počtu přepravek se tyto dva profily zvednou a zavěsí řadu přepravek na pevně přichycené západky (kromě otočného pohybu). Poté sjedou profily do dolní

polohy, počkají na najetí další vrstvy a opět se zvedají. Přizvednou zavěšenou vrstvu a západky sjíždějí po bocích přepravek až zapadnou do další vrstvy.

Při odstohování se celý obsah zásobníku přizvedne, západky se mechanicky odklopí, profily sjedou o jednu vrstvu níže, kde západky opět zapadnou. Pak profily klesnou až do dolní polohy a řada přepravek je unášena dopravníkem k lahvárenské lince. To se opakuje až do vyprázdnění zásobníku.

Toto řešení se nejvíce přiblížilo představám zadavatele a proto jsem ho dále rozpracoval.



Obr.6 Zásobník s pohyblivými lištami

6. POPIS ZVOLENÉ VARIANTY

6.1. Popis konstrukce

Zásobník prázdných přepravek je tvořen nosným rámem, k němuž jsou přivařeny dvě bočnice. Nosný rám je zkonstruován z U profilů, které tvoří zároveň stavitelné nohy celého zásobníku, dále z tenkostěnných profilů obdélníkového průřezu. Tyto části jsou spojeny a vyztuženy pásovou ocelí popřípadě díly z tlustého plechu. Pro zajištění celkové stability je po obou stranách v dolní části rámu výztuha z L profilu.

Bočnice jsou z tlustého plechu a nesou na sobě poháněcí tyč, pomocí které jsou ovládány západky. Poháněcí tyč je uložena v naklápěcích ložiskách a jsou s ní skolíkovány unašeče, kterými lze ovládat přímo výšku zdvihu západky. Dále je na poháněcí tyči horní oko od pneumatického členu, který tuto tyč pohání.

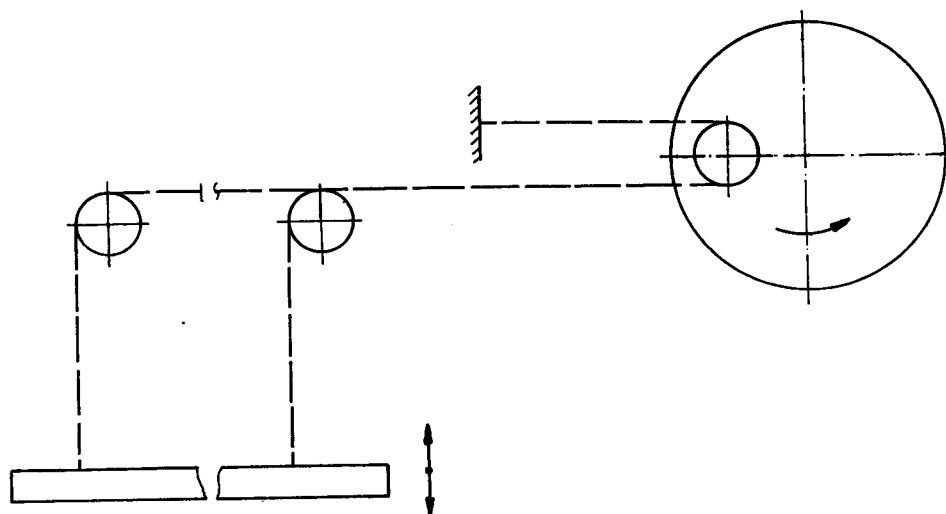
Západky jsou připevněny pevně k bočnici, vykonávají pouze rotační pohyb podle podélné osy. V jednom směru se pohybují buď tlakem přepravky nebo pomocí poháněcí tyče (podle toho, jestli stohujeme nebo odstohujeme přepravky). V druhém směru je jejich pohyb zajištěn pomocí tažné válcové pružiny s předpětím.

Zdvih řady přepravek zajišťují dva L profily, ležící proti sobě. Každý z těchto profilů je uchycen ve dvou místech ke zvedacím vozíkům, které pomocí řetězů zajišťují pohyb ve svislém směru. Vozíky se pohybují ve vodících kolejnicích tvaru U. Dvě protilehlé vnitřní strany vodících kolejnic jsou opracovány a po nich se odvalují ložiska vedoucí pohyb zvedacích vozíků. Zvedací profily mají

ještě jednu funkci. Zajišťují poměrně přesně polohu řady přepravek v příčném směru.

6.2. Popis pohonu

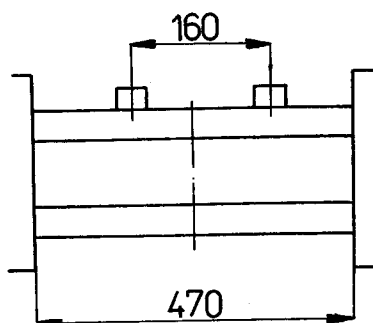
K pohonu celého zásobníku je použito elektropřevodovky TS 031444 s elektromotorem 4 APB 90S-4 s krytím IP 54 (vyhovuje pro vlhké prostředí). Pohon zvedacích řetězů je veden od motoru opět řetězovým převodem na hnací kolo. Na hnacím kole je na rameně odpovídajícím 1/4 výšky zdvihu umístěn čep se dvěma řetězkami. Jelikož jsou zvedací řetězky na jednom konci pevně uchyceny, rotační pohyb čepu mění jejich délku a tím dochází ke zvedání. Protože jsou obě řetězky na jednom kole, není problém se synchronizací. Hnací kolo je propojeno hřídelem s obdobným kolem na druhé straně zásobníku a tím je zajištěn stejný pohyb u obou zvedacích profilů současně. Všechny řetězky budou z bezpečnostních důvodů zakrytovány, což není ve výkresové dokumentaci pro větší názornost zakresleno.



Obr.7 Schema pohonu zvedacích profilů

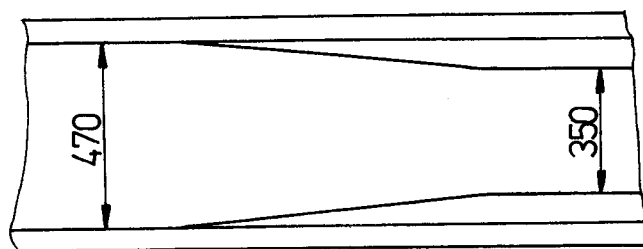
6.3. Pomocná zařízení

Aby byl chod zásobníku co nejvíce automatizován, jsou zapotřebí pomocná zařízení. Tato zařízení jsem již konstrukčně neřešil, proto se o nich alespoň zmíním. Jedná se v první řadě o naváděcí dráhu. Jak jsem již dříve uvedl, přepravky se pohybují po řetězovém dopravníku. Tento do-



Obr.8 Schéma dopravníku

pravník má šířku 470mm, ale šířka přepravky je pouze 350 mm. Aby bylo dosaženo toho, že přepravka najede tak, aby ji mohly zvedací profily přizvednout, musí se na ně navést pomocí dvou drátů připevněných na boky dopravníku těsně před zásobníkem.



Obr.9 Schéma naváděcí dráhy

Vzdálenost bočnic dopravníku je větší než vzdálenost bočnic zásobníku. Zadavatel v tomto případě počítá s tím,

že úsek dopravníku pod zásobníkem bude mít atypickou konstrukci.

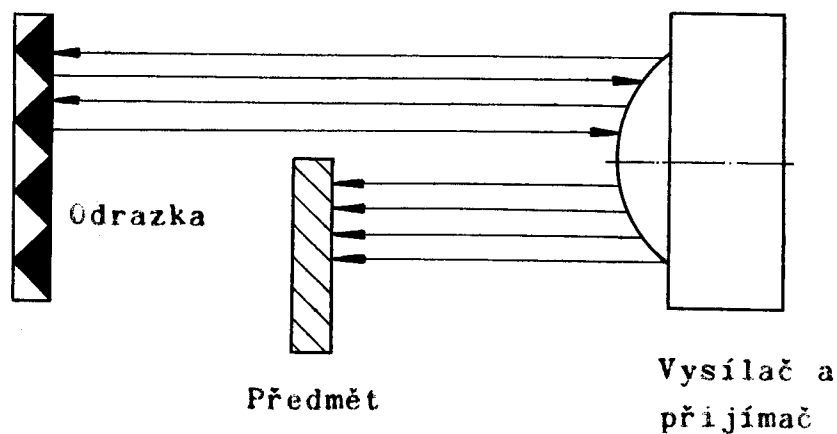
Jako druhé pomocné zařízení je hradlo, které bude za pomoci snímače oddělovat z plynulé řady přepravek úseky po deseti přepravekách, což je jedna řada pro stohování.

A konečně jako třetí pomocné zařízení je zarážka, která bude také ovládána snímačem. Ta bude zastavovat řadu přepravek, která přijela do zásobníku, na jeho konci.

6.4. Popis řízení pohonu a funkce zásobníku

Zásobník prázdných přepravek a jeho pomocná zařízení jsou řízeny za pomoci snímačů. Při řešení je použito dvou druhů snímačů a to reflexních světelných závor a indukčních přibližovacích snímačů. Světelné závory snímají a regulují polohu přepravek, indukční snímače kontrolují polohu hnacího kola a tím pádem i polohu zvedacích lišt. Snímače jsou vybrány na základě jejich dřívějšího používání u jiných strojů podobných funkcí.

6.4.1. Reflexní světelná závora



Obr.10 Schéma světelné závory WK 164 34

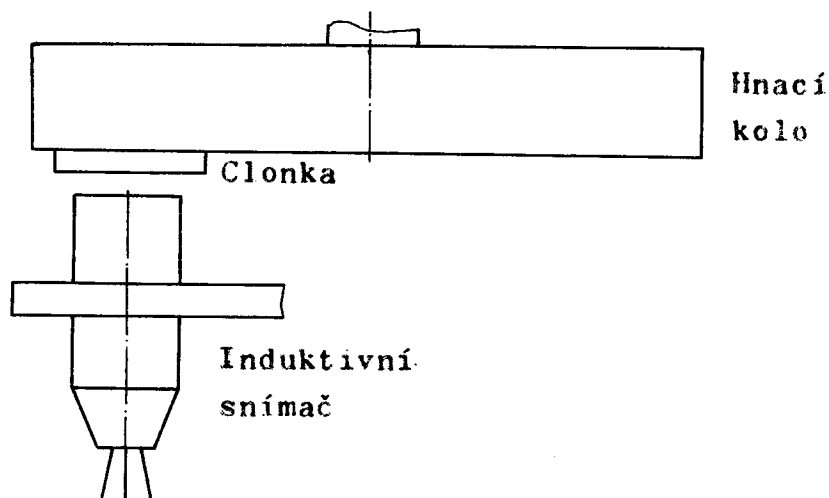
Reflexní světelná závora WK 164 34 reaguje na přerušeni modulovaného infračerveného světla odraženého od odrazky. Při přerušeni světelného toku okamžitě vysílá signál do řídicího centra a to patřičně reaguje. Elektronika je ve společném hliníkovém pouzdru. Celé zařízení je chráněno krytím IP 65 (vyhovuje pro mokré prostředí).

6.4.2. Induktivní přibližovací snímač

Induktivní snímač RMSV 001 A je určen jako bezkontaktní spínací prvek na snímání kovových předmětů. Snímač může být vstupním členem pro různé řídicí systémy, signalizační a kontrolní zařízení, popřípadě může přímo spínat menší akční členy.

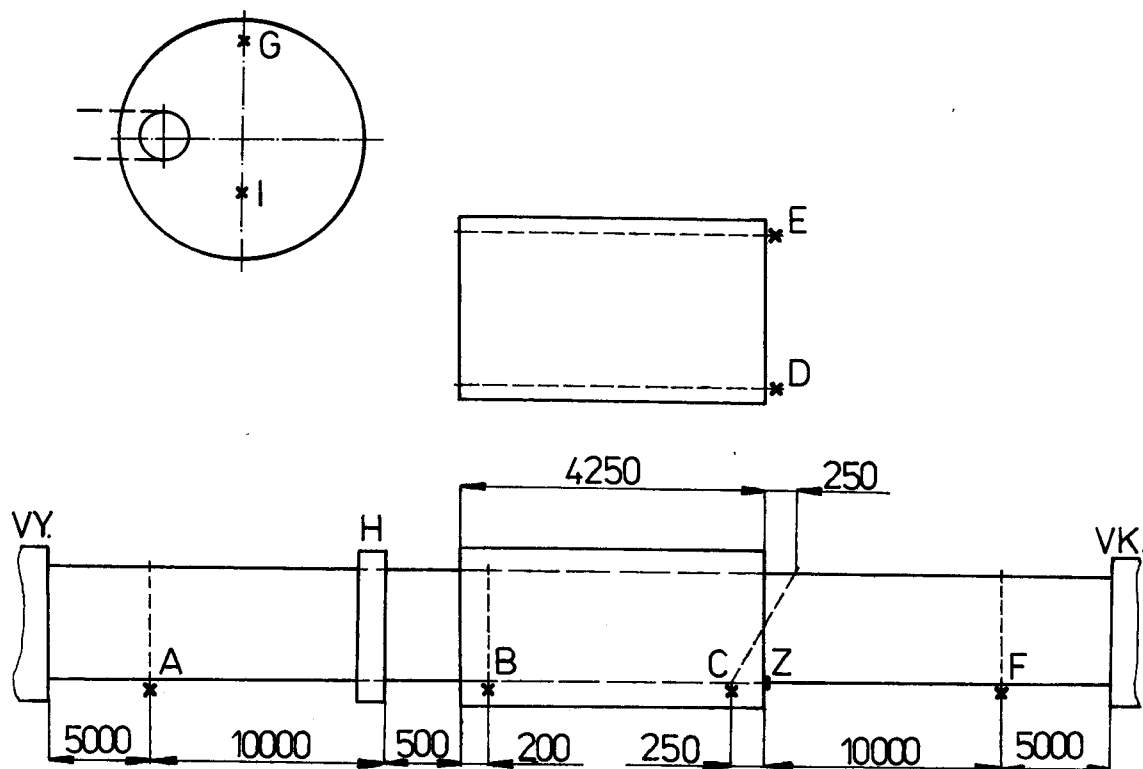
Princip jeho činnosti je následující. Na hnací kolo umístíme clonku z Fe a jakmile se clonka dostane na úroveň snímače, ten zareaguje a vyšle signál do řídicího centra.

Induktivní snímač převádí spojitý i přerušovaný, přímočarý nebo rotační mechanický pohyb na dvouhodnotový elektrický signál.



Obr. 11 Schéma montáže induktivního snímače

6.1.3. Rozmístění a funkce snímačů, časové průběhy



VY - vykladač lahví

VK - vkladač lahví

A, B, C, D, E, F, H - světelné závory

G, I - indukční snímače

Z - mechanická zarážka

Obr.12 Rozmístění snímačů

Činnost snímačů při stohování přepravek:

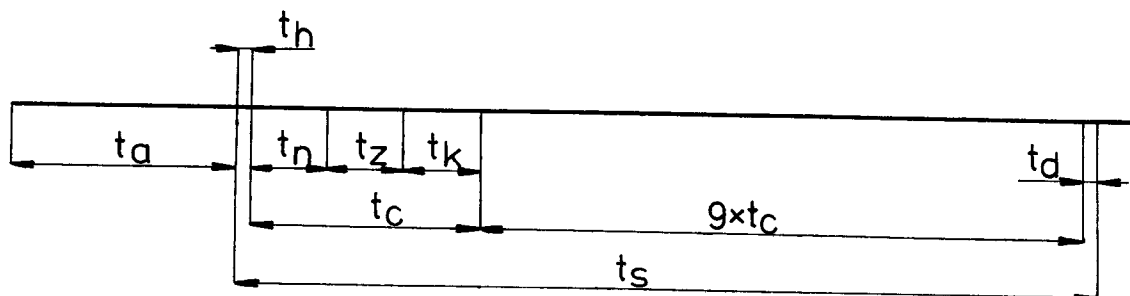
Po zaclonění snímače A na dobu delší než 4s se spustí chod celého zařízení. Před hradlem H je dostatek přepravek. Hradlo H se otevře a vpouští přepravky. Po zaclonění snímače C se hradlo uzavře. Přepravky dojedou na konec zásobníku, kde se zastaví o zarážku, která je při stohování stále v poloze "zavřeno". Poté se zkontroluje, zda je za-

odcloněn také snímač B, což znamená, že najela celá vrstva. Je-li vše v pořádku, spustí se stohovací mechanismus. Vrstva se zavěsí na západky a zakryje snímač D, který signalizuje první vrstvu. Tak se celý cyklus opakuje, až přijde na řadu poslední vrstva. Po jejím zavěšení se zakryje snímač E, což ve spojitosti se snímačem D dává zprávu o tom, že zásobník je zaplněn. Po sjetí zvedacích lišt do dolní polohy se otevře hradlo H, odpadne zarážka Z a přepravky pokračují pod zásobníkem přímo k vkladači lahví.

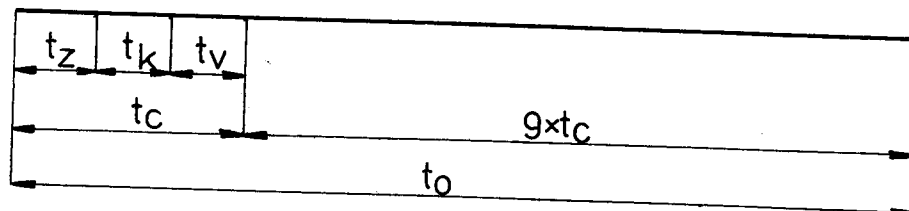
Činnost snímačů při odstohování přepravek:

Při odclonění snímače F se opět spustí zásobník a začne vydávat přepravky. Při zaclonění snímače F na delší dobu (asi 8s) se výdej zastaví a pokračuje až po jeho odclonění. Jinak se zásobník vyprazdňuje až k poslední vrstvě, kde odkryje snímač D a zároveň je již odcloněn snímač E, což signalizuje prázdný zásobník.

Snímače na hnacím kole G a I slouží k regulaci polohy zvedacích profilů a k ovládní pneumatického válce. Snímač G zajišťuje to, aby vždy po jedné otáčce byly zvedací profily v dolní poloze. Snímač G funguje při stohování i odstohování přepravek. Snímač I ovládá přívod vzduchu do pneumatického válce, který ovládá odklápění západek. Tento snímač je v provozu pouze při výdeji přepravek ze zásobníku.



Obr. 13 Časový průběh při stohování



Obr. 14 Časový průběh při odstohování

- t_a - čas akumulace přepravek (asi 30s)
- t_h - čas zvednutí hradla (asi 1,5s)
- t_d - čas odpadnutí zarážky (asi 1,5s)
- t_n - čas najetí vrstvy (9,6s)
- t_v - čas vyjetí vrstvy (9,6s)
- t_z - čas zdvihu (1,7s)
- t_k - čas klesání (1,7s)
- t_c - čas cyklu $t_c = t_n + t_z + t_k = 13s$
- t_s - čas stohování $t_s = 9 \cdot t_c + t_n + t_z + t_k + t_h + t_d = 133s$
- t_o - čas odstohování $t_o = 10 \cdot t_c = 130s$

7. VÝPOČTY

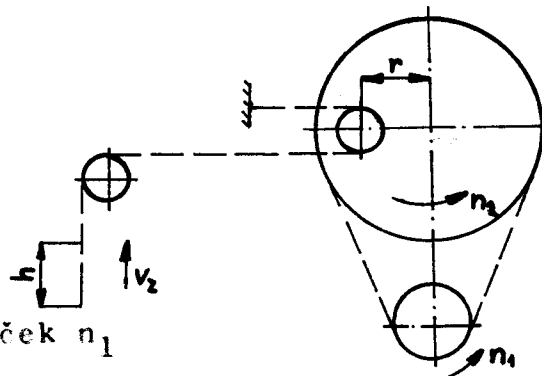
7.1. Výpočet otáček hnacího kola

1. Dané parametry :

$$\text{rychlost zdvihu } v_z = 0,2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{otáčky motoru } n_m = 1380 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{zdvih } h = 340 \text{ mm}$$



2. Výpočet výstupních otáček n_1

$$n_1 = \frac{n_m}{60 \cdot i} = \frac{1380}{60 \cdot 25} = 0,92 \text{ s}^{-1} \quad \begin{array}{l} i - \text{převod v převodovce} \\ i = 25 \end{array}$$

3. Výpočet poloměru na němž se točí čep

$$r = \frac{h}{4} = \frac{340}{4} = 85 \text{ mm}$$

4. Výpočet otáček n_2 a obvod. rychlosti čepu $v_{\check{c}}$

$$t = \frac{2h}{v_z} = \frac{0,68}{0,2} = 3,4 \text{ s}$$

$$n_2 = \frac{1}{t} = \frac{1}{3,4} = 0,294 \text{ s}^{-1}$$

$$v_{\check{c}} = \pi d n_2 = \pi \cdot 0,17 \cdot 0,294 = 0,157 \text{ ms}^{-1}$$

n_2 - otáčky hnacího kola

5. Výpočet převodového poměru

$$i_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{0,92}{0,294} = 3,1$$

6. Výpočet počtu zubů řetězových kol

Počet zubů pastorku volen $z_1 = 22$

$z_2 = z_1 \cdot i_{1,2} = 3,1 \cdot 22 = 68,2$ voleno $z_2 = 68$ zubů

7.2. Výpočet výkonu zásobníku

1. Dané parametry :

zdvih $h = 340$ mm

rychlost zdvihu $v_z = 0,2$ ms⁻¹

rychlost dopravníku $v_d = 0,5$ ms⁻¹

2. Výpočet času zdvihu

$$t_z = \frac{h}{v_z} = \frac{0,34}{0,2} = 1,7 \text{ s}$$

čas klesání t_k je stejný $t_k = 1,7$ s

3. Výpočet času na najetí jedné vrstvy

$$t_n = \frac{l}{v_d} = \frac{4,3}{0,5} = 8,6 \text{ s}$$

l-délka řady přepravek
l=4,3 m

4. Celkový čas cyklu

$$t_c = 2 \cdot t_z + t_n + 1 = 2 \cdot 1,7 + 8,6 + 1 = 13 \text{ s}$$

1s - prodleva po najetí vrstvy

5. Výpočet výkonu zásobníku

$$P_z = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{13} = 4,6 \text{ vrstev/min}$$

Výkon zásobníku je 16 přepravek za minutu, což znamená 2760 přepravek za hodinu.

Zadavatel požadoval výkon zásobníku pro výkon linky 2500 přepravek za hodinu. Z vypočtených hodnot vyplývá, že navržený výkon vyhovuje požadavkům.

7.3. Výpočet výkonu motoru

Teoretický výkon

$$P_t = F \cdot v$$

Zatěžující síla

$$F = G = m \cdot g$$

g -tíhové zrychlení

Zatěžující hmotnost

$$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$$

$$m = 100 \cdot m_p + 2 \cdot m_1$$

m_p -hmotnost přepravky

$$m = 100 \cdot 2 + 2 \cdot 14,5$$

$$m_p = 2 \text{ kg}$$

$$m = 229 \text{ kg}$$

m_1 -hmotnost zvedacího profilu

$$m_1 = 14,5 \text{ kg}$$

$$G = 229 \cdot 9,81 = 2246 \text{ N}$$

$$P_t = 2246 \cdot 0,2 = 449 \text{ W}$$

Navrhl jsem motor APB 90S-4 o výkonu $P = 1,1 \text{ kW}$

Skutečný výkon

$$P_s = P \cdot \eta_m \cdot \eta_p$$

$$\eta_m \text{-účinnost motoru} \quad \eta_m = 0,78$$

$$\eta_p \text{-účinnost převodovky} \quad \eta_p = 0,72$$

$$P_s = 1100 \cdot 0,78 \cdot 0,72 = 620 \text{ W}$$

$$P_s > P_t \Rightarrow \text{navržený motor vyhovuje}$$

7.4. Výpočet průměru pístu pneumatického členu

$$\text{Vycházíme ze vztahu } p = \frac{F}{S}$$

$$\text{Z tohoto vztahu vyplývá, že } S = \frac{F}{p}$$

Minimální tlak ve vzduchovém rozvodu je 4 at.

$$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$p_{\min} = 4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-2} \text{ MPa}$$

Pneumatický válec překonává pouze odpor pružin.

Maximální síla pružiny $F = 70 \text{ N}$. Pružin je 10.

$$F_p = 10 \cdot 70 = 700 \text{ N}$$

$$S = \frac{700}{4 \cdot 9,81 \cdot 10^{-2}} = 1784 \text{ mm}^2$$

Z velikosti plochy již snadno spočítáme průměr

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1784}{\pi}} = 47,6 \text{ mm}$$

Volím průměr pístu $d = 50 \text{ mm}$

7.5. Výpočet pružiny

1. Dané parametry :

délka předpružené pružiny $l_1 = 60 \text{ mm}$

délka plně zatížené pružiny $l_8 = 80 \text{ mm}$

síla v předpruženém stavu $F_1 = 25 \text{ N}$

síla v plně zatíženém stavu $F_8 = 70 \text{ N}$

2. Výpočet průměru drátu

$$d = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{F_8 \cdot D \cdot K}{\pi \cdot \tau_8}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{70 \cdot 18,2 \cdot 1,15}{\pi \cdot 650}} = 1,8 \text{ mm}$$

D-střední průměr pružiny $D = 18,2 \text{ mm}$

$$\text{Poměr vinutí } i = \frac{D}{d} = \frac{18,2}{1,8} = 10,1$$

Korekční součinitel napětí v krutu

$$K = \frac{i+0,2}{i-1} = \frac{10,1+0,2}{10,1-1} = 1,15$$

3. Napětí v krutu v plně zatíženém stavu

$$\tau_s = \frac{8 \cdot F_s \cdot D \cdot K}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 70 \cdot 10,1 \cdot 1,15}{\pi \cdot 1,8^3} = 639,7 \text{ MPa}$$

4. Síla v předpětí

$$F_0 = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \tau_0}{8 \cdot D \cdot K} = \frac{\pi \cdot 1,8^3 \cdot 50}{8 \cdot 18,2 \cdot 1,15} = 5,5 \text{ N}$$

τ_0 voleno v rozmezí 33 až 93 MPa (dle ČSN 02 6001)

$$\tau_0 = 50 \text{ MPa}$$

5. Výpočet délky nezatížené pružiny

$$l_0 = \frac{l_1 \cdot (F_s - F_0) - l_s \cdot (F_1 - F_0)}{F_s - F_1}$$

$$l_0 = \frac{60 \cdot (70 - 5,5) - 80 \cdot (25 - 5,5)}{70 - 25} = 51,3 \text{ mm}$$

6. Výpočet počtu závitů

$$n = \frac{G \cdot h \cdot d^4}{8 \cdot (F_s - F_1) \cdot D^3}$$

G-modul pružnosti ve smyku

$$G = 7,85 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

h-pracovní zdvih pružiny

$$h = 20 \text{ mm}$$

$$n = \frac{7,85 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 1,8^4}{8 \cdot (70 - 25) \cdot 18,2^3} = 7,8$$

Celkový počet závitů

$$z = n + n_z = 7,8 + 2 = 9,8$$

n_z - určeno podle ČSN 02 6001

$$n_z = 2$$

7. Výpočet výšky ok

$$o = \frac{l_o - l_z}{2}$$

délka závitů

$$l_z = 1,03 \cdot (z + 1) \cdot d$$

$$l_z = 1,03 \cdot (9,8 + 1) \cdot 1,8 = 20 \text{ mm}$$

$$o = \frac{51,3 - 20}{2} = 15,65 \text{ mm}$$

8. Výpočet maximální dovolené deformace

$$l_{\max} = l_o + s_s \cdot \frac{\tau_{Dm}}{\tau_s}$$

$$\tau_{Dm} = 750 \text{ MPa (viz ČSN 02 6001)}$$

s_s -deformace plně zatížené pružiny

$$s_s = \frac{8 \cdot (F_s - F_o) \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d^4} = \frac{8 \cdot (70 - 5,5) \cdot 18,2^3 \cdot 7,8}{7,85 \cdot 10^4 \cdot 1,8^4} = 28,7 \text{ mm}$$

$$l_{\max} = 51,3 + 28,7 \cdot \frac{750}{650} = 87,2 \text{ mm}$$

7.9. Výpočet kolíkového spoje

Vycházíme ze základního vztahu $\tau_p = \frac{F}{S_s}$, kde S_s je stři-

žná plocha

$$S_s = 2 \cdot S, \text{ } S\text{-průřez kolíku}$$

$$F = \tau_p \cdot S_s = \tau_p \cdot 2 \cdot S$$

Přenášený krouticí moment

$$M_k = \tau_p \cdot 2 \cdot S \cdot D/2$$

ale také platí

$$M_k = F \cdot R$$

F-síla od dvou pružin

$$F=2 \cdot 70=140 \text{ N}$$

R-rameno páky, na kterém F působí

$$R=40 \text{ mm}$$

$$M_k = 140 \cdot 40 = 5600 \text{ Nmm}$$

průměr kolíku

$$d = \frac{1 \cdot M_k}{\tau_p \cdot \pi \cdot l}$$

τ_p -mez pevnosti ve smyku

$$\tau_p=100 \text{ MPa}$$

$$d = \frac{4 \cdot 5600}{100 \cdot \pi \cdot 80} = 0,8 \text{ mm}$$

Při konstrukci byl použit kolík o průměru $d=4 \text{ mm}$.

7.7. Výpočet řetězového kola

Počet zubů hnacího kola $z = 68$

Průměr roztečné kružnice

$$D_t = t \cdot x$$

t-rozteč řetězu

pro řetěz 08 B ČSN 02 3311 $t=12,7 \text{ mm}$

$$D_t = 12,7 \cdot 21,6528$$

x-přepočtová hodnota

$$D_t = 274,9 \text{ mm}$$

$x=21,6528$ pro $z=68$

8. ZÁVĚR

Automatizovaný zásobník prázdných přepravek by měl v té podobě, v jaké je navržen, plnit svoji funkci. Tato práce byla pojmuta jako projekt, neboli návrh konstrukčního řešení. Není vyloučeno, že dojde před začátkem jeho výroby k dílčím změnám, vesměs rozměrového charakteru. A to i přesto, že postup práce byl průběžně konzultován a kontrolován zadavatelem ZVÚ Hradec Králové. Z výše uvedených důvodů jsem se také ve výpočtové zprávě zabýval jenom těmi výpočty, které se týkají přímo provozu zásobníku.

Efektivita řešení zásobníku spočívá v tom, že bude úplně odstraněna zdlouhavá ruční manipulace s přepravkami při najiždění a vyjiždění lahvárenské linky.

Použitá literatura:

- Ing. R. Kříž: Stavba a provoz strojů.Praha,SNTL,1978
Ing. P. Vávra: Strojnické tabulky.Praha,SNTL,1984
Doc. Ing. L. Prášil: Části a mechanismy strojů, VŠST Li-
bereg,1988
J.Heller-Z.Hruška: Strojní součásti II.Praha,SNTL,1986
Manipulace,skladování,balení,9,1983
Potravinářská a chladírenská technika,2,1981