

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra balicích a polygr. strojů Školní rok: 1992/93

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Čeňka VAŠÁKA
obor konstrukce strojů a zařízení
zaměření balicí a polygrafické stroje

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

Název tématu:

PROJEKT TRANSPORTU PALET PRO PIVOVAR VRATISLAVICE

Zásady pro vypracování:

Ze studie, zpracovaných rozborů a nabídek, vytvořte projekt tratě pro paletizaci a depaletizaci v rozsahu 4 točny + 50 metrů válečkové trati, včetně návrhu řídicího systému a programu, konstrukce držáků snímačů a konstrukce kotvení.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 7
PSC 461 17

V 126 1735

KBP/SP

Rozsah grafických prací: sestava, výrobní výkresy

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury:

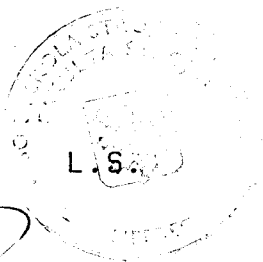
- 1) Katalogové listy : Transporta Omron, ZPA, Festo, SMC, Marton, ASR,
- 2) Dražan a kol.: Manipulace s materiálem.

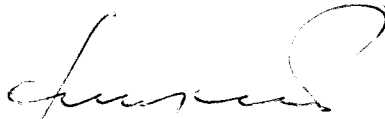
Vedoucí diplomové práce: ing. Jaroslav Stehlík, CSc


Konzultant: ing. Luboš Lank

Zadání diplomové práce: 1.10.1992

Termín odevzdání diplomové práce: 28.5.1993




ing. Richard Drapák
Vedoucí katedry


prof.ing. Jaroslav Exner, CSc
Děkan

V Liberci

dne 1.10. 1992

.....

.....

.....

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

obor 23-21-08

strojírenská konstrukce

zaměření

balicí a polygrafické stroje

Katedra balicích a polygrafických strojů

PROJEKT TRANSPORTU PALET PRO PIVOVAR VRATISLAVICE

Čeněk Vašák

KBP

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Stehlík, CSc

/ KBP, VŠST Liberec /

Konzultant:

Ing. Luboš Lang

/ firma RESL, Liberec /

Rozsah práce a příloh:

Počet stran : 43

Počet příloh : 5

Počet obrázků: 11

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075495

V Liberci 20.5.1993

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

Václav
.....

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při vypracování diplomové práce, za odborné rady, zejména Ing.J. Stehlíkovi a Ing. D. Fenclovi z VŠST Liberec, Ing. L. Langovi a P. Toločkovi z firmy RESL z Liberce a počítačovému středisku na Harcově F.

OBSAH

	Zadání diplomové práce	2
1.	Seznam značek	6
2.	Úvod	8
3.0.	Lahvárenská linka	10
3.1.	Popis lahvárenské linky	10
3.2.	Doprava a manipulace v linkách	12
4.0.	Dopravníky	13
4.1.	Válečkové tratě	13
4.1.1.	Válečkové tratě gravitační	14
4.1.2.	Válečkové tratě poháněné	16
5.	Stávající stav dopravní linky	20
6.0.	Popis jednotlivých variant	22
6.1.	Varianta "A"	22
6.2.	Varianta "B"	23
6.3.	Varianta "C"	24
6.4.	Orientační ceny variant	26
6.5.	Zhodnocení prvků na dopravní kapacitu	28
6.6.	Celkové hodnocení	28
6.7.	Výběr varianty	29
7.	Upřesnění varianty "C"	30
7.1.	Kotvení a vyrovnání tratě.....	30
7.2.	Řídicí systém	32
7.3.	Oproelektrický separační snímač	32
7.4.	Reflexivní snímač OMRON	35
7.5.	Rozmístění snímačů a časové průběhy	36
8.	Výpočet	38
9.	Závěr	41
10.	Seznam příloh	42
11.	Použitá literatura	43

1. SEZNAM ZNAČEK

F (N)	....	pohybová síla
B ($^{\circ}$)	sklon trati
W_1	....	odpor valivého a čepového tření
W_2	....	odpor rozběhu válečku, na který najíždí předmět
v (m/s)	....	rychlost
L (m)	....	dráha
m (kg)	....	hmotnost
g (m/s ²)	....	gravitační zrychlení
R (m)	....	poloměr válečku
r_c (m)	....	poloměr čepu válečku
e (m)	....	součinitel valivého odporu
f_c	....	součinitel čepového tření
q (kg)	....	hmotnost rotující části jednoho válečku
z	....	počet válečků pod jedním předmětem
I	....	moment setrvačnosti válečku
ω (1/s)	....	úhlová rychlost válečku
M_h (kg)	....	celková hmotnost předmětu
f	....	součinitel tření mezi válečkem a předmětem
M_{max} (Nm)	....	maximální záběrový kroutící moment
M_{st} (Nm)	....	moment statických odporů
M_{dyn} (Nm)	....	moment dynamický
Z	....	zatížení jednoho válečku
k$	....	k > 1$, součinitel, který představuje vliv nerovnoměrného rozložení síly na váleček
i	....	převod mezi válečkem a motorem
G (N)	....	gravitační síla (tíha)
ϵ (1/s ²)	....	úhlové zrychlení

N (W) jmenovitý výkon motoru

n (min) počet otáček motoru

η (%) celková účinnost převodového ústrojí

ψ = (1,75 - 2,5) poměr maximálního a normálního momentu

2. ÚVOD

Mezioperační doprava je potřebná prakticky ve všech odvětvích našeho průmyslu. Vyskytují se především kombinované způsoby manipulace s obalovými prostředky a s balenými produkty. Je třeba vyřešit způsob uskladnění, dopravu do skladu a ze skladu. I když se ruční manipulaci někdy nevyhneme ani v plně automatizovaných provozech, je nutné vždy uvažovat a řešit možnost automatického překládání předmětů z jednoho prostředku na druhý.

Dodavatelem kompletních válečkových a řetězových tratí pro pivovary a sodovkárny je TRANSPORTA Chrudim.

Úkolem je navrhnout možnost řešení dopravního systému palet se zbožím (prázdné a plné láhve) italské firmy KEBER v nový systém dopravy. Tento systém sjednocuje vstupy a výstupy materiálu. Jako základní idea řešení je použita stavebnice modulárních prvků válečkových a řetězových dopravníků a jejich pomocných zařízení. Válečkové tratě poháněné jsou základní stavební jednotky pro horizontální dopravu palet za střední ližinu palety. Jsou vyráběné v několika délkách. Dopravním prostředkem válečkové tratě jsou válečky poháněné oběžným hnacím řetězem. Válečky jsou uloženy v bočnicích nosné konstrukce a jejich pohon tvoří hnací jednotka s elektropřevodovkou (také připevněna na bočnici nosné konstrukce). Dalšími prvky jsou točny a stroje italské firmy KEBER, které provádějí paletizaci a depaletizaci. Všechny použité prvky jsou použitelné pro palety 1050 x 850 (mm) a europalety 1200 x 800 (mm). Z několika variant řešení je vybrána neoptimálnější varianta, která je dále rozebrána.

Řídicí systém je autonomní, nezávislý na systému KEBER, pouze využívá signály čidel od koncových (resp. vstupních) prvků trati.

Válečkovou trať bude realizovat liberecká firma RESL (zabývá se konstrukcí a dodávkami strojů a zařízení).

3.0. LAHVÁRENSKÁ LINKA

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

3.1. POPIS ČINNOSTI LAHVÁRENSKÉ LINKY

Pokusím se velmi stručně popsat cestu lahve, příchodu palety s přepravkami, ve kterých jsou prázdné lahve, až po expedici.

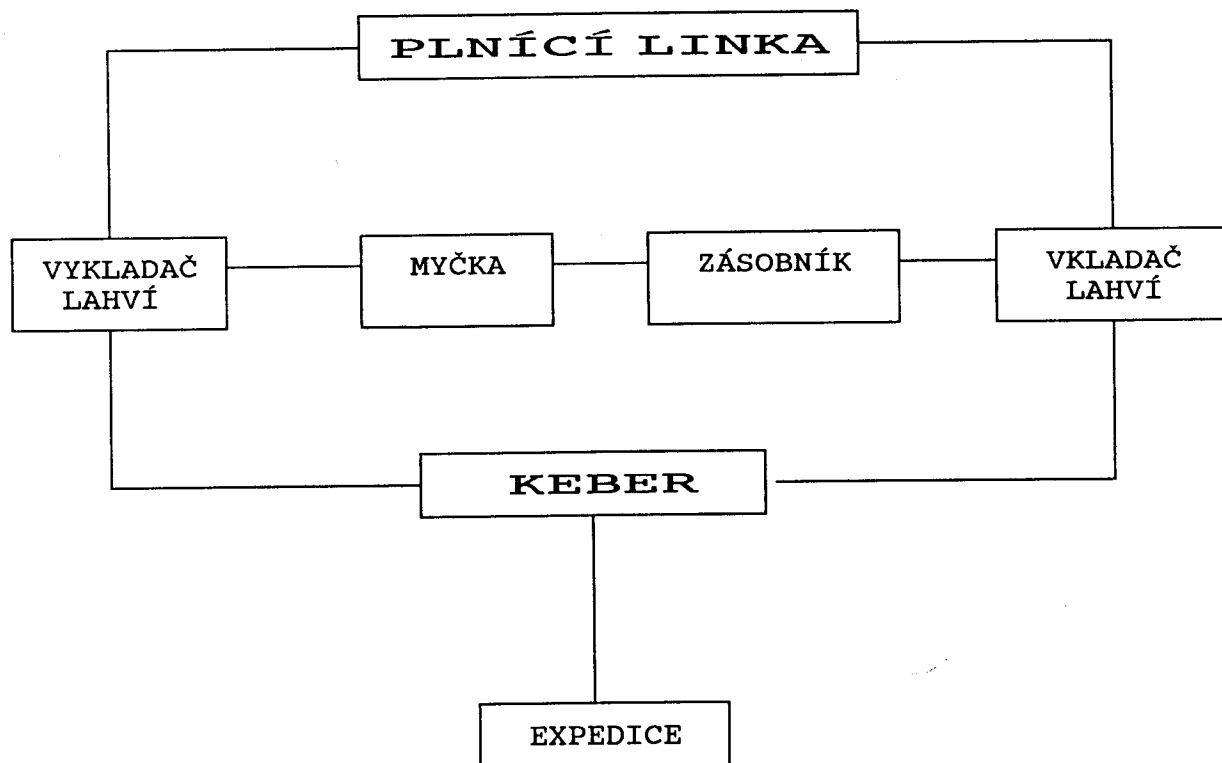
Na začátku je paleta s přepravkami plnými prázdných lahví, dopravena vysokozdvížným vozíkem na počátek dopravní linky. Po dopravní lince se paleta dopraví ke stroji, kde se musí rozebrat (depaletizovat) a dál pokračuje každá přepravka samostatně. Prochází postupně kontrolou přepravek (zde se vyřadí poškozené přepravky a přepravky jiných druhů), zařízením na odstranění korunkových uzávěrů a přichází k vykladači lahví. Zde se lahve vyjmou a dají se na lahvárenskou linku.

Na lahvárenské lince se lahve řadí a třídí. Poté následuje přemytí a mytí lahví, odstranění staré etikety, kontrola prázdných lahví. V této fázi, kdy máme vymytou a zkontrolovanou láhev, se již může plnit, uzavírat korunovým uzávěrem a etiketovat. Nakonec se zkontroluje uzávěr, etiketa a naplnění. Potom už jen pomocí vkladače vložit naplněné lahve do přepravek.

Mezitím co nám láhev procházela lahvárenskou linkou se z přepravky vyklepaly střepy a různé nečistoty, 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 KEBER, kde se přepravky nastohují na paletu a jsou po dopravníkové trati dopraveny do expedičního skladu, odkud jsou pak rozváženy přímo k zákazníkovi.

obr.1 schema lahvárenské linky



3.2. DOPRAVA A MANIPULACE V LINKÁCH

Linkou je takové rozmístění strojů s různými stupni mechanizace, kde stroje přímo na sebe navazují podle technologického sledu operací. Z hlediska manipulace s materiálem se dají rozdělit na:

1/ linky prosté

- u nichž doprava mezi stroji může být ruční nebo mechanizovaná. Vkládání výrobků do stroje a vyjímání je ruční. Je to např. linka ,kde se krabice z palety dávají do zásobníku ručně a naplněné se opět ručně vkládají na paletu.

2/ linky poloautomatické

- u nichž je doprava mechanizována (např. v paletách, přepravkách) a vkládání do stroje je automatické, bez zásahu lidské ruky, pomocí různých podavačů, skluzů a pod.

3/ linky automatické

a/ linky s pružným spojením

- u nichž doprava a manipulace je automatická pomocí různých typů dopravníků a zařízení pro operační manipulaci je stavebnicového provedení. Jejich předností je, že výrobní takt nemusí být stejný, protože mezi stroji je proměnlivá zásoba výrobků. Pracovní cyklus je automatický. Porucha nebo zastavení jednoho stroje není příčinou zastavení linky.

b/ linky s tuhým spojením

- u nichž mezioperační doprava i operační manipulace jsou automatické. Pracovní cyklus je vázaný tak, že každý další cyklus může být započat až po skončení všech cyklů předcházejících. Zastavení jednoho stroje znamená zastavení celé linky.

4.0. DOPRAVNÍKY

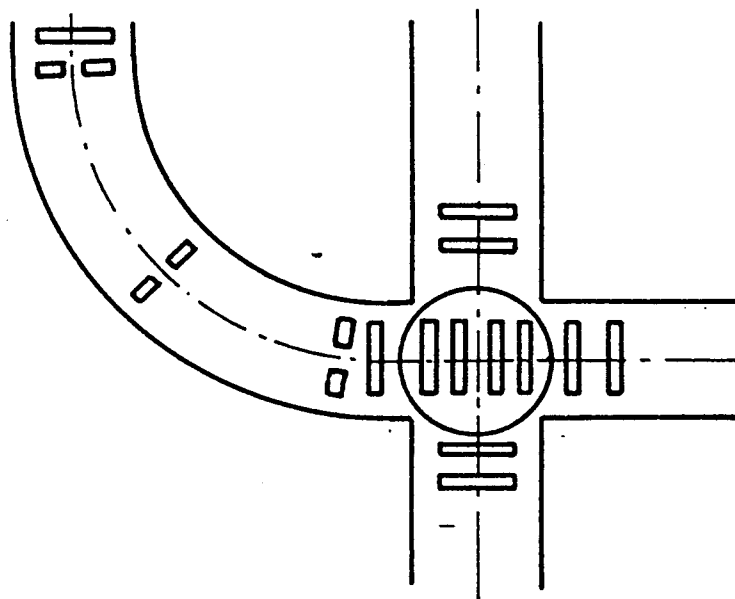
Základním článkem dopravy jsou dopravníky různého provedení a různých typů. Jsou důležitým článkem pro mechanizaci a automatizaci linek. Je několik typů dopravníků:

- pásové
- článkové
- podvěsné
- šnekové
- vibrační
- válečkové
- a další

Protože se v této studii zabývám pouze válečkovými tratěmi, ještě je podrobněji rozeberu.

4.1. VÁLEČKOVÉ TRATĚ

Tyto tratě slouží k přemístování kusového zboží. Typickým znakem je žada válečků otočných kolem čepů nebo hřidelů uložených v rámu. Tratě obr.2 jsou tvořeny přímými úseky, oblouky, případně točnami, tj. dílem tratě otočným kolem svislé osy.



obr.2 tratě

Podle druhu a způsobu pohonu dělíme tratě:

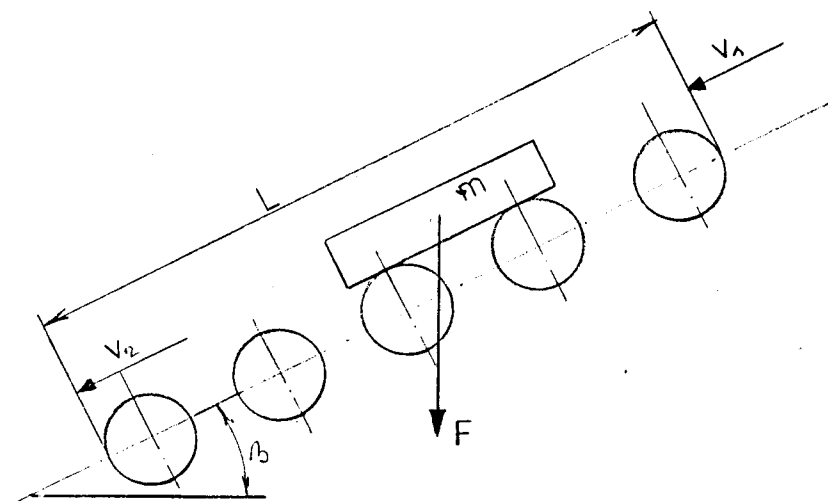
a/ nepoháněné, kde se předmět pohybuje postrkem, tažným orgánem a spádové (gravitační), u nichž se předmět pohybuje účinkem vlastní tíhy.

b/ poháněné, u nichž se předmět pohybuje působením nuceně pohybujících se válečků.

4.1.1. VÁLEČKOVÉ TRATĚ GRAVITAČNÍ

Vzhledem ke klidnému chodu předmětu se volí malá vzdálenost tak, aby předmět spočíval alespoň na dvou nebo třech válečkách. Volba rozteče závisí i na zatížení a nosnosti válečků. Předpokládáme, že předmět o hmotnosti m vstupuje na trať rychlostí v_1 a na dráze L má nabýt rychlost v_2 .

Výpočet sklonu gravitační tratě (obr.3)



Pohybová rovnice

$$F \cdot \sin B - W_1 \cdot \cos B - W_2 = m \cdot a$$

kde $F = m \cdot g$

Zrychlení předmětu

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2L}$$

Určení pasívních odporů

$$W_1 = \frac{m \cdot g}{R} \cdot (e + f_c \cdot r_c) + \frac{z \cdot g}{R} \cdot f_c \cdot r_c \cdot g$$

Je-li na dráze o délce L n válečků, pak práce odporu na této dráze se rovná kinetické energii válečku

$$W_2 = - \frac{n}{L} \cdot I \cdot \omega^2$$

Při výpočtu sklonu dráhy B lze položit $\cos B = 1$ a pak hledaný sklon je dán vztahem

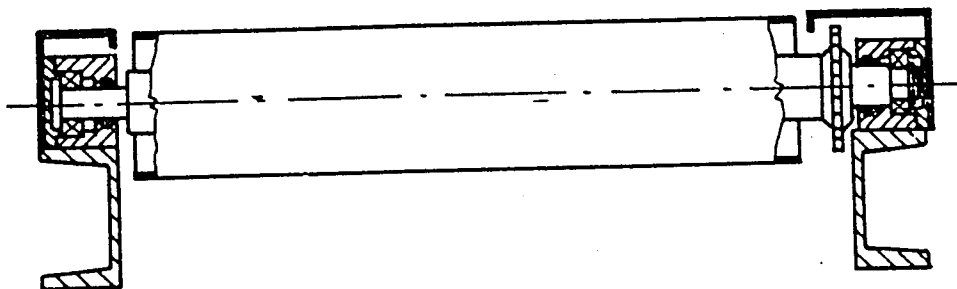
$$B = \arcsin \left(\frac{W_1 + W_2}{m \cdot g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g \cdot L} \right)$$

4.1.2. VÁLEČKOVÉ TRATI POHÁNĚNÉ

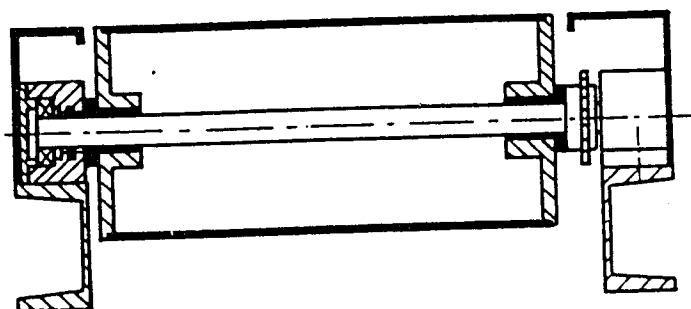
U těchto tratí se používají hnané válečky, buď všechny nebo alespoň některé (každý druhý). Přenos kroutícího momentu je u pevně naklínovaných válečků nucený nebo u prokluzných válečků se moment přenáší třením mezi válečky a hřídelem. Na obr.4 je uložení válečků:

- a/ pevně naklínované válečky
- b/ prokluzné válečky

obr.4 uložení válečků



pevně naklínované válečky



prokluzné válečky

Náhon je možný semostatným elektromotorem pro každý hnaný váleček nebo skupinový, pomocí řetězu obr.5. Pokud nechceme, aby válečky pod předmětem prokluzovali, platí tu podmínka

$$m \cdot g \cdot f = M \cdot a$$

Největší úhlové zrychlení válečku o poloměru R

$$\xi = \frac{a}{R} = \frac{g \cdot f}{R} \cdot \frac{m}{M}$$

Zatížení jednoho válečku

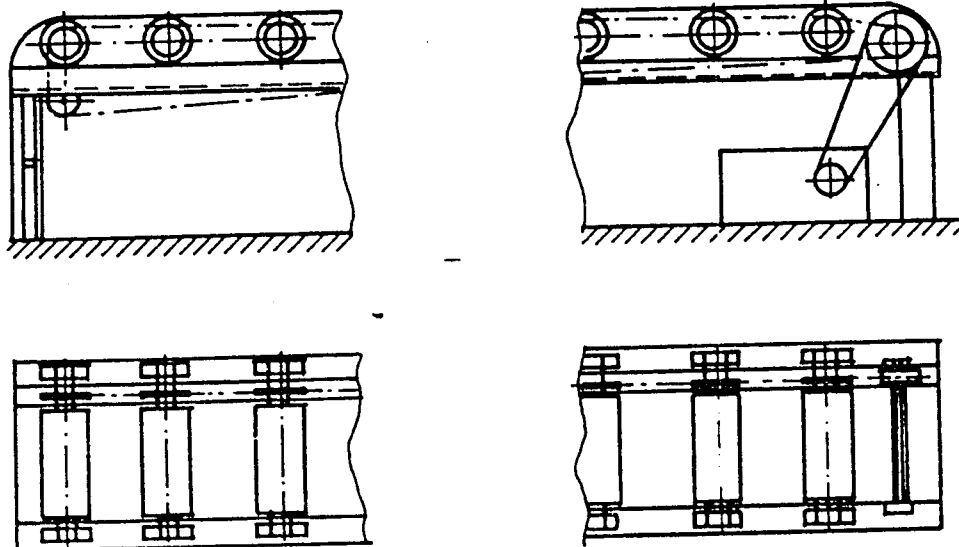
$$Z = k \cdot \frac{G}{z}$$

Při výpočtu výkonu motoru je nutné vycházet z dané podmínky a uvažovat vliv dynamických účinků. Rozběhový moment je možné pokrýt záběrovým momentem, který je až trojnásobný ve srovnání s jmenovitým momentem. Záběrový krouticí moment motoru musí překonat jednak momenty statických odporů (tření apd.) a jednak momenty dynamického charakteru.

$$M_{\max} = M_{\text{st}} + M_{\text{dyn}}$$

Momenty statických odporů jsou redukovány na hřídel motoru a dány vztahem

$$M_{\text{st}} = \left(\frac{G}{z} \cdot k (e + f_c \cdot r_c) + g \cdot f_c \cdot r_c \right) \cdot \frac{1}{i}$$



obr.5 Skupinový pohon válečků pomocí řetězu

Moment potřebný k zrychlení části hmoty dopravovaného předmětu připadající na jeden váleček (posuvný pohyb) je dán vztahem

$$M_{\text{dyn}} = \frac{G}{z} \cdot k \cdot \frac{1}{g} \cdot f \cdot g \cdot R$$

je-li $f \cdot g = R$, pak platí (při redukci na hřídel motoru)

$$M_{\text{dyn}} = \frac{G}{z} \cdot k \cdot \frac{1}{g} \cdot \xi_v \cdot R^2 \cdot i$$

Jmenovitý výkon motoru

$$N = \frac{M_{\text{max}} \cdot n \cdot \pi \cdot 1}{\psi \cdot 30 \cdot 102 \cdot 1}$$

5. STÁVAJÍCÍ STAV DOPRAVNÍ LINKY

Prvky trati:

2x KEBER (stroje, které provádějí depaletizaci a paletizaci)

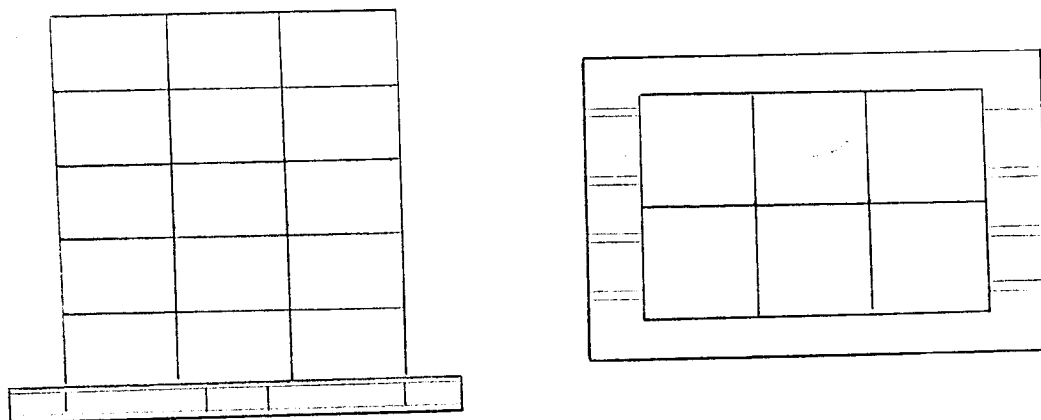
3x točna o 1880 mm

válečkové a řetězové dopravníky různých délek

Současná situace v dopravním systému je tvořena dvěma uzavřenými celky s různou kapacitou (viz. stávající stav):

- první celek je zakládán paletami v místě "B" vysokozdvihným vozíkem do výšky 540 mm a odebírán opět vysokozdvihným vozíkem v místě "A" ve výšce 585 mm. Za hodinu se zpracuje 1200 beden tj. $1200: (3 \times 2 \times 5) = 40$ palet/h.

rozměr přepravky: $425 \times 350 \times 286$ (mm)



obr.6 rozmístění přepravek na paletě

Do místa "B" se tedy založí 40 palet za hodinu a z místa "A" se 40 palet za hodinu odebere při plném výkonu. Zde je však

problém, protože s každou odebranou paletou musí vysokozdvížený vozík ujet cca 50m, aby mohl jí mohl dopravit do expedičního skladu. Za hodinu musí vozík tuto cestu absolvovat 40x, což klade velké nároky na bezpečnost práce a sladění časových intervalů odebírání palet. Paleta je připravena k odebrání každých 90s.

- druhý celek je zakládán paletami vysokozdvížným vozíkem v místě "C" ve výšce 680mm a odebírán v místě "D" ve výšce 530mm. Za hodinu se zpracuje 1800 beden, tj. $1800:(3 \times 2 \times 5)=60$ palet/h. Do místa "C" se tedy naveze 60 palet a z místa "D" se odebere 60 palet za hodinu při plném výkonu. Palety jsou odebírány přímo v expedičním skladu vysokozdvížným vozíkem. Paleta je připravena k odebrání každých 60s.

Jestliže obě vstupní a výstupní větve sloučíme, dostaneme počet palet pro zakládání $40 + 60 = 100$, stejný počet i pro odebírání. Každých 36s ($3600s : 100$ palet) je třeba jednu paletu na vstupu vybavit a jednu paletu na výstupu odbavit. Minimální rychlost pro posuv dopravníku jednoho sortimentu je:

$$\frac{\text{délka palety (m)}}{\text{čas odbavení (s)}} = \frac{1,2}{36} = 0,0033\text{m/s} \times \text{čas. rezerva } 25\% = \underline{0,042\text{m/s}}$$

6.0. POPIS JEDNOTLIVÝCH VARIANT

6.1. VARIANTA "A"

Prvky trati:

1-5	válečková trať poháněná (různé délky)	8ks
6	točna válečkové trati	2ks
7	překladač	2ks
8	řetězový dopravník ložný	1ks
9	akumulační válečková trať	1ks

Vysokozdvihným vozíkem se zakládá 100 palet/h s prázdnými obaly v místě VSTUP (minimální výška 450mm od podlahy). Pokud řídicí systém dovolí, paleta s prázdnými obaly projede prvky "3" a "6" na překladač "7". Zde se v závislosti na potřebě systému KEBER rozdělí tok na paralelní větve přes řetězový dopravník "8" a další překladač "7". Prvek "3" na vstupu je dostatečně dlouhý, aby akumuloval palety v případě otočení točny "6" do nepropustného směru. Křižovatka je řízena programově.

Řídicí systém pracuje ve dvou režimech. První dělí palety stejného sortimentu obalů podle potřeby vstupů "B" a "C" bez specifikování každé jednotlivé palety. Druhý režim žádá potvrzení sortimentu v místě VSTUP u každé palety. I tento proces lze automatizovat. Řídicí systém je autonomní, nezávislý na systému KEBER, pouze využívá signály čidel od koncových (resp. vstupních) prvků trati.

Odvod palet s plnými obaly v místě "A" je vykonán po válečkové trati až do navázání na točnu. Akumulační člen "9", je přidán proto, aby odebírání palet bylo plynulé a bezchybné.

Použitím křižovatky v místě "6" (označeno překříženými šipkami) se situace komplikuje. Dochází ke křížení dvou toků:

- 100 palet s prázdnými obaly
- 40 palet s plnými obaly

Jednoduchým sečtením $100 + 40 = 140$ palet/h dopravní kapacita točny "6" vyhovuje. Rezerva je však jen 7,1%. Základní postavení točny "6" je však v přímém směru přísunu většího počtu palet (100 palet = 66,6% kapacity točny). Je tedy jasné, že pouze 26,4% kapacity otáčení bude využito. Palet v přímém směru projde 2,5x více a točna se otočí jen 40x. Tento uzel má větší nároky na řízení.

Tuto variantu lze ještě upravit tak, že neprovedeme navázání na točnu KEBER v místě "D", tím však vzniknou ve skladu dvě odebírací místa. Tato úprava by značně zjednodušila odvod palet s přepravkami, řídicí program a zvýšila by se spolehlivost systému.

6.2. VARIANTA "B"

Prvky trati:

1-3	válečková trať poháněná (různé délky) ...	10ks
6	točna válečkové trati	1ks
7	překladač	2ks
8	řetězový dopravník ložný	1ks
9	akumulační válečková trať	1ks
10	vysokozdvižná válečková trať	2ks

Vysokozdvižným vozíkem se zakládá 100 palet/h s prázdnými obaly v místě VSTUP (minimální výška 450mm od podlahy). Pokud

řídící systém dovolí, paleta s přepravkami projede členem "3" a na překladači "7" se dělí v závislosti na potřebě systému KEBER na paralelní větve přes řetězový dopravník "8" a další překladač "7". Odvod palet se zbožím do expedičního skladu je obdobný jako u varianty "A", je zde však zavedena od prvku "10" vysokozdvížná válečková trať ve výšce 3 500mm od podlahy opět k členu "10", který ji vrací do původní výšky a přes točnu "6" a člen "1" a točnu KEBER přichází na akumulární člen "9" odkud dochází k odebírání palet vysokozdvížným vozíkem a uložení do expedičního skladu. Tato varianta je vhodná pro částečné uchování průjezdnosti cesty.

Řídící systém pracuje obdobně jako v předcházející variantě, avšak program software je jednodušší.

I tato varianta lze upravit tak, že neprovedeme navázání na točnu KEBER v místě "D" a vzniknou ve skladu dvě odebírací místa.

6.3. VARIANTA "C"

Prvky trati:

1-4	válečková trať poháněná (různé délky) ...	6ks
6	točna válečkové trati	2ks
9	akumulační dopravník	2ks

Vysokozdvížnými vozíky se zakládá do místa VSTUP I.(linka B) 40 palet/h a do místa VSTUP II.(linka A) 60 palet/h s prázdnými obaly. Oba vstupy musí mít minimální výšku 450mm od podlahy. Pokud řídící systém dovolí projíždí palety po akumulárním dopravníku "9" přes točny "6" (jsou natočeny v přímém směru) na

paletizační systém KEBER. Po výměně přepravek s prázdnými obaly za plné vyjíždí palety na točny KEBER. Na lince A dochází ihned k natočení točny KEBER o 90 do propustného směru (hned otočení zpět) a paleta pokračuje po válečkové trati na další točnu KEBER a dále po válečkové trati do expedičního skladu. Na lince B dochází také k natočení točny KEBER do propustného směru, ale vyčkává na pokyn řídicího systému, který natočí točny "6" také do propustného směru a dovolí paletě projet přes tyto točny (po projetí natočení do přímého směru) na válečkovou trať, točnu KEBER a další válečkovou trať do expedičního skladu. Zde dochází k odebírání palet pomocí vysokozdvizných vozíků, které je ve skladu rovnají a stohují.

Řídicí systém je autonomní, nezávislý na systému KEBER, využívá signály optických čidel od koncových (resp. vstupních) prvků trati. Je více provázaný než u předešlých variant a tím i složitější. Průjezdnost křižovatek je řešena softwarově.

Použitím křižovatek v místech točen "6" (označeno překříženými šipkami) se situace komplikuje. Dochází ke křížení dvou toků.

Křižovatka v lince B:

- 40 palet s prázdnými obaly
- 40 palet s plnými obaly

Jednoduchým sečtením $40 + 40 = 80$ palet/h. Dopravní kapacita točny "6" vyhovuje. Rezerva je 46,6%. Základní postavení točny je v přímém směru přísunu palet a pouze 26,3% kapacity otáčení točny bude využito. V přímém směru projde 40 palet/h a točna se otočí jen 40x.

Křižovatka v lince A:

- 60 palet s prázdnými obaly
- 40 palet s plnými obaly

Sečtením dostáváme $60 + 40 = 100$ palet/h. Dopravní kapacita točny "6" vyhovuje. Rezerva je 33,3%. Základní postavení točny je v přímém směru přísunu palet. Kapacita otáčení točny (40 palet/h) je jenom 26,3%. Naprosto stejná je i křižovatka na točně KEBER, která je ovšem podřízena systému KEBER.

6.4. ORIENTAČNÍ CENY SYSTÉMU

VARIANTA "A"

člen	cena/ks (Kč)	počet (ks)	cena celkem (Kč)
1	16.000	3	48.000
2	18.000	1	18.000
3	32.000	2	64.000
4	45.000	1	45.000
5	12.000	1	12.000
6	33.000	2	66.000
7	44.000	2	88.000
8	54.000	1	54.000
9	9.000	1	9.000
CELKEM		14	404.000

Řídící systém		50.000
Optická čidla		30.000
Pomocné konstrukce	(20% z dodávky)	80.000
Montáž	(20% z dodávky)	80.000
CELKEM		<u>644.000Kč</u>

VARIANTA "B"

člen	cena/ks (Kč)	počet (ks)	cena celkem (Kč)
1	16.000	9	144.000
3	32.000	1	32.000
6	33.000	1	33.000
7	44.000	2	88.000
8	54.000	1	54.000
9	9.000	1	9.000
10	150.000	2	300.000
CEKLEM		17	660.000

Řídící systém		50.000
Optická čidla		30.000
Pomocné konstrukce (20% z dodávky)		132.000
Montáž (20% z dodávky)		132.000
CELKEM		<u>872.000Kč</u>

VARIANTA "C"

člen	cena/ks (Kč)	počet (ks)	cena celkem (Kč)
1	16.000	2	32.000
2	18.000	1	18.000
3	11.000	2	22.000
4	12.000	1	12.000
6	33.000	2	66.000
9	45.000	2	90.000
CELKEM		10	240.000

Řídící systém		50.000
Optická čidla		30.000
Pomocná konstrukce (20% z dodávky)		48.000
Montáž (20% z dodávky)		48.000
CELKEM		<u>422.000Kč</u>

6.5. ZHODNOCENÍ PRVKU NA DOPRAVNÍ KAPACITU

Dopravní rychlost katalogizovaných dopravníků je 0,32m/s tj. 7,62x větší než minimální potřebná rychlost v nově navrženém systému. Pro průtočnost jednoduchou (tj. bez křižovatek a otáčení) dopravní rychlost zcela vyhovuje.

Při použití překladače a točny válečkové tratě (bez křižování) je jejich dopravní výkon 150 palet/h - se průtočnost nemění, je zcela vyhovující a má rezervu 33,3%. Stejná situace je pro válečkovou vysokozdvížnou trať. Pouze ve variantě A je rezerva točny jen 7,1%, ale při využití kapacity otáčení 26,3%.

Z tohoto rozboru vyplývá, že všechny prvky i použité uzle potřebnou dopravní kapacitu mají. Přesto bude nejpriznivější varianta B (bez křižování), potom varianta C a nejméně příznivá bude varianta A.

6.6. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ

Po posouzení všech variant jsem dospěl k těmto závěrům:

- z hlediska technické náročnosti a tím i spolehlivosti se jeví jako nejlepší varianta C, 4 křižovatky, řádný kritický uzel, vše splňuje dopravní kapacitu (o 33,3% resp. o 46,6%) vše v jedné rovině, avšak zde bude nejtěžší řídicí softwarový program.

Jako další je varianta B - žádný kritický uzel, nejjednodušší řídicí program. Nevýhodou je mimoúrovňová doprava, což je složité.

Varianta A je technicky nenáročná, má však jeden kritický uzel s rezervou dopravní kapacity 7,1%, ale pouze 26,3% kapacity

otáčení bude využito. Vše je v jedné rovině a programově bude méně náročnější než u varianty C.

- z hlediska ekonomického se jednoznačně jeví varianta C jako nejlevnější. V dnešní době je to jedno z nejdůležitějších kritérií. Všechny varianty lze ještě mírně upravit a tím je zlevnit (ovšem všechny prakticky o stejnou částku).

- z hlediska prostorového je nejlepší varianta B, která alespoň částečně zachovává současnou komunikační trasu. Zbylé dvě varianty tuto trasu zcela zruší a z prostorového hlediska se prakticky neliší.

HLEDISKA HODNOCENÍ	VARIANTA		
	A	B	C
náročnost montáže	2	3	1
náročnost řídicího syst.	2	1	3
prostorová úspornost	2	1	2
bezpečnost práce	1	2	1
ekonomické hledisko	2	3	1
CELKEM	9	10	8

Význam hodnocení :

1 - výborně 2 - dobré 3 - vyhovující

6.7. VÝBĚR VARIANTY

Závěrem lze konstatovat, že jako nejideálnější se jeví varianta C. Náročnost řídicího systému je možno vyřešit ke spokojenosti zákazníka. Varianta C nyní bude podrobněji rozebrána a nakreslena sestava modulárních prvků.

7. UPŘESNĚNÍ VARIANTY

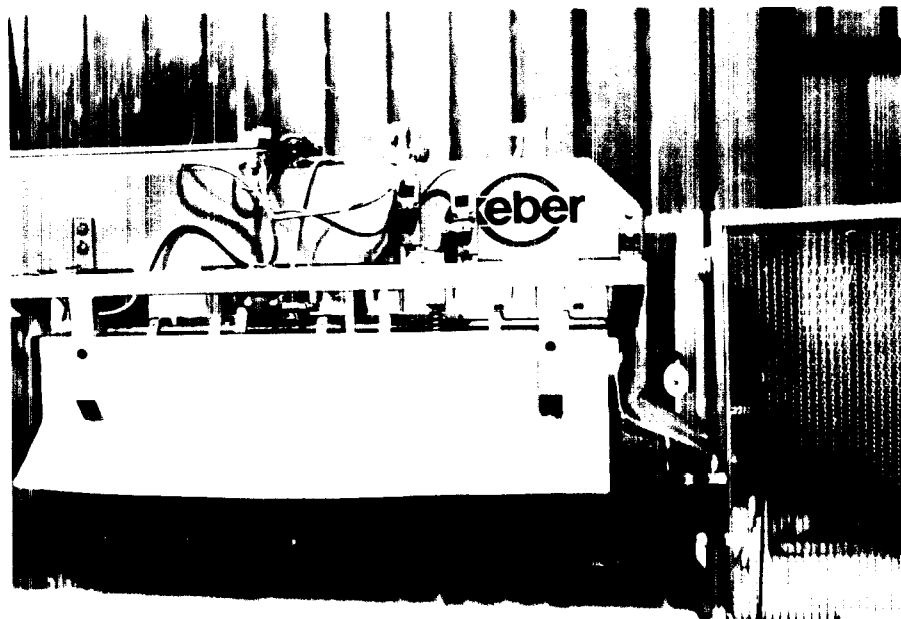
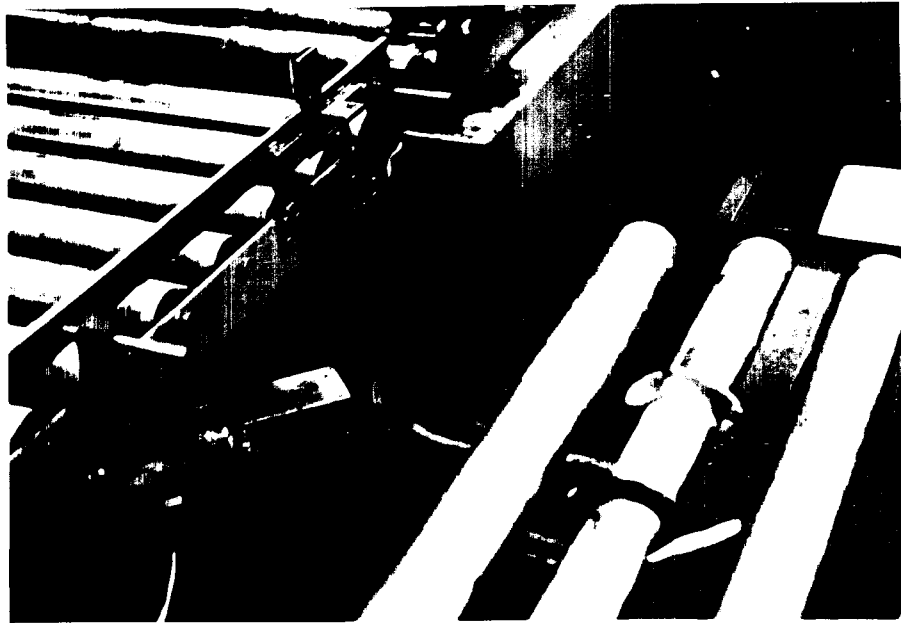
7.1. UKOTVENÍ A VYROVNÁNÍ TRATĚ

Kotvení: Válečkové tratě a točny jsou ukotveny pomocí šroubů M16, které jsou zapuštěny do země a zality epoxidovou pryskyřicí EPOXY. Pro odlévání za studena se používá několik druhů epoxidových pryskyřic ChS Epoxy 15, 110, 110 BG-15, 1200, 2100, nebo 2200 s tvrdidly typů alifatického polyamidu, popř. iontových katalizátorů. ChS Epoxy mají exotermický průběh vytvrzovací reakce. Pro zalití šroubů stačí použít ChS Epoxy 110.

Důležité vlastnosti ChS Epoxy:

- pevnost v ohybu (60 - 140)MPa
- pevnost v tahu 60MPa
- pevnost v tlaku (10 - 15)MPa
- střední cena
- vysoká lepidivost

Vyrovnání tratě: Vyrovnání je velice důležité pro plynulý průjezd palet, protože každá odchylka od souososti, či sklonnosti má za následek neprůchodnost palet a zvyšování rizika bezpečnosti práce a převrnutí přepravek. Vyrovnání se provede pomocí U - profilů různých rozměrů, ocelových kostek s předem vysoustruženým tvarem pro podstavce, šroubů M16, podložek a matic M16. Vyrovnání tratě se provede při montáži modulovaných prvků a to pro každý dopravník, točnu i stroj KEBER individuálně. Vyrovnání se provede do výšky 600mm, je však možno při montáži výšku dle potřeby zregulovat. Minimální výška od podlahy však musí být 450mm.



7.2. ŘÍDÍCÍ SYSTÉM

Řídící systém je autonomní, nezávislý na systému KEBER, využívá signály optických čidel od koncových (resp. vstupních) prvků trati. Je více provázaný a tím i složitější. Průjezdnost křižovatek je řešena softwarově.

Při řešení je použito dvou druhů snímačů, a to reflektivních světelných závor OMRON, které jsou použity na dopravnících a točnách od firmy KEBER a optoelektrických separačních snímačů. Tyto snímače jsou vybrány na základě jejich dřívějšího používání u jiných dopravníků podobných funkcí. Dále jsou použity snímače polohy, které jsou umístěny na bočnicích točny a sledují přesné natočení točny o 90°. Snímače již jsou připevněny na konstrukci přímo od výrobce, musí se však přesně doladit při montáži.

Počet kusů snímačů:

světelná závora OMRON	11ks
optoelektronický separační snímač	17ks
snímače polohy	10ks

7.3. OPTOELEKTRONICKÝ SEPARAČNÍ SNÍMAČ

Použití: optoelektronický separační snímač pracuje na principu přímého přenosu infračerveného záření mezi vysílací a přijímací diodou, jak jsou optické osy vysílače a přijímače totožné. V případě, že optické osy svírají určitý úhel a protínají se v jednom bodě reaguje snímač na přítomnost předmětu (ne s zrcadlově lesklým povrchem) v místě průsečíků

paprsků. Při tomto uspořádání se dosah snižuje na určitou hodnotu. Je určený jako kontrolněinformační snímač pro činnost výrobních strojů a zabezpečení prostoru před vstupem nežádoucích předmětů. Kromě toho mohou být použité na nepřetžitou kontrolu pohybujících se médií, na registraci počtu součástek, na kontrolu periferních zařízení výrobních systémů. Malé rozměry koncovek umožňují montáž v rozmanitých místách zařízení.

Snímač se nedá považovat za bezpečnostní snímač, protože neobsahuje obvody samokontroly a ostatní náležitosti, které jsou pro bezpečnostní snímače předepsány. Může být ale využitý jako prvek pro zvýšení stupně bezpečnostního systému. Přes výstupní člen je možné ovládat signalizační zařízení, resp. vypnout výrobní stroj nebo využít ho jako vstup do řídicího systému a nebo jiného zařízení.

Popis činnosti: koncovka obsahující GaAs diodu vysílá svazek infračerveného modulovaného záření. Koncovka, v které je umístěna vysílací polovodičová dioda se umístí do vzdálenosti určené dosahem snímače tak, aby vyzařovaný svazek dosahoval koncovku přijímače. Jak zacloníme vyzařovaný svazek, projeví se to změnou stavu vstupního členu, to znamená změnou relé nebo transistor. V případě, že koncovky jsou uspořádány tak, že se jejich optické osy protínají jen v jednom bodě, potom stav výstupního členu snímače závisí na přítomnosti, resp. nepřítomnosti předmětu v daném průsečíku optických os (snímač s definovaným odrazem). Přítomnost předmětu v oblasti definované průsečíkem optických os odpovídá nepřerušnému svazku mezi vysílačem a přijímačem. Nepřítomnost předmětu v dané oblasti odpovídá stavu přerušení.