

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace  
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky  
Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Využití stacionárních dopravních zařízení v oblasti těžby a zpracování minerálních surovin pro stavební práce ve vybraném lomu.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor: Jan Hruška

České Budějovice, duben 2013

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma “ Využití stacionárních dopravních zařízení v oblasti těžby a zpracování minerálních surovin pro stavební práce ve vybraném lomu.“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů v platném znění. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
vlastnoruční podpis autora

## **Anotace**

Cílem mé bakalářské práce je přehled a rozbor stacionárních dopravních zařízení vhodných pro použití v oblasti těžby a zpracování minerálních surovin pro stavební práce. V práci jsou uvedeny jednotlivé druhy dopravníků s jejich specifickými konstrukčními a technickými prvky. Jsou zde uvedeny parametry dopravníků pro realizaci dopravy minerálních surovin a faktorů, které ovlivňují jejich používání. Je zde navrženo organizační začlenění dopravníků a analýza dopravních a manipulačních činností při těžbě.

## **Abstract**

The aim of my thesis is an overview and analysis of stationary transport equipment feasible for use in mining branch and mineral raw material processing for construction works. Particular types of transport equipment are listed in this work, including their specific construction and technical features description. Parameters of transport equipment for realizing mineral raw material transport and factors, which influence their use, are summarized in this work. Organisational incorporation of transport equipment is proposed in the work as well as an analysis of transport and manipulation activities by mining.

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Ivu Celjakovi, CSc., za pomoc, odborné vedení a trpělivý přístup při tvorbě této bakalářské práce.

## OBSAH

0. Úvod.....	3
1. Analýza technických a konstrukčních dat moderních dopravníků pro dopravu minerálních surovin pro stavební práce .....	4
1.1. Základní rozdělení manipulačních prostředků.....	4
1.1.1. Dle dráhy, po které se manipulovaný materiál pohybuje .....	4
1.1.2. Dle časové spojitosti při pracovním procesu .....	4
1.1.3 Dle silového působení na materiál .....	4
1.1.4. Dle materiálu.....	4
1.1.5. Dle sklonu dráhy .....	4
1.2. Dopravníky pro sypké materiály.....	5
1.2.1. Vibrační dopravníky .....	5
1.2.1.1. Pohyblivé dopravní žlaby .....	6
1.2.1.2. Třásadla.....	8
1.2.1.3 Dopravníky s mikrovrhem .....	9
1.2.2. Šnekové dopravníky .....	12
1.2.2. Radlery.....	17
1.2.4. Korečkové elevátory .....	18
1.3. Dopravníky pro sypké a kusové materiály .....	24
1.3.1. Pásové dopravníky .....	24
1.3.1.1. Dopravníky s gumovým pásem (nebo pásem z PVC) .....	25
1.3.1.2. Dopravníky s ocelovým pásem.....	41
1.3.2. Čláňkové dopravníky .....	42
1.3.3. Dopravní skluzy.....	45
1.3.4. Žlabové dopravníky .....	46
1.3.5. Lanové dráhy .....	47
2. Stanovení parametrů pro výběr vhodných dopravníků pro realizaci dopravy minerálních surovin pro stavební práce .....	47
2.1. Základní parametry pro určení vhodného dopravníku.....	47
2.2. Parametry pro volbu dopravníku z pohledu zákazníka.....	48
2.3. Specifické parametry pro jednotlivé druhy dopravníků .....	49
2.3.1. Vibrační dopravník .....	49
2.3.2. Šnekový dopravník .....	49
2.3.3. Redlery.....	49
2.3.4. Korečkové elevátory .....	49
2.3.5. Dopravní skluzy .....	50
2.3.6. Žlabové dopravníky .....	50
2.3.7. Pásové dopravníky .....	50
2.3.8. Čláňkové dopravníky .....	50
2.3.9. Lanové dráhy .....	50
3 Faktory, které ovlivňují používání dopravníků.....	51
3.1. Rozdělení faktorů.....	51
4. Dopravní a manipulační činnosti při těžbě .....	54
4.1. Rozdělení kameniva podle původu.....	54
4.2. Drcené kamenivo .....	55
4.3. Těžené kamenivo .....	61

4.4. Umělé kamenivo .....	62
5. Návrhy a zásady pro organizační začlenění moderních dopravníků .....	67
5.1. Vibrační dopravník .....	68
5.2. Šnekový dopravník .....	68
5.3. Redlery .....	69
5.4. Korečkové elevátory .....	69
5.5. Pásový dopravník.....	70
5.6. Článekový dopravník.....	71
5.7. Žlabový dopravník .....	71
6. Závěr .....	72
7. Seznam literatury .....	73
8. Seznam obrázků, tabulek .....	74

## **0. Úvod**

Doprava a manipulace s materiálem je významnou součástí téměř každého technologického nebo výrobního procesu. V těžebním průmyslu ovlivňuje především kvalitu, ekonomiku a bezpečnost práce.

Dopravníky jsou jedním z nejrozšířenějších dopravních zařízení používaných ke kontinuální dopravě sypkých i kusových materiálů v oblasti těžby a zpracování minerálních surovin pro stavební práce. Důležitou vlastností dopravníků je práce v technologickém uzlu s ostatními stroji používanými při povrchové těžbě. V této práci jsou podány základní informace o jednotlivých typech těchto stacionárních dopravních zařízení se zaměřením na jejich individuální konstrukční a technické prvky. Jsou zde také uvedeny jednotlivé parametry, které slouží k výběru vhodných dopravníků pro realizaci dopravy minerálních surovin. Neméně důležité jsou faktory, které ovlivňují samotné používání dopravníků. Na základě těchto informací je v závěrečné části práce navrženo organizační začlenění dopravníků.

# **1. Analýza technických a konstrukčních dat moderních dopravníků pro dopravu minerálních surovin pro stavební práce**

## **1.1. Základní rozdělení manipulačních prostředků**

Manipulační prostředky slouží především k přepravě materiálu, ale velice často zastávají také funkce technologické. Správný výběr manipulačních prostředků má značný vliv na ziskovost a produktivitu podniku. Proto při jejich výběru klademe důraz na pečlivý rozbor všech ukazatelů (náklady, vlastnosti materiálu, vlastnosti manipulačního prostředku, materiálový tok). Rozdělení těchto strojů a zařízení můžeme podle potřeby provést z mnoha hledisek:

(4)

### **1.1.1. Dle dráhy, po které se manipulovaný materiál pohybuje**

- 1) na volné dráze (vykladače, nakladače, jeřáby s bezkolejovým pojezdem...)
- 2) na vazné dráze ( nástěné, otočné, kolejové jeřáby, dopravní tratě)
- 3) nezávisle na dráze ( přepravní prostředky, zařízení na úpravu materiálů)

### **1.1.2. Dle časové spojitosti při pracovním procesu**

- 1) kontinuální a periodické prostředky
- 2) cyklické prostředky

### **1.1.3 Dle silového působení na materiál**

- 1) gravitační
- 2) mechanický přenos sil
- 3) pomocné medium

### **1.1.4. Dle materiálu**

- 1) sypké hmoty
- 2) kusový materiál
- 3) kapalina a plyn

### **1.1.5. Dle sklonu dráhy**

- 1) vodorovná
- 2) se sklonem
- 3) svislá

(4)



## 1.2. Dopravníky pro sypké materiály

### 1.2.1. Vibrační dopravníky

Na částice dopravovaného materiálu působí řada setrvačných sil. Právě tyto síly jsou nezbytné pro jeho přepravu. Využití těchto dopravníků spočívá především v šetrné dopravě sypkých, kusových a zrnitých materiálů dokonce i v náročných podmínkách jako jsou vlhko, mokro a nepříznivá teplota. Vibrační dopravníky můžeme zařadit do kategorie mechanických dopravníků. Jsou většinou tvořeny žlabem tvaru rozevřeného písmene -U-, popřípadě kruhového. Oba tyto typy žlabů jsou pružně uloženy na základu. Charakteristický kmitavý pohyb žlabu je dán především pohonem samotného dopravníku a specifickým uložením žlabu. Na základě vlastností pohonu dochází z pravidla ke dvěma druhům kmitání.

Za prvé je žlab ve styku s částicemi dopravovaného materiálu a jejich pohyb nastává díky rozdílu silových impulzů. Tyto impulzy vytváří samotný žlab při pohybu tam (ve směru dopravy) a zpět.

Za druhé dojde k oddělení částic materiálu od žlabu v určité fázi pohybu žlabu. Částice přenášeného materiálu jsou vrženy do prostoru, kde se pohybují po vrhových parabolách a dopadají zpět do žlabu. Je to neustále se opakující proces, při kterém se částice pohybují na velmi malé vzdálenosti požadovaným směrem. Proto hovoříme o mikrovřhu. Z tohoto hlediska rozdělíme dopravníky na :

(4)

- 1) Dopravníky impulsní
  - a) pohyblivé dopravní žlaby
  - b) třasadla
  
- 2) Dopravníky s mikrovřhem
  - a) tuhá vazba mezi pohonem a žlabem
  - b) pružná vazba mezi pohonem a žlabem

Orientační přehled parametrů vibračních dopravníků je v tabulce 1.

(4)

Tabulka 1 – Porovnání dopravníků (4)

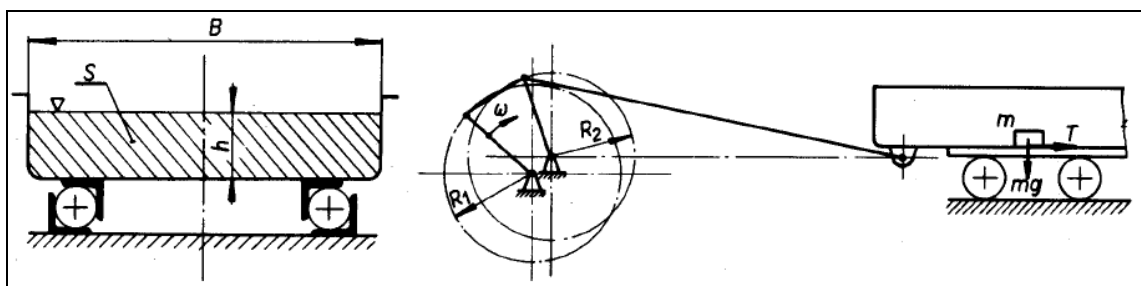
Dopravník Parametr	Pohyblivé dopravní žlaby	Třasadla	Vibrační s mikrovřhem		
			pohon klikovým mechanismem	pohon budičem	
				provoz pod rezonancí	provoz v rezonanci
Dopravní výkonnost (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	200	200	50 až 200	až 1 000 <sup>1)</sup> až 150 <sup>2)</sup>	až 1 000 <sup>1)</sup> až 150 <sup>2)</sup>
Dopravní délka (m)	až 200 (sekce až 3 m)	až 200 (sekce 3 až 6 m)	2 až 50	20 až 60	20 až 60
Sklon	−25° až +25°	−15° až +15°	±5° až +10°	±10° až +20°	±10° až +20°
Frekvence (Hz)	3 až 6	6 až 7	5 až 25	10 až 100	10 až 100
Amplituda (mm)	120 až 300	30 až 40	3 až 15	0,05 až 5	0,05 až 5
Součinitel celkového odporu	1,5	1,35			

Poznámka: <sup>1)</sup> V provedení žlabovém. <sup>2)</sup> V provedení trubkovém.

### 1.2.1.1. Pohyblivé dopravní žlaby

Jsou uloženy posuvně na základech dopravníku a konají vratný přímočarý pohyb ve směru osy žlabu; žlab je poháněn nesymetrickým klikovým mechanismem, který mu udílí přímočarý kmitavý pohyb nesinusový (Obrázek1).

(9)



Obrázek 1 – Uložení a pohyb žlabu (9)

Částice materiálu spočívá na žlabu a příčinou jejího pohybu je smykové tření ve stykové ploše se žlabem. Maximální hnací síla tedy bude

$$T = m \cdot g \cdot f \quad (\text{N})$$

$m$  – hmotnost (kg)

$g$  – tíhové zrychlení

f - součinitel smykového tření mezi materiálem a žlabem

Hnací síla musí být v každém okamžiku v rovnováze a dynamickou silou, působící na částici materiálu. Protože částice materiálu je poháněna výhradně třením, nemůže její zrychlení překročit určitou maximální hodnotu, vyplývající z rovnosti tečné reakce T a dynamické síly

$$T = m \cdot g \cdot f = m \cdot a_{\max}$$

$a_{\max}$  – maximální zrychlení ( $m \cdot s^{-1}$ )

a odtud

$$a_{\max} = g \cdot f$$

Pokud bude zrychlení žlabu menší než maximální možné zrychlení materiálu  $a_{\max}$ , tedy  $|a_z| < |a_{\max}|$  bude se materiál pohybovat současně se žlabem jako jeden celek. Překročí-li zrychlení žlabu hodnotu  $a_{\max}$ , dojde k odtržení materiálu od žlabu a pohyby obou hmot budou rozdílné. Pohyb materiálu bude ovlivněn pouze smykovým třením ve stykové ploše se žlabem, které má konstantní hodnotu a bude tedy rovnoměrně zpožděný (zrychlený).

(9)

Výkonnost impulsních dopravníků

$$Q_v = 3600 \cdot S \cdot s_m \cdot f \quad (m^3 \cdot h^{-1})$$

S - plocha průřezu vrstvy materiálu ve žlabu ( $m^2$ )

$s_m$  - dráha materiálu při jednom dvojjzdvihu žlabu (m)

f - frekvence kmitání žlabu (3 až 6 Hz) ( $s^{-1}$ )

(1)

Dopravní množství

$$Q_v = 3600 \cdot S \cdot v_s \cdot \gamma$$

$\gamma$  – sypná hmotnost materiálu ( $t \cdot m^{-3}$ )

S - příčný průřez materiálem ( $m^2$ )

$v_s$  - průměrná rychlost materiálu ( $m \cdot s^{-1}$ )

Výkon motoru pro pohon

$$P = W \cdot \frac{Q \cdot g \cdot L}{3600 \cdot \eta} \quad (\text{kW})$$

L - dopravní vzdálenost (m)

W - celkový součinitel odporu; pro dopravní žlaby  $W = 1,5$

$\eta$  - účinnost mechanického převodu mezi motorem a klikovým mechanismem

Dopravní žlaby jsou charakterizovány velkou amplitudou (150 až 300 mm) a malou frekvencí (0,8 až 1,7 Hz).

(9)

### 1.2.1.2. Třasadla

U třasadel je maximální zrychlení, kterého využíváme pro urychlení pohybu materiálu omezeno podmínkou, která vychází z rovnice:

$$a_z \leq \mu_0 \cdot g$$

$a_z$  – zrychlení žlabu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

$\mu_0$  – klidový součinitel tření mezi materiálem a žlabem

g – tíhové zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

Pokud dochází ke kmitání žlabu šikmo, není reakce žlabu na materiál konstantní, což umožňuje udělit materiálu zrychlení při pohybu vpřed. Reakce žlabu na materiál se řídí vztahem:

$$F_n = m(g + a_{zy})$$

$F_n$  – normálová reakce mezi materiálem a žlabem (N)

$\mu_0$  – klidový součinitel tření mezi materiálem a žlabem

g – tíhové zrychlení ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

$a_{zy}$  – svislá složka zrychlení žlabu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

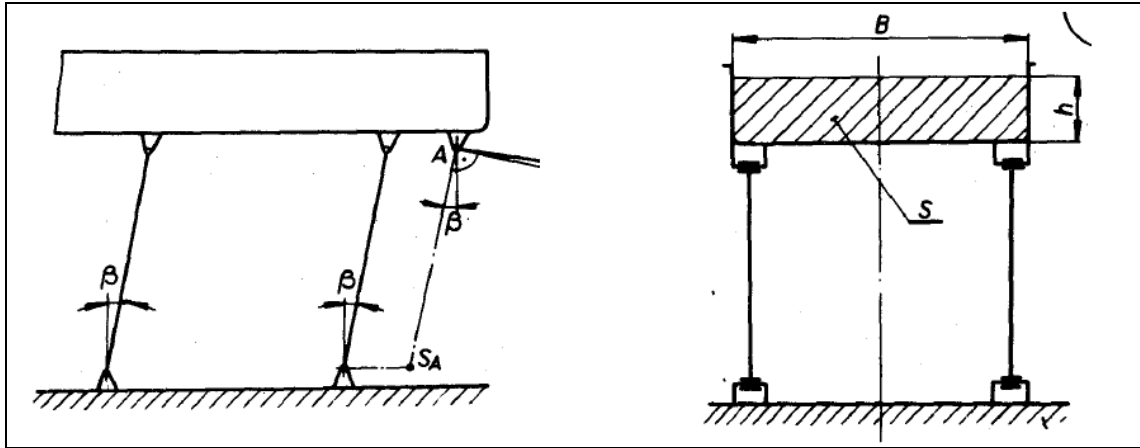
m – hmotnost (kg)

(4)

Třasadla jsou uložena na kyvných vzpěrách nebo listových pružinách (obrázek 2), které jsou vetknuty v základu i v rámu žlabu. Žlab je poháněn klikovým mechanismem, jehož osa je kolmá k osám vzpěrných ramen. Vzpěry jsou postaveny

šikmo a odklonem  $\beta^\circ=20$  od vertikální roviny a kmitavý pohyb žlabu má tedy složku vodorovnou i svislou.

(9)



Obrázek 2 – Uložení třásadel (9)

### 1.2.1.3 Dopravníky s mikrovrhem

Samotný pohon dopravníků s mikrovrhem dokáže rozkmitat žlaby na frekvence v rozmezí  $f = 5$  až  $100$  Hz. Těchto frekvencí je dosaženo při poměrně malých amplitudách, které jsou od  $0,05$  až do  $15$  mm. Skutečná rychlost je dána několika parametry: výškou vrstvy materiálu, zrnitostí materiálu, parametrem vrhu, parametrem pohybu částic materiálu a ještě dalšími vlastnostmi materiálu. Vlivem toho je skutečná rychlost až o  $30\%$  menší než teoretická.

### Pohony vibračních dopravníků s mikrovrhem

1) Klikový nebo excentrický mechanismus

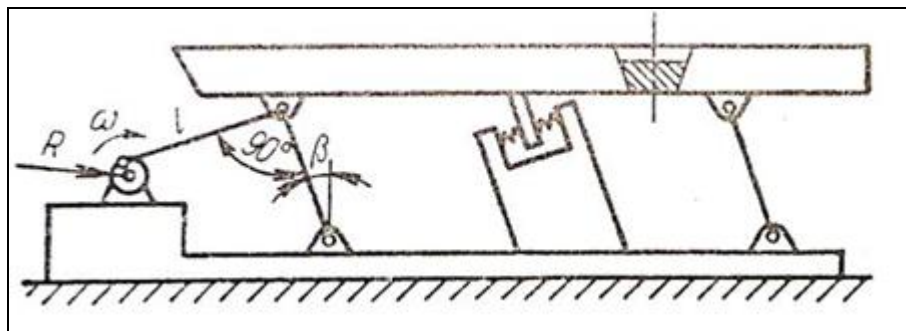
Tabulka 2 - dosahované hodnoty pohonu (4)

Amlituda (mm)	frekvence (Hz)	dopravní rychlost (m.s-1)
3 až 15	5 až 25	0,4

Tento pohon je nucený (obrázek 3). Používáme zde listových pružin nebo vzpěrných ramen na podepření. Pokud, budeme chtít dosáhnou snížení příkonu,

použijeme přidavné pružiny umístěné mezi žlab a rám. Touto operací zabezpečíme snížení vlastní frekvence soustavy k hodnotě blížící se frekvenci budící.

(4)



Obrázek 3 – nucený pohon (4)

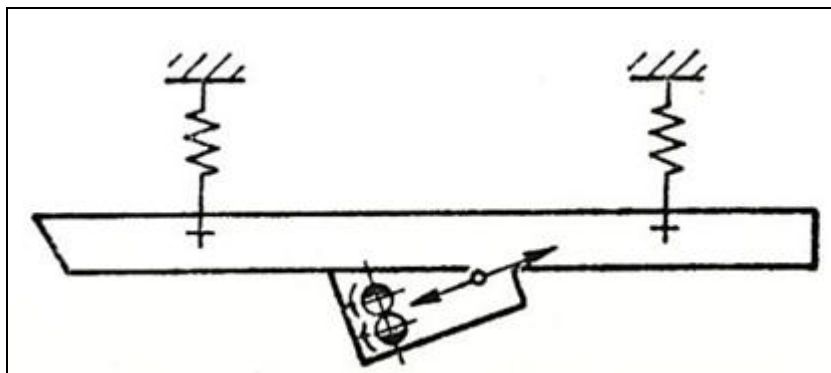
## 2) Mechanický budič (vibrátor)

Tabulka 3 - dosahované hodnoty pohonu (4)

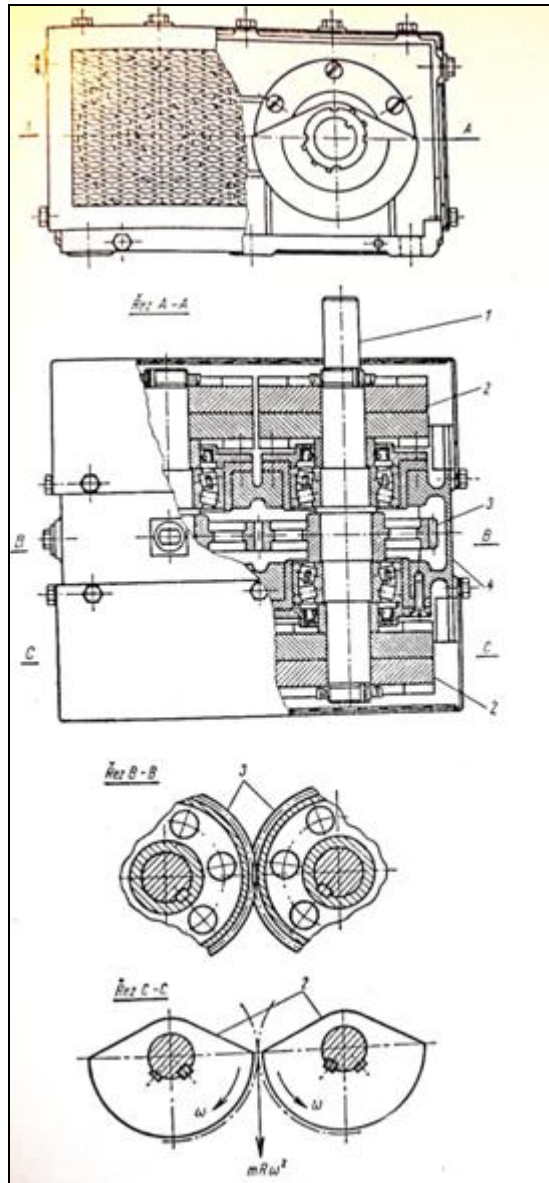
Amlituda (mm)	frekvence (Hz)	dopravní rychlost (m.s-1)
0,5 až 5	15 až 30	0,25

Uložení žlabu je možné ve třech různých provedeních a to použitím pružin pryžových, šroubových, nebo listových. Budiče můžeme dále rozdělit na usměrněné (obrázek 5) nebo na neusměrněné (obrázek 4).

(4)



Obrázek 4 - Mechanický budič kmitů s neusměrněnou vibrací (4)



Obrázek 5 – Mechanický budič kmitů s usměrněnou vibrací (4)

- 1 – hnací hřídel
- 2 – nevyvážky
- 3 – ozubená kola vazby hřídelů
- 4 – těleso budiče

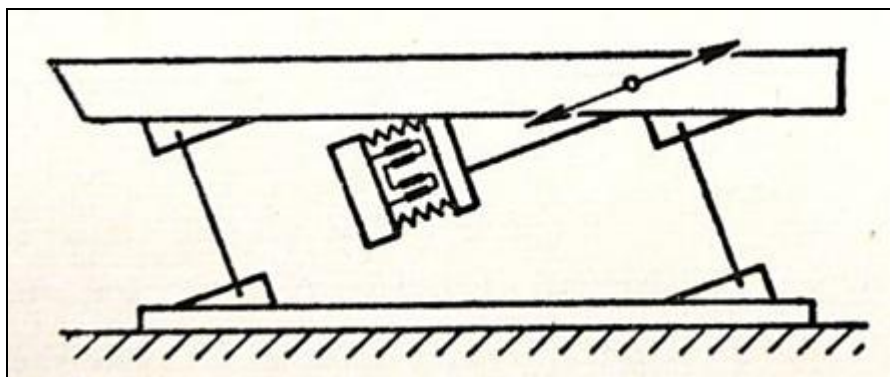
### 3) Elektromagnetický vibrátor

Tabulka 4- dosahované hodnoty pohonu (4)

Amplituda (mm)	frekvence (Hz)	dopravní rychlost (m.s-1)
0,05 až 1	50 až 100	0,12

Žlab je v tomto provedení napevno spojen s kotvou elektromagnetu. Předepjaté tlačné pružiny zabezpečují pružnou vazbu mezi tělesem s cívkami a kotvou případně se žlabem. Schéma dopravníku s tímto pohonem (obrázek 6).

(4)



Obrázek 6 – Pohon elektromagnetickým budičem (4)

Při nutnosti snížení frekvence (zejména u větších dopravníků) umístíme do obvodu usměrňovač. Pro regulaci dopravní rychlosti předradíme regulátor napětí čímž jednoduchou cestou dosáhneme změny amplitudy a následně nastavíme požadovanou rychlost.

(4)

### 1.2.2. Šnekové dopravníky

Šnekový dopravník je v podstatě plechový žlab o průřezu tvaru písmene **U**, ve kterém rotuje šnek, uložený v několika ložiskách. Shora je žlab uzavřen plechovým víkem. Dopravovaný sypký materiál je šnekem posunován ve směru osy žlabu jako neotočná posuvná matice pohybového šroubu. Předpokladem pro tento pohyb je, aby tření materiálu o stěny žlabu bylo větší než tření materiálu o povrch šneku. Celý průřez žlabu nesmí být zaplněn dopravovaným materiálem, protože při zhuštění materiálu by došlo k vytvoření zátky, která by se otáčela se šnekem jako jeden kus. Ve skutečnosti v důsledku tření materiálu o povrch šneku nekonají částice materiálu přímočarý pohyb rovnoběžně s osou šneku, ale pohyb křivočarý, složený jednak z uvedeného pohybu přímočarého, jednak z pohybu otáčivého kolem osy šneku. Výsledný pohyb přispívá k vzájemnému promíchávání částic materiálu, čehož se využívá u tzv. míchacích šneků. Předpokladem správné funkce je rovnoměrný přísun materiálu ke šneku.



Šnekové dopravníky se nehodí pro dopravu lepkavých, hrubozrnných a silně abrazivních materiálů. Při dopravě abrazivních materiálů je životnost pracovních orgánů nízká. Jsou vhodné pro malá a střední dopravní množství (do  $100 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ ), a dopravní délky do 50 m. Výhodami šnekových dopravníků jsou jednoduchá konstrukce, malé rozměry a prachotěsnost, nevýhodami značné opotřebení pracovních částí, velká spotřeba energie pro pohon a možnost drcení materiálu.

(9)

Rozdělení šnekových dopravníků:

a) Podle směru dopravy:

- vodorovné
- šikmé
- svislé

b) Podle smyslu stoupání šneku:

- pravotočivé
- levotočivé

c) Podle počtu šneků:

- jednošnekové
- dvoušnekové

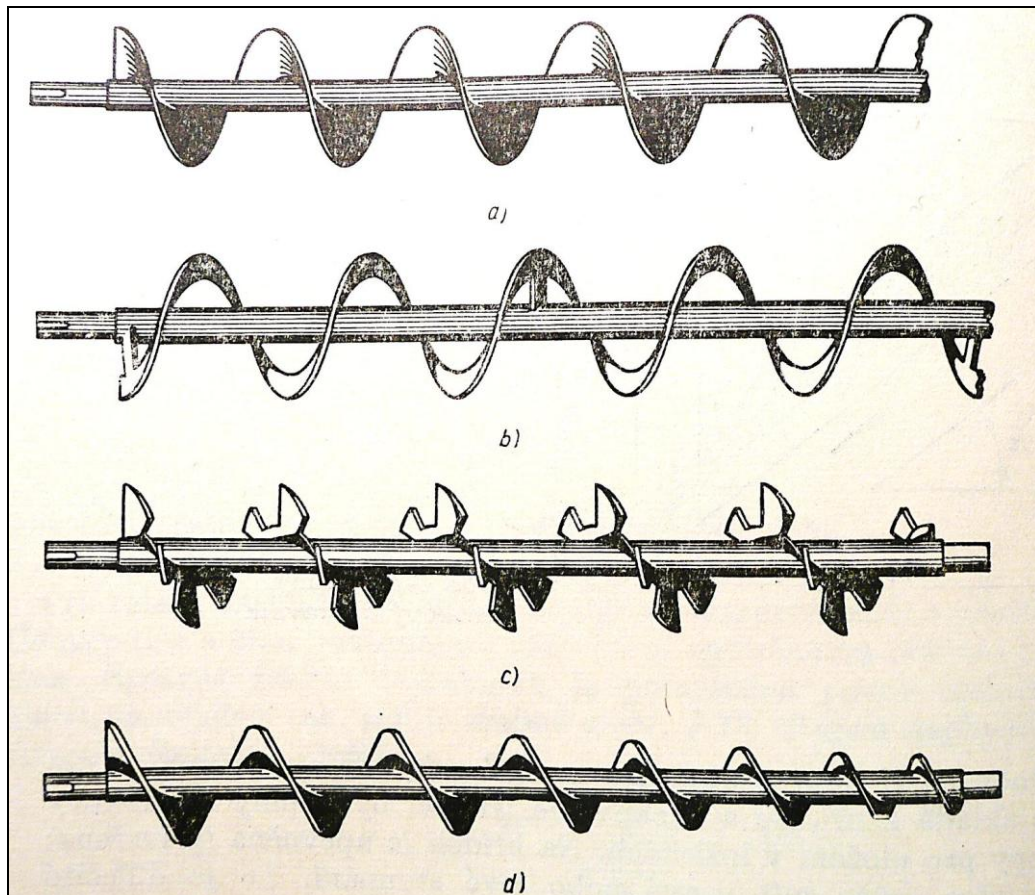
(4)

### Šnekovnice

Šnekovnice (obrázek 7), které tvoří pracovní část šneku, jsou buď plné, obvodové, lopatkové, nebo kuželové. Dále se zaměřím pouze na dva nejpoužívanější typy a to jsou šnekovnice plné a obvodové.

Plné šnekovnice jsou svařeny z dílů, odpovídajících jednomu závitu. Jednotlivé díly jsou vyrobeny lisováním za tepla a přerušovaným svarem přivařeny k hřídeli šneku. Obvodové šnekovnice jsou vyválcovány za tepla z ploché oceli mezi kónickými kotouči, takže jejich průřez je lichoběžníkový s užší základnou na obvodě. Jejich vnitřní průměr je větší než průměr hřídele, ke kterému jsou připevněny pomocí držáků z ploché oceli. Vnější průměry šnekovnic jsou normalizovány od 160 do 500 mm u plných šnekovnic a od 320 do 630 mm u šnekovnic obvodových. Hřídel šneku je z bezešvé ocelové trubky a jeho jednotlivé díly jsou navzájem spojeny čepy z oceli **11 600**, na kterých jsou současně nasazena ložiska, uchycená prostřednictvím konzol k víku skříně. Ložiska jsou rovněž v čelech žlabu (jedno musí být axiální).

(4), (9)



Obrázek 7 – Typy šnekovnic (4)

### Žlab

Žlab tvoří nosnou část dopravníku. Má tvar písmene U a jeho rozměry jsou odvozeny od rozměrů šneků. Minimální vůle mezi šnekem a žlabem bývá 5 až 10 mm a je určena hlavně výrobními tolerancemi šneku a druhem dopravovaného materiálu. Žlaby můžeme podle potřeby sestavit do potřebné délky ze sekcí o délce 1,6 až 6 m. Jsou vyrobeny z ocelového plechu o tloušťce 2 až 8 mm. V horní části žlabu je plech ohraněn z důvodu zvýšení tuhosti a upevnění víka.

(4)

### Pohon

K pohonu šnekových dopravníků se nejčastěji používá elektromotorů s převodovkami. Hnací skupina se ukládá obvykle na konzolu spojenou s čelem žlabu nebo přírubou namontováním přímo na čelo žlabu. U větších jednotek má pohon samostatný základ. Hnací moment se z výstupního hřídele převodovky přenáší na hřídel šneku pružnou spojkou.

(4)

Důležitými parametry pro provoz a správné fungování dopravníku je počet otáček a součinitel plnění. Tyto parametry jsou závislé na druhu dopravovaného materiálu, který je pro tento účel rozdělen do čtyř skupin (tabulka 5). Celkový součinitel odporu, který je závislý na skupině dopravovaného materiálu se určí z tabulky 6.

(9)

Tabulka 5 – Základní rozdělení materiálu (9)

Skupina materiálu	Základní vlastnosti materiálu	Příklad
1	silně abrazivní, hrubě kusovitý nebo lepkavý	drobný koks, hrubozrnné vápno
2	abrazivní, zrnitý nebo práškovitý	cement, sádra, písek
3	neabrazivní zrnitý	drobné uhlí, cukr, fosfát, hrubě mletá sůl
4	neabrazivní, lehký práškovitý nebo zrnitý	uhelný prach, mouka, práškové vápno, semena, zrno, piliny

Tabulka 6 – Celkové součinitele odporu (9)

Skupina materiálů	1	2	3	4
$\mu$	4,0 - 5,0	3,2 - 4,0	2,5 - 3,2	2 - 2,5

V tabulce 7 jsou pro jednotlivé skupiny materiálu uvedeny součinitele plnění  $\Psi$ , průměry šnekovic  $D$  a otáčky šneku  $n$  v závislosti na objemovém dopravním množství  $V$ .

(9)

Tabulka 7 – Součinitele plnění a průměrů šnekovic (9)

Skupina materiálu	Součinitel plnění	D	160	200	250	320	400	500	630
1	0,16 - 0,25	n (l / min)	63	50	40	32	32	32	
		V (m <sup>3</sup> / h)	1,6-2,5	2,5-4	4-6,3	6,3-10	12,5-20	25-40	
2	0,2 - 0,32	n (l / min)	100	80	63	50	40		
		V (m <sup>3</sup> / h)	3,2-5	5,0-8	8-12,5	12,5-20	20-32		
3	0,25 - 0,4	n (l / min)			100	80	63	50	40
		V (m <sup>3</sup> / h)			16-25	25-40	40-63	63-100	100-160
4	0,32 - 0,5	n (l / min)	160	125	100	80	63		
		V (m <sup>3</sup> / h)	8-12,5	12,5-20	20-32	32-50	50-80		

### Výkonnost šnekových dopravníků

Výkonnost šnekového dopravníku se vypočítá podle vztahu:

$$Q_m = S \cdot v \cdot \rho \cdot k_{pk} \cdot k_s \text{ (kg.s}^{-1}\text{)}$$

v - rychlost pohybu (m.s<sup>-1</sup>)

ρ - objemová hmotnost dopravovaného materiálu (sypná) (kg.m<sup>-3</sup>)

S - plocha průřezu šnekovice (m<sup>2</sup>)

k<sub>pk</sub> - součinitel zaplnění průřezu dopravního šneku (0,16 – 0,50)

k<sub>s</sub> - součinitel sklonu dopravníku

Součinitel sklonu dopravníku k<sub>s</sub> pro úhel 15° = 0,72; pro 30° = 0,58; pro 45° = 0,50; pro 60° = 0,44.

Pro rychlost pohybu materiálu platí:

$$v = s \cdot n \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$$

s - stoupání šnekovice (m)

n - otáčky šnekovice (s<sup>-1</sup>)

Plocha průřezu šnekovice se vypočítá ze vztahu:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \text{ (m}^2\text{)}$$

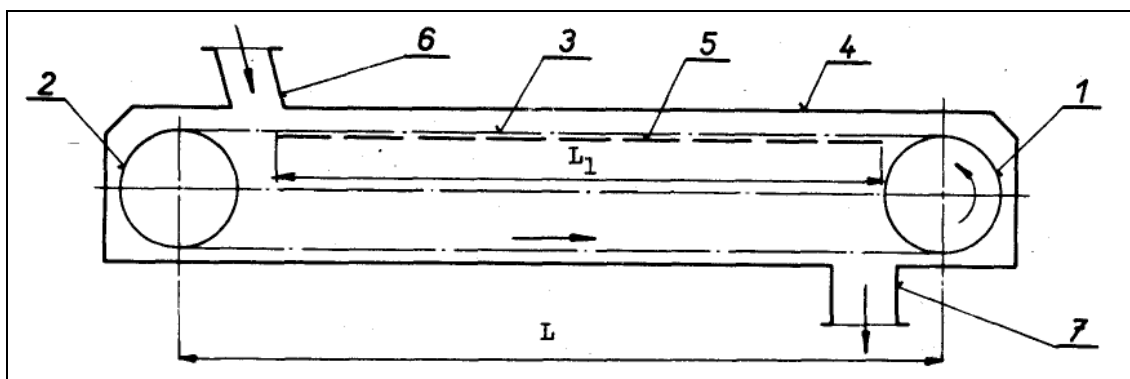
D - průměr šnekovice (m)

(1)

### 1.2.2. Radlery

Radlery patří mezi dopravníky hrnouce, u nichž na rozdíl od dopravníků článkových není materiál nesen orgány připevněnými k tažnému elementu, ale je posunován v plechovém žlabu. K tomu účelu je tažný orgán vybaven unašeči. Tažným orgánem je speciální nekonečný řetěz (případně dva řetězy), vedený přes hnané a napínací řetězové kladky v uzavřené plechové skříni (žlabu) redleru. Dolní větev řetězu s unašeči se pohybuje po výměnném dnu skříně, horní větev se smyká unašeči po vodítkách (zpravidla úhelnících), přivařených ke svislým stěnám skříně. Materiál, přiváděný násypkou do skříně, padá na dno a je v dolní větvi unášen řetězem s unašeči. Ve dně skříně jsou uspořádány výsypky, uzavírané plochými šoupátky. Schéma dopravníku je uvedeno na obrázku 8. Ve schématu představují jednotlivé pozice:

(9)



Obrázek 8 – Schéma dopravníku (9)

- 1 - hnací řetězová kladka
- 2 - napínací řetězová kladka
- 3 - řetěz s unašeči
- 4 - uzavřený žlab redleru
- 5 - vodítka vratné větve řetězu
- 6 - násypka
- 7 - výsypka

Redlery se používají převážně pro vodorovnou dopravu sypkých hmot, nepříliš abrazivních a nelepavých, např. uhlí do velikostí částic 50 mm, bauxitu, fosfátu, popílku apod. Nevhodnými materiály jsou kusový koks, štěrk, písek, kaly atd.

K přednostem redleru patří malé příčné rozměry, malá spotřeba energie a bezprašný provoz.

Pro šířky žlabu  $B < 500$  mm se zpravidla používá jediného unášecího řetězu, pro šířky od 500 mm výše dvou řetězů. Unášecí řetězy pro redlery mají normalizované rozteče 100, 125, 160, 200, 250 mm. U jednoduchých řetězů se běžně používají první čtyři rozteče, u dvojitých pouze dvě největší.

(9)

#### 1.2.4. Korečkové elevátory

Korečkové elevátory jsou mechanické dopravníky přepravující materiál v korečcích. Korečky jsou upevněny pevně na tažném orgánu, nebo výkyvně. Při výkyvném uložení to jsou Konveyory. Tažným prostředkem je pás (PVC, pryžový, pletivový), sponový řetěz, článkový řetěz, lano.

Použití těchto dopravníků je vhodné pro přepravu jemnozrnných a drobně kusovitých materiálů se sypným úhlem 15 až 60°. Při dopravě abrazivních materiálů se používá řetězu jako tažného prostředku. Přehled přibližných rychlostí a množství dopravovaného materiálu je uveden v tabulce 8. Z hlediska prostorového uspořádání mohou být elevátory svislé nebo šikmé o sklonu 60 až 90°. Uspořádání korečků může být přetržité nebo nepřetržité.

(4)

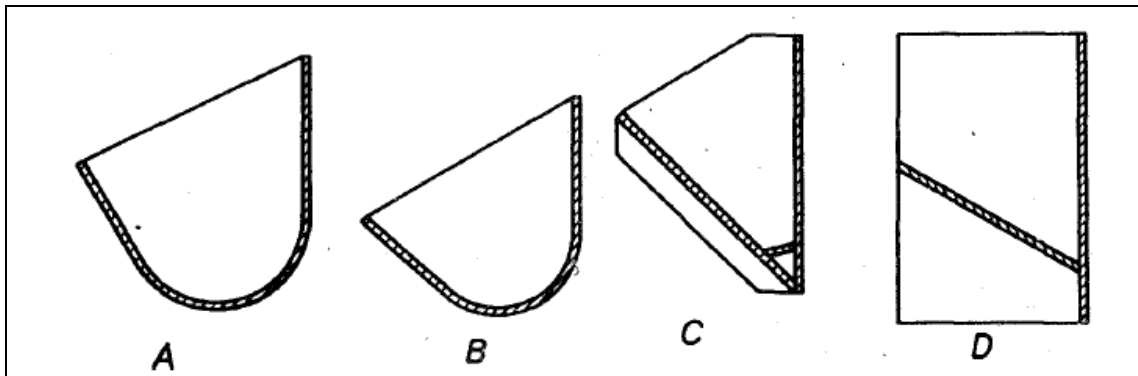
**Tabulka 8 – Parametry elevátorů (4)**

	Dopravní rychlost [ m. s-1]	Doprovované množství [m3. h-1]	Doprovovaná výška [m]
Pásový elevátor	až 3,5	70	30
Řetězový elevátor	0,315 až 1,6	150	90

## Korečky

Korečky jsou vyrobeny z ocelového plechu a svařeny z několika dílů. Pro běžné účely používáme čtyř různých profilů koreček (Obrázek 9), označených písmeny velké abecedy **A** až **D**. Volba profilu se řídí fyzikálními vlastnostmi dopravovaného materiálu.

(9)

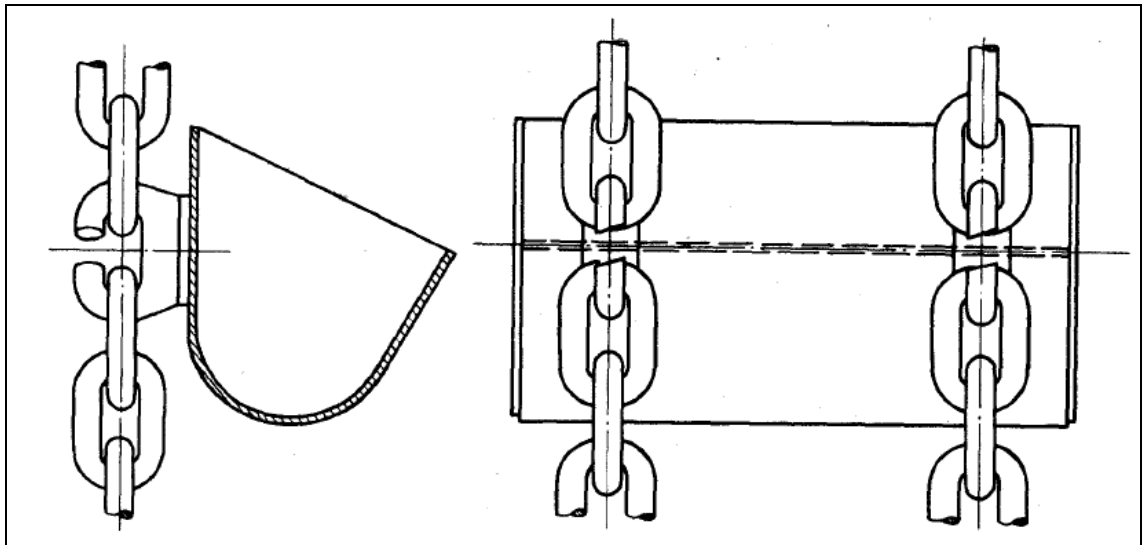


Obrázek 9 – Profily koreček (9)

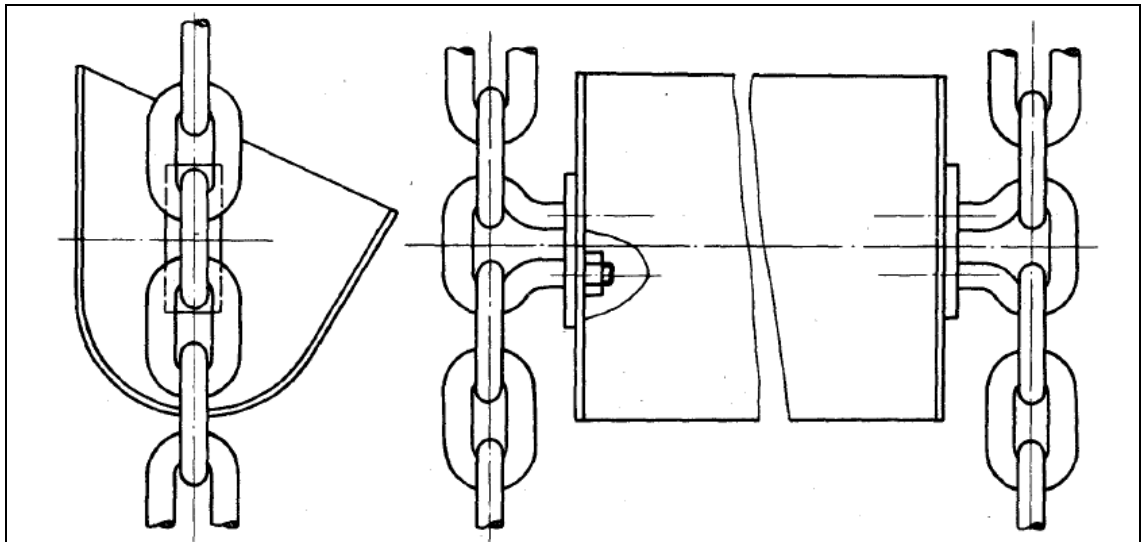
## Tažný orgán

- Dopravní pás gumový pro korečky profilu **A**, **B** a **D**.
- Svařované článkové řetězy nekalibrované pro korečky s profilem **A** a **B**; korečky jsou k řetězům připojeny odnímatelně prostřednictvím šroubů, a to buď čelně (Obrázek 10) nebo bočně (obrázek 11). Pohon řetězů je třecí, řetězové kladky jsou hladké, vybavené pouze obvodovou drážkou pro příčné vedení řetězu.
- Pouzdrové řetězy pro korečky profilu **C**; pohon je uskutečněn záběrem zubů hnacích řetězů s čepy řetězů.

(9)



Obrázek 10 – Čelní odpojení (9)



Obrázek 11 – Boční odpojení (9)

### Plnění korečků

Přiváděním materiálu do korečků a jejich rovnoměrné plnění je pro správnou funkci elevátoru velmi důležité. Nesmí docházet k přeplňování korečků a přiváděcí rychlost materiálu má být malá. Korečky se mohou plnit:

- a) Nasypáváním – Tomuto způsobu dáváme přednost. Když není zaručena rovnoměrná dodávka materiálu předřazuje se podávač nebo dávkovací zařízení.
- b) Hrabáním – Je vhodný jen pro neabrazivní a lehké materiály. Dochází zde k většímu opotřebení korečků a k větší spotřebě energie.



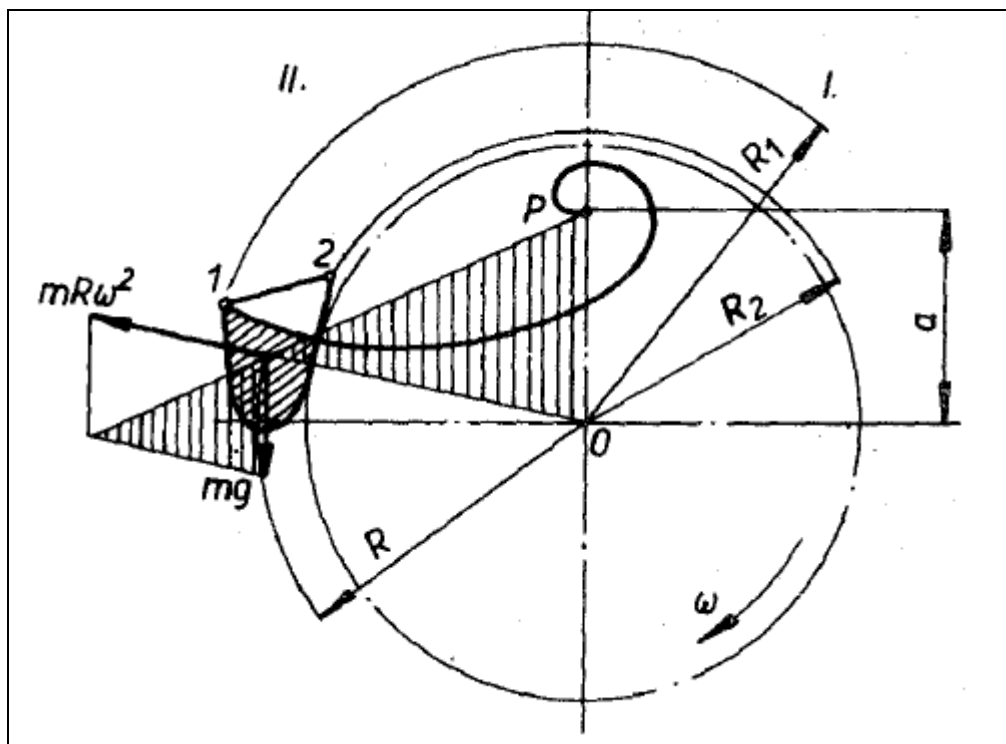
- c) Kombinovaně - Nastává při nedokonalém násypném způsobu, kdy část materiálu propadá kolem korečků na dno šachty a je zde korečky nabírána.

(4)

### Vyprazdňování korečků

Podle způsobu vyprazdňování dělíme elevátory na gravitační a odstředivé. Kritériem pro rozdělení elevátorů do uvedených dvou skupin je poloha pólu **P** (Obrázek 12), který je průsečíkem nositelky výslednice vnějších sil, působících na obsah korečku, s vertikální osou. Jestliže pól leží uvnitř kružnice o poloměru  $R_2$ , pak materiál je vymetán z korečku přes vnější hranu vlivem odstředivé síly ve II. kvadrantu a jedná se tedy o odstředivý elevátor. Jestliže vzdálenost  $a$  pólu **P** od středu **O** je větší než poloměr  $R_1$ , potom způsob vyprazdňování je gravitační, neboť materiál vypadává přes vnitřní hranu v I. kvadrantu. Křivkou, která vznikne řezem hladinovou plochou materiálu v korečku, je logaritmická spirála. Polohu pólu stanovíme na základě podobnosti vyšrafovaných trojúhelníků. Na materiál korečku působí jeho vlastní tíha a v radiálním směru odstředivá síla.

(9)



Obrázek 12 – Schéma vyprazdňování korečku (9)

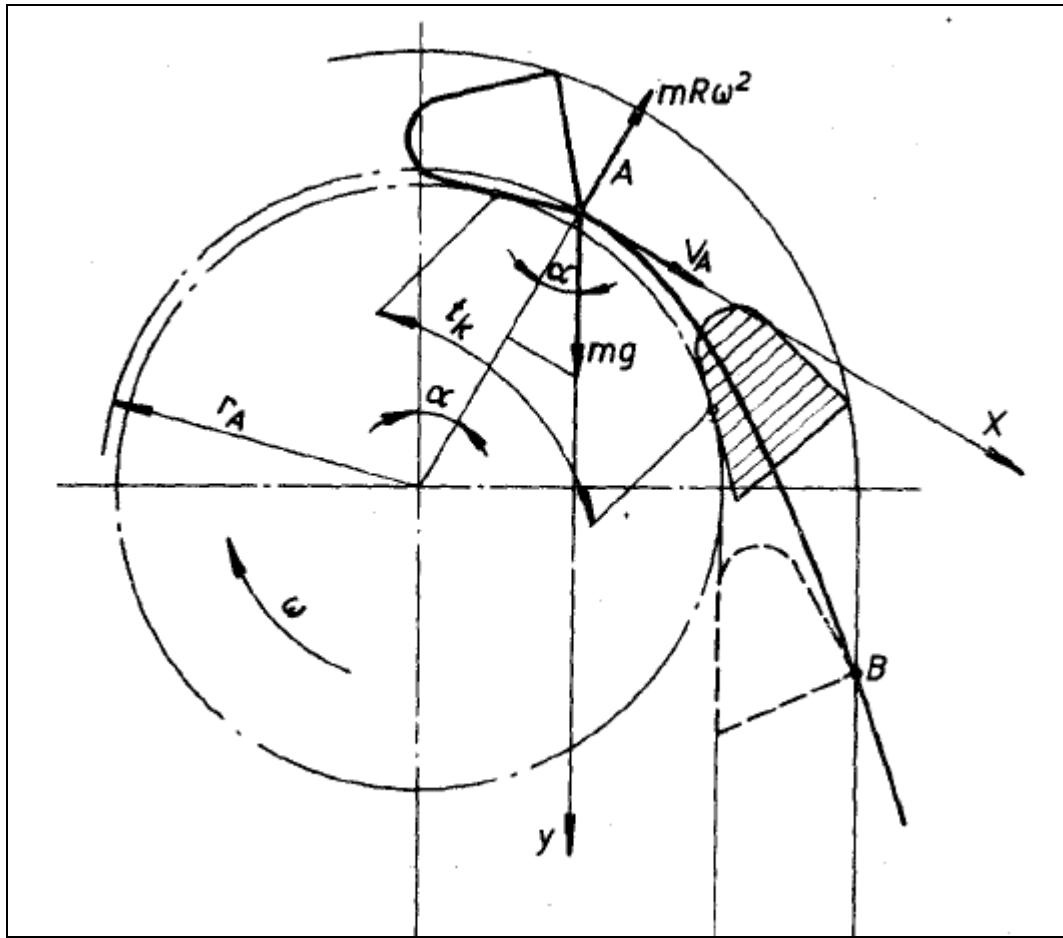
U gravitačních elevátorů je třeba kontrolovat rozteč korečků, aby materiál po opuštění korečku v I. kvadrantu nedostihl koreček předchozí a nedocházelo tak k tříštění materiálového toku.

Vyprazdňování začíná v okamžiku, kdy reakce mezi stěnou konečku a částicí materiálu na vnitřní hraně **A** bude nulová (Obrázek 13), tedy při pootočení o úhel  $\alpha$ ,

Dráha částic materiálu po opuštění korečku je parabolická, neboť se jedná o šikmý vrh, složený z pohybu přímočarého rovnoměrného ve směru osy  $x$  a volného pádu ve směru osy  $y$ .

Dosazením libovolně volených hodnot za čas  $t$  dostaneme souřadnice několika bodů trajektorie pohybu částic materiálu a můžeme ji tedy nakreslit. Trajektorie protíná dráhu vnější hrany korečku v bodě **3**. Vnější hrana předchozího korečku musí tedy být v okamžiku, kdy částice materiálu dosáhla bodu **B**, také nejméně v této poloze (čárkovaně kreslená poloha celého konečku). Po dobu pádu částice materiálu po dráze mezi body **A** a **B** byl v pohybu i předchozí koreček. Jeho dráhu za uvedenou dobu není obtížné vypočítat, neboť odměření některé ze souřadnic bodu **B** nám umožní z rovnic příslušné dílčí trajektorie vypočítat čas. Zakreslíme-li do obrázku polohu předchozího korečku v okamžiku počátku vyprazdňování (šrafováno), pak vzdálenost  $t_k$  je minimální roztečí korečků.

(9)



Obrázek 13– Určení rozteče korečků (9)

### Nosná konstrukce

Elevátor může být otevřený nebo zavřený. U otevřeného elevátoru tvoří nosnou část ocelová konstrukce, většinou příhradového typu. U uzavřených elevátorů je nosnou konstrukcí samotná šachta elevátoru. Tato šachta je buď společná pro obě větve tažného orgánu, nebo samostatná pro každou větev. Šachta je zavěšena na hlavě elevátoru, nebo zakotvena na patě.

(4)

### Pohon a napínání

Pohon je umístěn v hlavě elevátoru. Použití převodových motorů pro menší výkony (10 až 12 Kw). U větších pohonů se používá dutých výstupních hřídelů navlečených na hřídel hnacího bubnu, což současně tvoří pevný závěs převodovky. Druhý závěs je pružný, zachycuje momenty působící na převodovku. Motor při velkých

výkonech s kotvou nakrátko. Hydrodynamická spojka zajišťuje snadný rozběh i při zatíženém elevátoru.

Napnutí tažného orgánu vyvozuje tíha součástí vratné stanice zavěšených na tažném orgánu. Pokud je tento účinek malý, zvětší se přidavným závažím, nebo se dopne pomocí šroubu.

(4)

### **Výkonnost korečkových dopravníků**

$$Q_m = V_k \cdot v \cdot t_k^{-1} \cdot \rho \cdot k_{pk} \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1})$$

$t_k$  - rozteč přepravních nádob na dopravníku (m)

$v$  - rychlost pohybu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$\rho$  - objemová hmotnost dopravovaného materiálu (sypná) ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$V_k$  - jmenovitý objem korečku ( $\text{m}^3$ )

Pro korečkové dopravníky je vhodné využít součinitel plnění objemu  $k_{pk}$  pro přepravní nádobu (koreček). Doporučuje se u korečkových dopravníků 0,6.

(1)

## **1.3. Dopravníky pro sypké a kusové materiály**

### **1.3.1. Pásové dopravníky**

Tyto stroje spadají do kategorie mechanických dopravníků. Nosným a zároveň tažným elementem je v tomto případě samotný pás. U pásových dopravníků mluvíme vždy o takzvaném nekonečném pásu. Dále se dopravník skládá z pohonu (elektrický nebo spalovací motor) a dvou bubnů. Jeden z bubnů je hnací a má za úkol pohánět pás, druhý z bubnů slouží k udržení pásu v napnutém stavu. Oba bubny mají rovnoběžnou osu. Pás je mezi bubny z pravidla navíc podepírán válečky nebo rovinou plochou, po které pás klouže. Šířky pásů jsou normalizovány v rozmezí od 400 – 2000 mm. Nejčastěji se používají šířky pásu 400, 500, 650 a 800 mm. Dpravované množství u pásových dopravníků se pohybuje okolo  $10\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  při rychlostech až  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vzdálenost kterou je jeden dopravník schopen překlenout je okolo 5000 m., ale při uspořádání dopravníků za sebou může vzniknout nekonečně dlouhá trať.

Výběr vhodného dopravníku závisí na mnoha faktorech, jako jsou délka trati, přepravovaný materiál, dopravní výkon, ekonomika provozu. Hlavní výhodou pásových dopravníků je jejich univerzálnost, jednoduchá konstrukce a vysoký dopravní výkon.

Hlavním využitím pásových dopravníků je při přepravě materiálů s velice rozdílnými mechanickými a fyzikálními vlastnostmi. Je možné přepravovat velmi těžké kusové předměty i sypké materiály. Na pásových dopravnících můžeme také separovat jednotlivé materiály, případně je čistit a třídít.

Pro přepravu materiálů s výraznými abrazivními vlastnostmi používáme pásové dopravníky s ocelovými pásy. Tyto pásy jsou také vhodné pro použití při vysokých teplotách. Velmi tvrdé materiály s ostrými hranami přepravujeme pomocí pásů z drátěného pletiva, které mají vysokou odolnost proti nárazům.

(4), (1), (10)

### **Rozdělení pásových dopravníků dle normy ČSN 26 0001**

Podle tažného elementu (dopravního pásu)

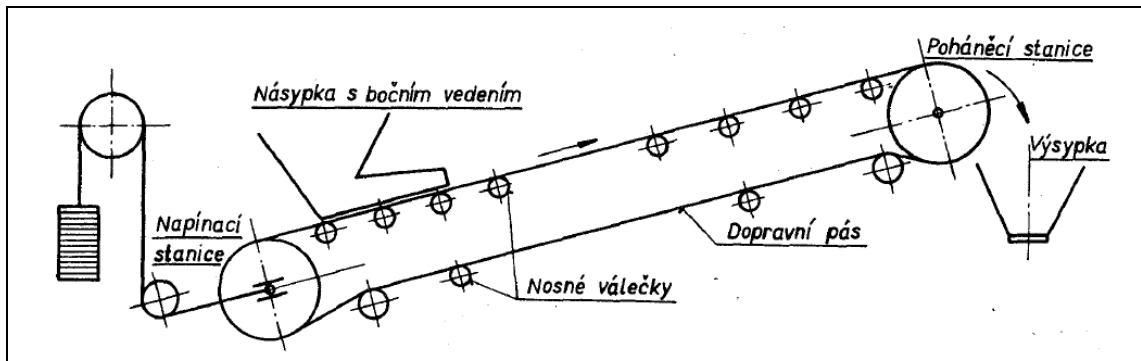
- a) dopravníky s gumovým pásem nebo pásem z PVC
- b) dopravníky s ocelovým pásem
- c) dopravníky s celogumovým pásem
- d) dopravníky s pásem z drátěného pletiva

Podle provedení nosné konstrukce

- a) stabilní, nosná ocelová konstrukce je pevně spojena se základem
- b) pojízdné a přenosné pro malá dopravní množství a malé délky
- c) přestavitelné, charakterizované velkou dopravní rychlostí a velkou dopravní délkou, užití převážně v povrchových dolech

#### **1.3.1.1. Dopravníky s gumovým pásem (nebo pásem z PVC)**

Hlavní části dopravníku jsou uvedeny na obrázku 14. Jsou dány příslušnou normou **ČSN 26 0360**.



Obrázek 14 - Schéma pásového dopravníku (9)

### Výkonnost pásových dopravníků při dopravě sypkého materiálu

$$Q_m = S \cdot v \cdot \rho \cdot k_p \cdot k_s \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1})$$

$v$  - rychlost pohybu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$S$  - plocha skutečného průřezu materiálu na pracovním adaptéru dopravníku ( $\text{m}^2$ )

$\rho$  - objemová hmotnost dopravovaného materiálu (sypná) ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$k_p$  - součinitel plnění pracovního adaptéru dopravníku

$k_s$  - součinitel sklonu (při dopravě šikmo vzhůru) ( $2^\circ = 0,998$ ;  $4^\circ = 0,995$ ;  $8^\circ = 0,981$ ;  $12^\circ = 0,957$ )

Dopravní rychlost se volí v závislosti na druhu dopravovaného materiálu.

Příklady rychlostí:

- a) obilné zrno, slad, šrot  $2,50 - 4,00 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- b) uhlí, cement, cukr, písek  $1,60 - 3,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- c) štěrk, koks, kamenivo  $1,25 - 2,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- d) řepa, uhlí, škrob  $1,60 - 2,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,

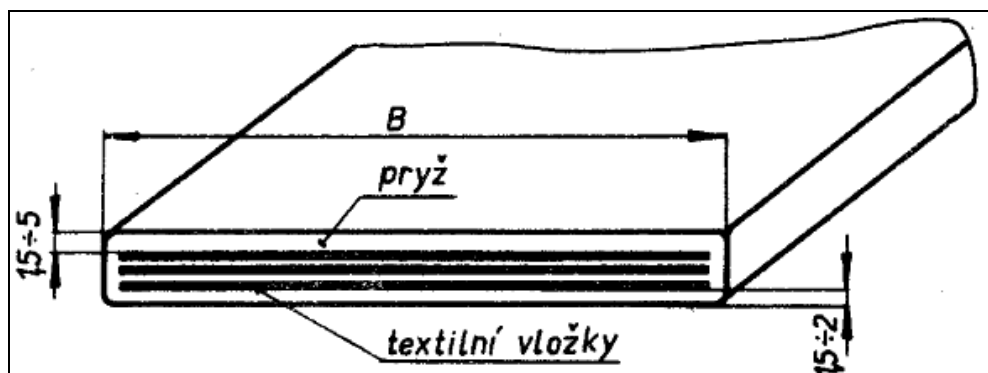
(1)

### Dopravní pás

Je tvořen textilní kostrou a krycími ochrannými vrstvami z měkké gummy (Obrázek 15). Textilní kostra je složena z textilních vložek v počtu 2÷14, spojených navzájem vrstvami z měkké gummy. Podle konstrukce mohou být pásy

- a) kryté, jejichž textilní kostra je kryta ochrannými vrstvami gumy ze všech stran,
- b) řezané, vybavené pouze horní a dolní vrstvou gumy,
- c) nekryté, bez ochranných vrstev měkké gumy.

(9)



Obrázek 15 - Řez dopravním pásem (9)

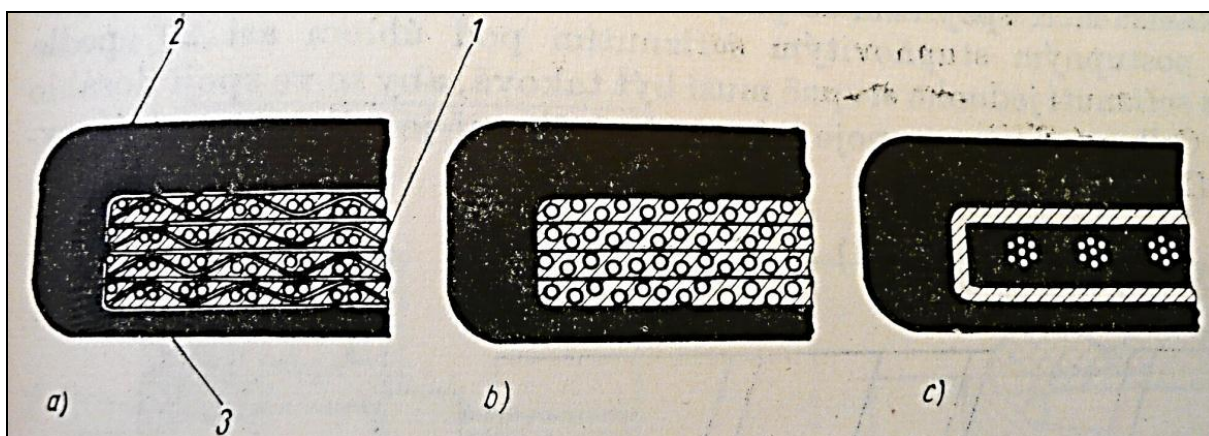
Horní krycí vrstva chrání textilní kostru před abrazivními účinky materiálu, mechanickým poškozením a atmosférickými vlivy, dolní především před účinky nosných válečků a bubnů. Boční krycí vrstva chrání textilní kostru před odíráním vodíci lištami nebo strážními válečky. Horní krycí vrstva bývá silnější (zpravidla 1,5 – 5 mm), dolní tenčí (1,5 – 2 mm).

Dopravní pásy se dodávají buď jako celistvé nebo nespojené. Celistvé jsou spojeny již při výrobě a dodávají se jen do určité délky vnitřního obvodu pásu. Delší pásy dodává výrobce nespojené s oběma konci volnými a spojení se provádí až při montáži dopravníku. Textilní vložky (Obrázek 16a) dodávají pásu potřebnou pevnost. U normálních pásů je jako materiálu pro vložky použito bavlny o pevnosti 45 – 120 N.mm<sup>-1</sup>. šířky osnovy. Tažnost bavlněných vložek na mezi pevnosti je asi 20%. Pásy s bavlněnými vložkami se běžně používají pro provozní teploty do 60°C, speciální provedení až do 120°C. Větší pevnosti pásu se dosáhne použitím umělého hedvábí (250N.mm<sup>-1</sup>) (Obrázek 16b), nebo perlonových vláken (až 450 N.mm<sup>-1</sup>). Při použití textilní kostry z perlonu je třeba vzít v úvahu omezenou možnost použití pro venkovní instalace (do -10°C).

Pásy pro největší zatížení mají zavulkanizována ocelová lanka (obrázek 16c). Textilní vložka z bavlny nebo perlonu slouží k zachycení příčných sil při nakládání materiálu a na přesypech. Předností těchto pásů kromě vysoké pevnosti je malá příčná tuhost (snadné vytváření korýtkového profilu) a nepatrné protažení, které je velice

žadoucí při konstrukci napínacího zařízení dálkových pásových dopravníků. Při výrobě tohoto pásu je třeba dbát, aby všechna vložená lanka měla stejné napětí a aby hotový pás nebyl křivý, neboť velmi citlivě reaguje na šikmý chod.

(9)



Obrázek 16 - Řez pásy pro dopravníky (4)

a) pás s textilními vložkami, b) pás se syntetickými vložkami c) pás s vložkami z ocelových lan

Složení pásu: 1-vložky, 2-horní krycí vrstva, 3-dolní krycí vrstva

(4)

### Válečky a válečkové stolice

Stolice nosných válečků se upevňují na konstrukci dopravníku. Rozteče stolic jsou dány šířkou pásu, ložným profilem a druhem dopravovaného materiálu. V zatížené větvi se rozteč pohybuje od 750 mm do 1800 mm. V místech, kde přivádíme materiál na pás, musíme rozteče snížit na hodnoty od 450 mm do 600 mm. V úsecích konvexních prohnutí volíme rozteč poloviční než u míst přímých. Ve vratné větvi, která je nezatížená může být vzdálenost stolic okolo 3000 mm. Mezi dvěma sousedními stolicemi by nemělo prověšení pásu přesáhnout 2% rozteče stolic. Při nadměrně velké

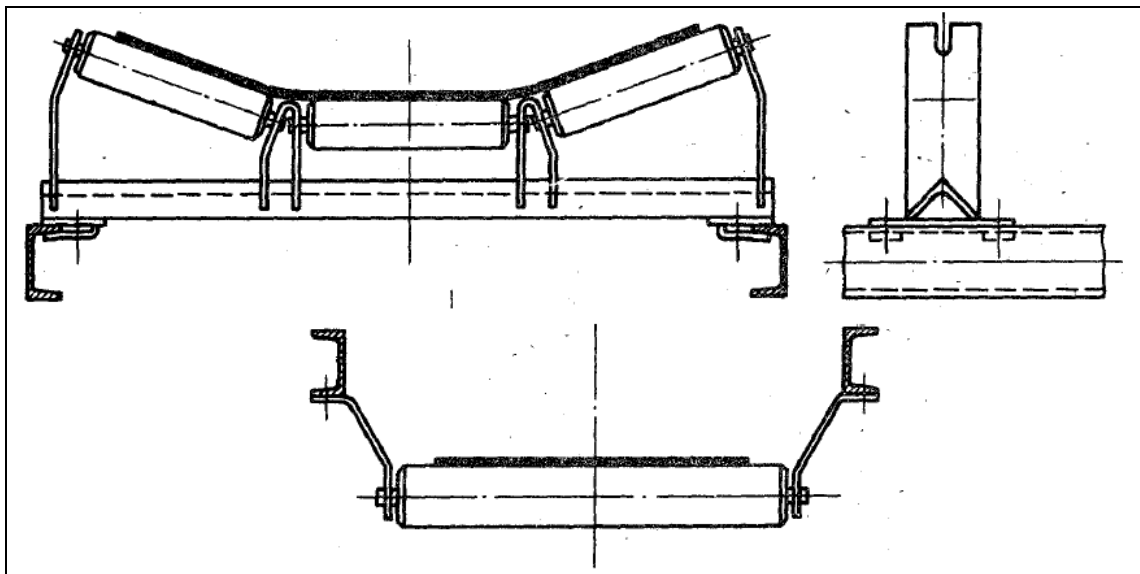


rozteči stolic dojde k velkému průvěsu pásu, což má za následek špatnou boční stabilitu špatné dynamické účinky, poškození pásu, větší příkon dopravníku.

(4), (5)

Příklad uspořádání stolice se třemi válečky pro korýtkový profil pásu je na obrázku 17. Válečky jsou uloženy v držácích z ohnuté ploché oceli. Výřezy pro seříznuté konce os válečků jsou vystříženy před ohnutím. Krajní válečky mohou být uloženy též letmo, v takovém případě jsou však držáky nahrazeny odlitými tělesy.

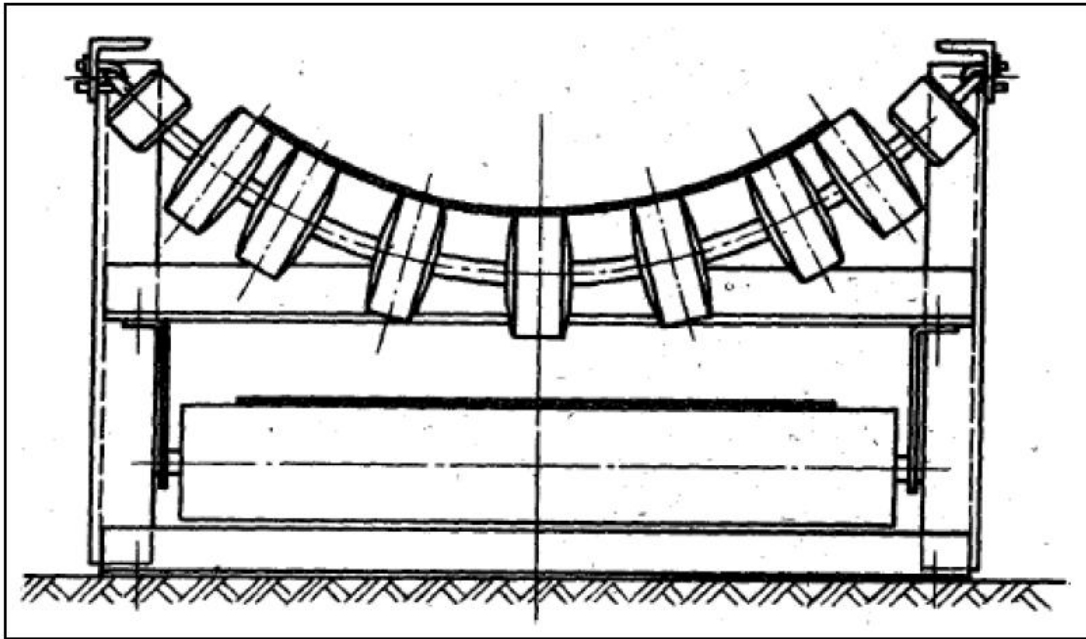
(9)



Obrázek 17 - Stolice se třemi válečky (9)

I při korýtkovém provedení horních stolic je profil pásu ve vratné větvi většinou rovný. Snaha po dobrém podepření pásu vedla ke konstrukci tzv. girlandové stolice (obrázek 18), vybavené ocelovým lanem, otočně zavěšeným na rámu dopravníku. Na laně jsou pevně nasazeny nosné kladky, které se za chodu otáčejí společně s lanem. Velký počet kladek společně s lanem, jako ohebným prvkem, umožní přirozený průhyb pásu. Lano má životnost až 600 otáček. Kladky jsou vyrobeny z gumy nebo plastu (neopren). Výhodou girlandových stolic v porovnání se stolicemi standardními je menší hmotnost, menší počet ložisek a menší opotřebení pásu. Značnou nevýhodou je podstatně větší (až dvojnásobný) odpor proti otáčení.

(9)



Obrázek 18 - Girlandová stolice (9)

Pás běžící po nosných válečkách má tendenci vybočovat do stran. Příčinou je nejčastěji nepřesné spojení konců pásu, nepřesná montáž válečků (odchylky os válečků od směru kolmého na směr pohybu), nerovnoměrné zatížení pásu, příčné síly na přesypech, boční síly působící na pás při odvádění materiálu z pásu jednostranným shrnovačem. U lehkých a krátkých dopravníků používáme k příčnému vedení pásu strážních válečků se svislou osou, instalovaných v pravidelných vzdálenostech po obou stranách pásu. Nárazy a otěrem o tyto válečky dopravní pás velmi trpí a proto u dopravníků pro střední a těžký provoz používáme tzv. samostavných stolic s možností otáčení kolem svislé osy, které se zařazují v pravidelných intervalech (obvykle každá pátá stolice je samostavná). Dalším prostředkem proti vybočování pásu je šikmé postavení krajních válečků ve stolici; odklon os válečků od kolmic k ose pásu činí  $1^\circ$  až  $2,5^\circ$ .

(9)

Válečky podírají a vedou dopravní pás v pracovní i vratné větvi a svým uspořádáním a uložením ve válečkové stolici vytvářejí požadovaný ložný průřez. Válečky jsou jednou z nejdůležitějších součástí dopravníku a mají značný vliv na jeho vlastnosti. Na jeden kilometr délky dopravníku může připadat až 4000 válečků. Válečky by měli mít malý odpor proti otáčení, malou hmotnost, jednoducho konstrukci, dokonalé těsnění proti vnikání nečistot, nenáročné na údržbu, správně vyvážené.

Uložení válečků je provedeno pomocí valivých ložisek, nebo v případě lehkých přenosných dopravníků pouze pomocí kluzných ložisek.

Váleček se skládá z pláště svařeného ze skrouženého plechu, kde v čelních otvorech jsou přivařena čela. Během výroby je nutné váleček staticky a dynamicky vyvážit. Do pláště s čely jsou dána kuličková ložiska, která jsou chráněna gumovými těsníci kroužky, nebo labyrintovým těsněním. Gumové kroužky se používají hlavně u válečků menších průměrů, výhodou je jejich nízká cena a nenáročnost výroby. Nevýhodou je zvýšený valivý odpor, kvůli kterému je pak vhodné použít broušenou hřídel. Labyrintová těsnění jsou složitější a náročnější na výrobu (lisování, soustružení). Díky tomu roste i jejich cena. Plášť může být vyroben i z bezešvé trubky. Důležité je, že tato trubka nemá po celé délce stejnou tloušťku stěny. Další alternativou pláště je výroba z plastu.

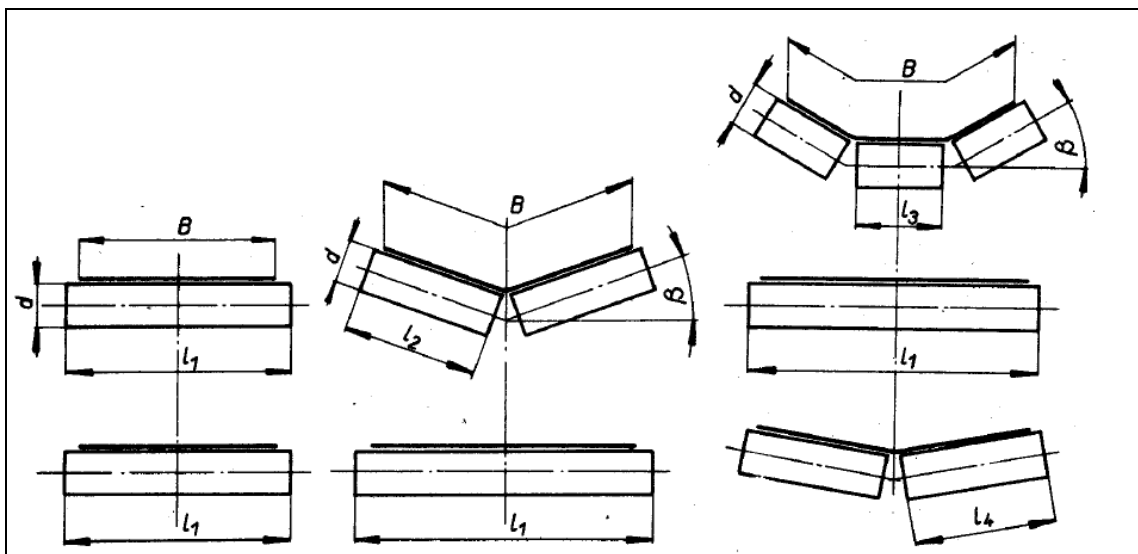
V místech kde jsou válečky vystaveny obzvláště silnému namáhání (například přesypy) můžeme opatřit válečky pružícími disky, nebo nechat válečky pogumovat, čímž zvýšíme životnost pásu i válečků.

Samotná ložiska jsou naplněna dostatečným množstvím mazacího tuku, který by měl vydržet po celou dobu životnosti válečku. Pro zabránění úniku maziva je opět použito těsnících prostředků.

(4), (5)

Uspořádání válečků ve stolicích je zakresleno na obrázku 19, kde jsou rovněž zakótovány jejich rozměry.

(9)



Obrázek 19 - Uložení válečků (9)

## Bubny

Bubny jsou z pravidla svařované konstrukce, ale mohou se vyrábět také odléváním. Tyto odlévané bubny mají však jednu velkou nevýhodu a to je jejich vysoká hmotnost. Plášť je válcový vytvořený ze svinutého plechu nebo s kónickými konci pro lepší vedení pásu. Kónus je většinou 1 – 2 % z šířky pásu. Pro ještě lepší vedení pásu může být válec mírně bombírován. K výraznějšímu projevu usměrňovacího účinku dochází výhradně u kratších dopravníků.

(4)

Způsoby zvýšení hodnot součinitele tření

- a) Dřevěné obklady
- b) Pryžové obklady
- c) Keramické obklady, nanášení keramických vrstev
- d) Pogumování, pogumování s drážkováním

Hodnoty součinitele tření (Tabulka 9) mezi pryžovým pásem a bubnem se mění v závislosti na povrchu bubnu a na stavu ve kterém buben pracuje.

(4), (8)

Tabulka 9 - Součinitele tření (4)

Povrch bubnu	Stav	Součinitel tření $\mu$
ocelový hladký	suchý	0,3
	vlhký	0,2
	mokrý	0,1
dřevěný	mokrý	0,15
	suchý	0,35
pogumovaný drážkový	mokrý	0,5
	suchý	0,7
keramický	mokrý	0,6
	suchý	0,7

K přidavnému namáhání pásu dochází při samotném ohybu pásu přes buben. Velikost tohoto namáhání je určena rozměry a materiálovými vlastnostmi bubnu a pásu. Platí zde, že čím menší máme válec, tím větší bude namáhání pásu. Uvedené hodnoty

(Tabulka 10) nám pomohou určit minimální průměr bubny. Abychom dostali průměr bubny je nutné hodnoty z tabulky vynásobit tloušťkou nosné vrstvy pásu.

(4)

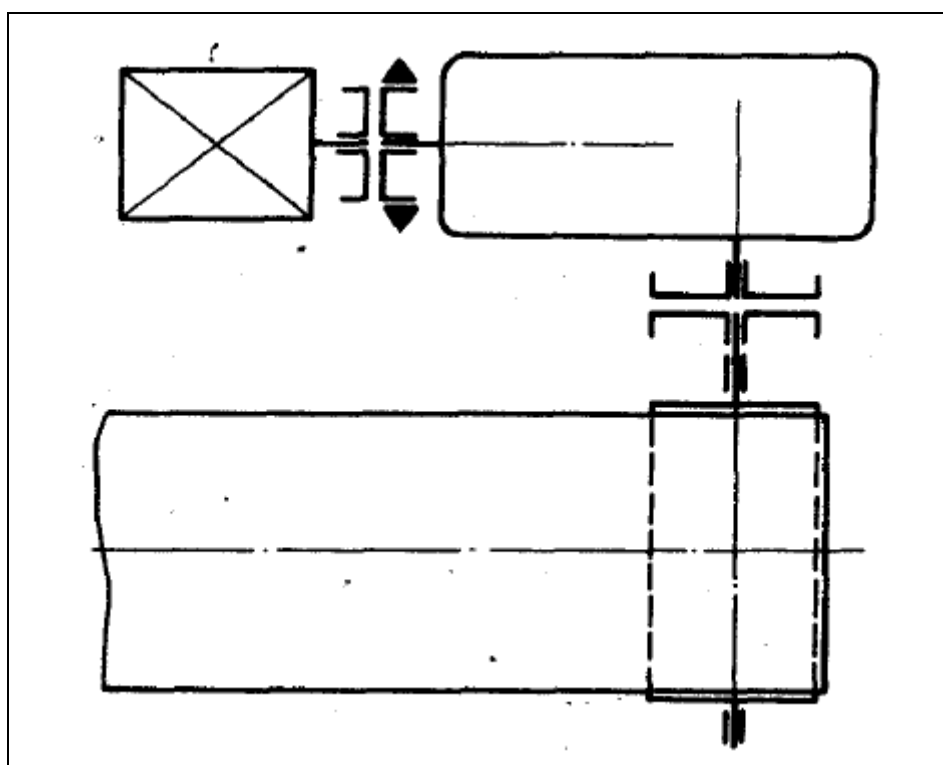
**Tabulka 10 - Hodnoty součinitelů pro stanovení průměru bubny (4)**

Využití dovoleného tahu pásu (%)	Hnací bubny			Vratné bubny		
	100	60	30	100	60	30
Nosné vrstvy z bavlněných vláken	100	80	60	80	60	40
Nosné vrstvy ze syntetických vláken	120	100	80	100	80	60

### Pohon

Existují různá konstrukční uspořádání pohonu. Schéma standardního provedení s elektromotorem a kuželočelní převodovou skříní na samostatném rámu je uvedeno na obrázku 20. Všechny části hnacího mechanismu jsou spojeny pružnými spojkami. Toto provedení umožňuje snadnou údržbu i výměnu jednotlivých částí.

(9)



**Obrázek 20 - Schéma elektromotoru s převodovou skříní (9)**

Pro pohon malých a středních pásových dopravníků s výkony do 100 kW se běžně používají třífázové asynchronní elektromotory a kotvou nakrátko a pružné spojky mezi

jednotlivými částmi poháněcího mechanismu. Mezi motor a převodovou skříň se někdy zařazují rozběhové spojky odstředivého typu nebo kapalinové, které uskuteční silové spojení motoru s bubnem až při větším počtu otáček motoru; do určitého počtu otáček se motor rozbíhá v nezátíženém stavu.

Pro výkony přes 100 kW se používají asynchronní motory s kotvou kroužkovou a odporovými spouštěči.

(9)

### **Napínací zařízení**

Napínací zařízení má za úkol udržet pás v optimálním stavu napětí a tím zajistit bezproblémový přenos sil z poháněcích bubnů na samotný pás. Další významná úloha spočívá v omezení průvěsu mezi válečkovými stolicemi. Při nesprávném napětí pásu dochází ke snížení jeho životnosti. Musíme zde také počítat s dostatečným rozsahem napínacího zařízení pro montáž nebo případnou demontáž pásu.

(4)

Při změnách zatížení se v pružné deformaci pásu vyskytují jisté hysterezní jevy, takže tato deformace závisí i na rychlosti, s jakou probíhá změna zatížení. Proto někteří autoři udávají statický modul pružnosti pásu pro pomalé změny zatížení a dynamický modul pro změny zatížení, probíhající rychle.

Pro praktické účely se zavádí pojem tahové tuhosti pásu, definovaný na základě Hookova zákona

$$E \cdot S = T / \varepsilon$$

E - modul pružnosti pásu v tahu (MPa)

S - plocha průřezu pásu ( $\text{mm}^2$ ),

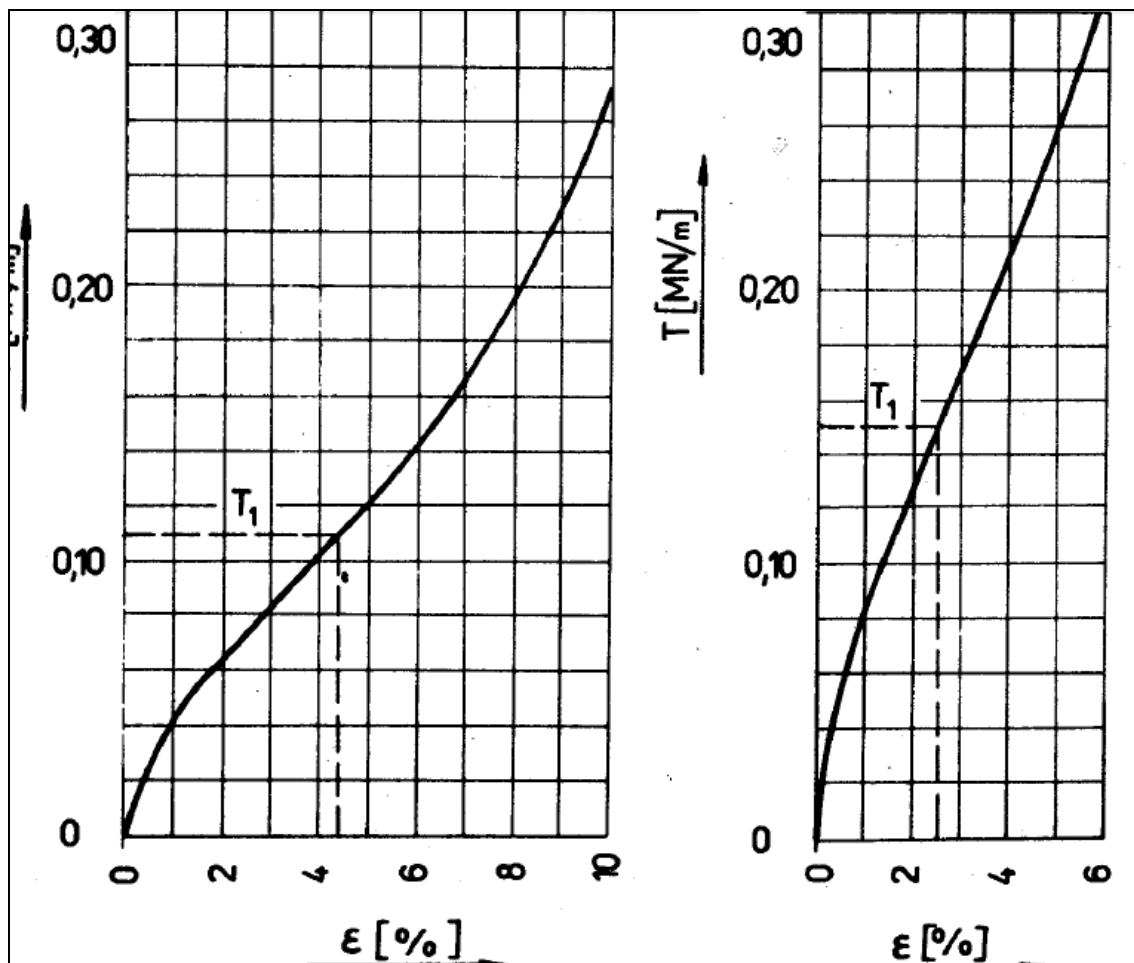
T - zatížení pásu (N),

$\varepsilon$  - poměrné prodloužení

Platnost Hookova zákona je podmaněna lineární závislostí napětí (zatížení) na poměrném prodloužení. Podle měření je tato závislost v oblasti praktických zatížení téměř lineární. Z obrázku 21 je patrné, že v rozsahu zatížení pásu  $(0,5 - 1,5) \cdot T_1$ , kde  $T_1$

je největší dovolená tahová síla v pásu, může být křivka grafické závislosti s vyhovující přesností nahrazena přímkou.

(9)



Obrázek 21 - Závislost napětí na prodloužení (9)

#### Rozdělení napínacích zařízení:

1. Tuhá (šrouby, napínáky, kladkostroje)
2. S konstantní napínací silou vyvozenou závažím
3. S napínací silou regulovanou ručně nebo automaticky (pneumaticky, elektronicky, elektrohydraulicky)

(4)

- Tuhá napínací zařízení

Použití u dopravníků s pásy, která mají vložky z ocelových lan. Dopravníky s tímto typem napínacího zařízení nepřesahují většinou délku 30 m. Napínání obvykle probíhá přes vratný buben. Je důležité dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k šikmému postavení bubnu vůči podélné ose dopravníku. Toto zešikmení by mělo za následek jednostranné vytahování pásu.

- S konstantní napínací silou vyvozenou závažím

Napínání pomocí závaží zaručuje stálou napínací sílu bez ohledu na okamžité protažení pásu. Nejvýhodnější je napínat pás v místě nejmenšího tahu, protože závaží bude mít nejmenší velikost. Toto napínací zařízení používáme u dopravníků, které přepravují materiál na velké vzdálenosti.

- Pneumatické napínací zařízení

V tomto provedení je pneumatický válec připevněn na přestavitelném rámu. Samotný napínací vozík je spojen s pístnicí. Podle potřebné napínací síly volíme velikost pneumatického válce, nebo počet těchto válců. Během rozběhu je možné vymezit za pomoci pneumatického válce pružné protažení pásu. Trvalá prodloužení se řeší přenastavením samotného rámu. V počátečních fázích po zapnutí motoru se do pneumatických válců přivádí maximální tlak, který zapříčiní velké vypětí pásu. K nastavení provozních hodnot napínacích sil dojde za pomoci redukčního ventilu. Tomuto ventilu dá pokyn časový spínač ihned po ukončení rozběhu motoru. Můžeme regulovat napínací síly i v závislosti na zatížení. U tohoto typu jsou velkou nevýhodou velice malé možnosti posuvu.

- Elektrické napínací zařízení

Regulace napínací síly je prováděna ručně, nebo automaticky. Samotná napínací síla je vyvolána elektrickým navijákem (vrátkem). Při ručním nastavování napínací síly se provádí kontrola měřícím přístrojem. Výhodou je zde možnost velkého posuvu napínacích bubnů.

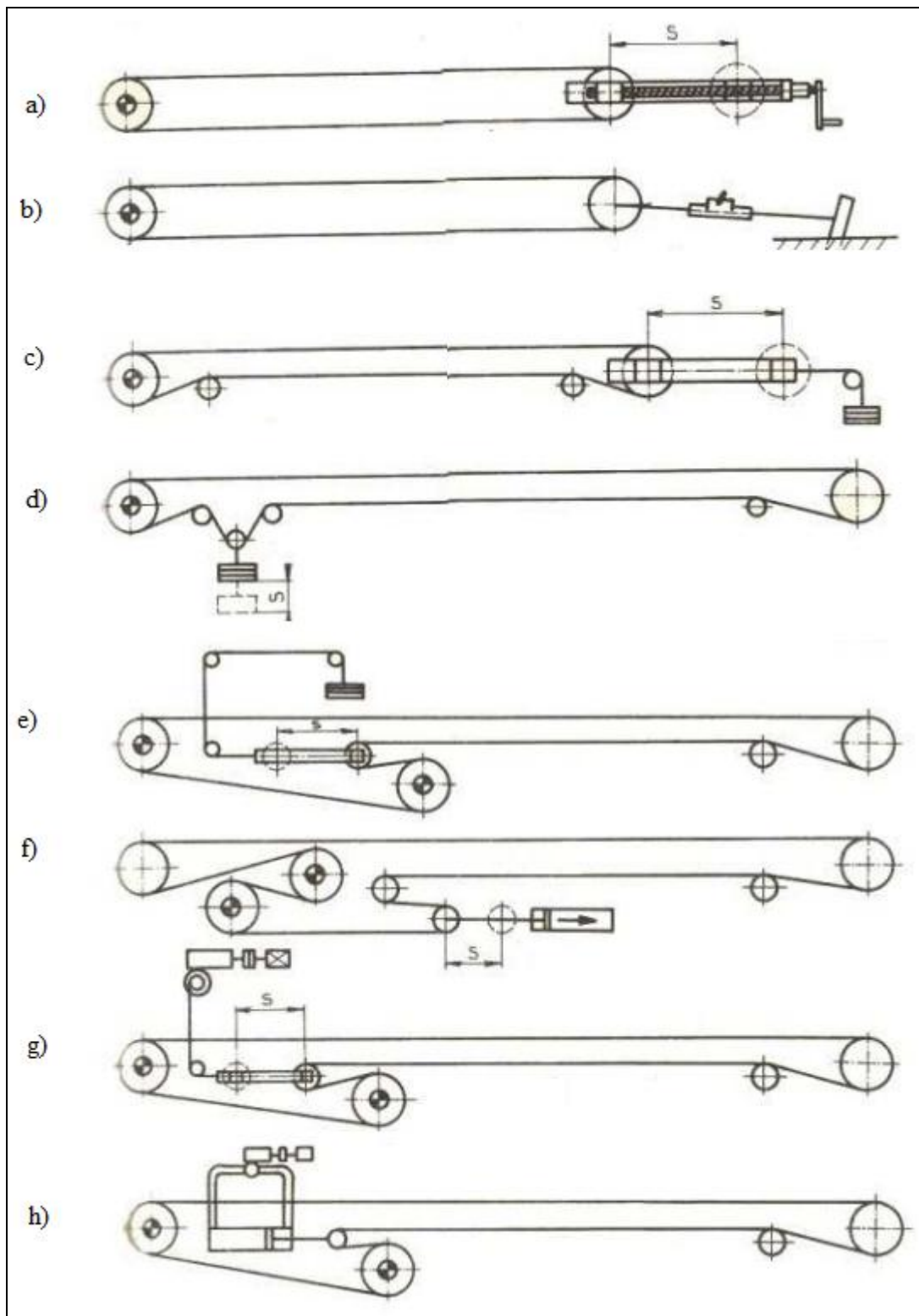


- Elektrohydraulické napínací zařízení

Nespornou výhodou tohoto napínacího zařízení je nastavení správné napínací síly při rozběhu i při běžném provozu. Napínací síla vzniká v hydraulickém válci. Tento válec může mít při správném použití kladkového převodu velice krátký. Po zapnutí motoru čerpadla dojde k navýšení tlaku oleje ve válci, který napne pás asi na 1.5 násobku provozní hodnoty. Až v tuto chvíli se dávají do pohybu poháněcí motory, které uvedou pás do požadované rychlosti. Následně se pak tlak ve válci sníží a dojde k provoznímu napětí pásu.

Jednotlivé druhy napínacích ústrojí pásových dopravníků jsou schematicky uvedeny na obrázku 22.

(4)



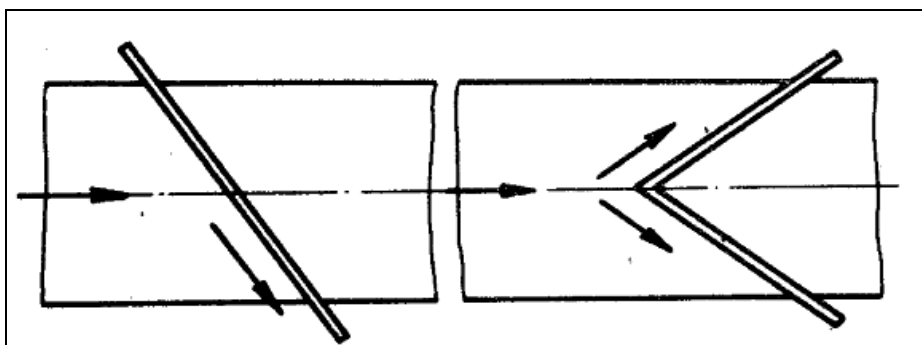
Obrázek 22 - Napínací ústrojí pásových dopravníků (4)

a) tuhá šroubem, b) tuhá ruční kladkostrojem, c) závažím na vratném bubnu, d) závažím smyčkou, e) závažím při dvoububnovém pohonu, f) pneumaticky, g) elektricky, h) elektrohydraulicky

## Prostředky k odvádění materiálu z pásu

Nejčastějším způsobem odstraňování materiálu z pásu je přepad přes koncový buben. Je-li třeba odebírat materiál z dopravníku mezi bubny, používá se zpravidla jedno nebo oboustranného shrnovače (Obrázek 23). Shrnovače je možno použít i u korýtkových pásů, v místě odvádění materiálu musí však být korýtkové nosné stolice nahrazeny stolicemi rovnými.

(9)



Obrázek 23 - Shrnovače (9)

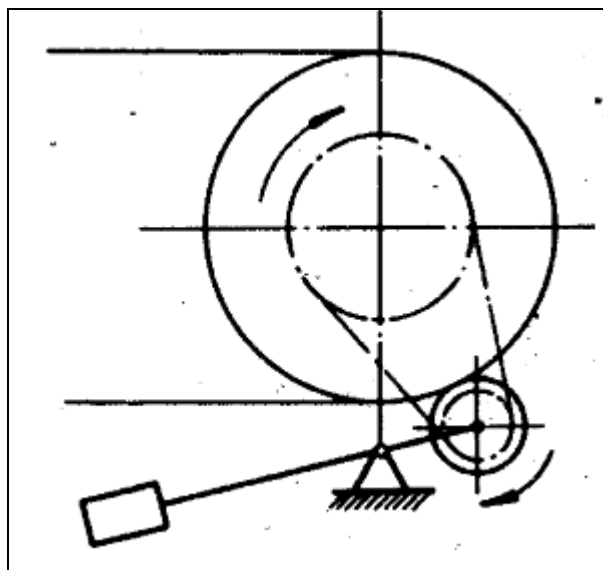
## Čističe pásu

Doprovázaný materiál pás znečišťuje, zejména jedná-li se o dopravu materiálu, vlhkého a lepkavého. V dolní větvi běží znečištěná strana pásu po nosných válečkách, čímž jednak nerůstají odpory, jednak se zvětšuje opotřebení pásu i válečků. Čističe mají za úkol nalepený materiál setřít a umisťují se proto na začátku dolní větve pásu.

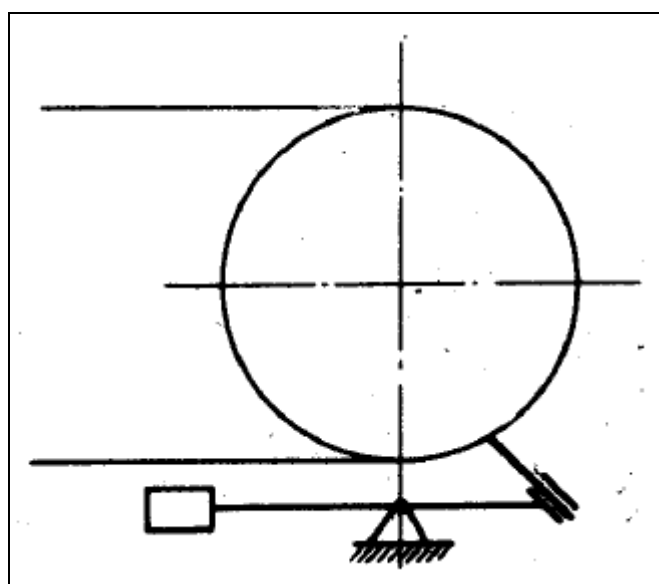
Nejjednodušším typem čističe je čistič z měkké gumy, tvořený nejčastěji odřezkem z pásu, přitlačovaný závažím k hnacímu bubnu (Obrázek 24).

U rotačního čističe (Obrázek 25) jsou vlastním čistícím orgánem buď plocháče zkroužené do šroubovice nebo válcové kartáče. Pohon je uskutečněn klínovým řemenem od hřídele hnacího bubnu. Obvodová rychlost otáčení je 4 až 5 m/s pro suchý materiál a 6 až 7 m/s pro materiál vlhký.

(9)



Obrázek 24 - Přítlačný čistič (9)



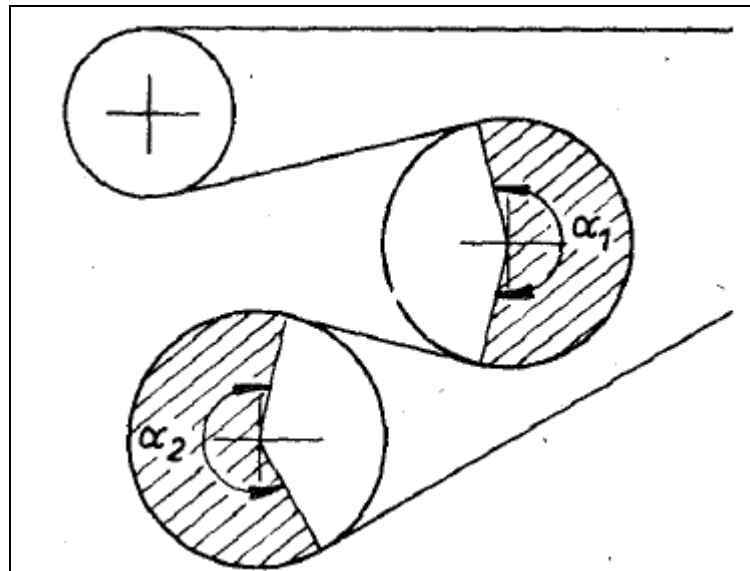
Obrázek 25 - Rotační čistič (9)

### Dvoububnový pohon

U dlouhých pásových dopravníků nevystačíme s jedním hnacím bubnem vzhledem k omezené velikosti úhlu opásání. V takovém případě používáme dvoububnového pohonu, jehož uspořádání může být např. s oběma hnacími bubny v jedné stanici (Obrázek 26).

Celkový úhel opásání bývá až  $450^\circ$ . Výkon, potřebný k pohonu, se rozdělí na oba hnací bubny.

(9)



Obrázek 26 - Dvoububnový pohon (9)

### 1.3.1.2. Dopravníky s ocelovým pásem

Konstrukce je podobná konstrukci dopravníku s gumovým pásem, existují však odchylky v řešení některých komponent, vzhledem k odlišným vlastnostem ocelového pásu.

Ocelový pás se vyrábí v poslední fázi válcováním za studena buď z uhlíkové, nebo legované oceli. Výrobní tloušťky jsou v rozmezí 0,4 až 1,6 mm. Uhlíková ocel se používá do provozní teploty  $150^\circ$  (při pozvolném ohřevu až  $400^\circ\text{C}$ ), legované oceli při pomalém ohřevu až do  $800^\circ\text{C}$ . Spojování ocelových pásů se provádí nýtováním za studena nýty s oboustranně zapuštěnou hlavou přeplátováním nebo se spodním stykovým pásem, aby styk nevadil při stírání materiálu. Podélné spojování za účelem dosažení větší šířky pásu než je maximální výrobní šířka se provádí rovněž nýtováním za studena pomocí stykových pásů, u pásů z nerez oceli též bodovým svařováním. Pás je podpírán v nosné stolici buď kladkami (rovný pás) nebo šroubovitou pružinou (pás korýtkový). mm 1,6 až  $400^\circ\text{C}$   $^\circ\text{C}$   $800^\circ\text{C}$

Rychlost pásu se volí níže než u dopravníků s gumovým pásem se zřetelem na únavu materiálu. Ocelový pás z uhlíkové oceli snese přibližně při průměru bubnu  $D$  k tloušťce pásu  $s$ ,  $D / s = 1000$ . Rozsah rychlosti 0,5 až 2 m.s<sup>-1</sup>.

(9)

Dopravní délky jsou menší než při použití gumového pásu, neboť s rostoucí délkou roste i odpor proti pohybu a tahová síla v pásu. K tahovému napětí se v místech přechodu pásu přes bubny přidává napětí ohybové, které je přímo úměrné poměru  $s / D$  a dosahuje značných hodnot.

(9)

### 1.3.2. Článekové dopravníky

Tažným elementem u článekových dopravníků jsou dva řetězy (výjimečně pouze jeden řetěz), k jejichž článkům jsou připevněny nosné orgány vytvořené ve tvaru korýtek, desek, žlabů apod. Řetězy jsou vedeny jednak přes hnací řetězové kladky, jednak přes řetězky napínacího ústrojí. Pohon je nucený záběrem zubů hnacích řetězů s čepy řetězu.

Řetězy s nosnými orgány jsou podepřeny mezi hnacími a napínacími řetězky buď pevným vedením (kluzné uložení) nebo podpěrnými kladkami (valivé uložení), jejichž osy jsou uloženy v rámu dopravníku. Při použití kladkových řetězů jsou tyto podepřeny vodícími kolejkami, po nichž se kladky odvalují.

Článekové dopravníky se používají pro dopravu těžkých a abrazivních materiálů v průmyslu stavebních hmot, dolech, hutích, energetických zařízeních atd. Mohou dopravovat materiál do provozní teploty 200°C. Jsou určeny pro střední a velká dopravní množství (50 až 1000 t . h<sup>-1</sup>) při dopravních vzdálenostech do 100 m.

(9)

Článekové dopravníky s pásy z plochých článků a s články s postranicemi dovolují dopravu do maximálního sklonu 20°. Dopravníky s články, které mají příčná žebra, nebo s články komorovými je možno použít do sklonu až 60° i více.

(4)

## **Článekové dopravníky rozdělujeme podle**

### 1. Způsobu vedení článekového pásu

- a) S pojízdnými kladkami
- b) S pevnými kladkami
- c) S kluzným vedením pásu

### 2. Velikosti článků

- a) Krátkočlánekové
- b) Dlouhočlánekové

### 3. Tvaru článků

- a) Laťkové
- b) S plochými články
- c) S postranicemi
- d) S komorovými články (kabelkové)

(4)

## **Řetězy článekových dopravníků**

### a) Gallovy řetězy

Mají ploché lamely (spony) z oceli 11 523 jsou spojeny čepy z materiálu 12 061. Čepy jsou zajištěny proti vypadnutí rozklepáním konců, příložkou, pojistným kroužkem nebo jiným způsobem.

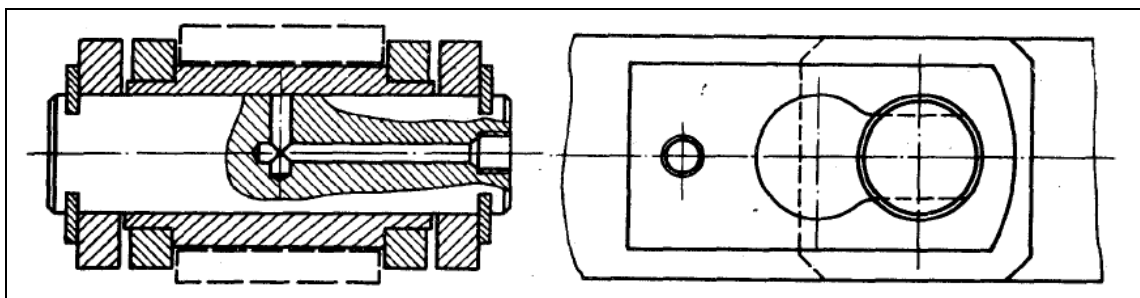
Gallovy řetězy mají řadu nevýhod, mezi něž patří v první řadě značné opotřebení čepů lamel v důsledku malé stykové plochy (velký měrný tlak) a faktu, že tato plocha není mazána. Nesnesou namáhání na ohyb (od příčných sil), vytahují se, mají velkou hmotnost a mohou být použity jen do určité rychlosti. Na druhé straně je jejich předností velká ohebnost, takže mohou být použity i při malém počtu zubů řetězových kladek.

(9)

b) Pouzdrové řetězy (Obrázek 27)

Vnitřní lamely pouzdrových řetězů jsou nalisovány na pouzdro, otočně uložené na čepu o konstantním průměru na celé délce. Styková plocha je mnohem větší než u Gallova řetězu, navíc je mazána, takže opotřebení pouzdra i čepu jsou malá. Proti vypadnutí je čep zajištěn příložkami. Při montáži řetězu se příložky nasadí na čep kruhovou částí výřezu, posunou tak, že zapadnou do tangenciálních drážek v čepu a zajistí se šrouby k vnějším lamelám.

(9)



Obrázek 27 - Pouzdrový řetěz (9)

c) Válečkové řetězy

Jsou v podstatě řetězy pouzdrovými s kalenými válečky z uhlíkové oceli 12061, navlečenými přes pouzdra (naznačeno čárkovaně na obrázku 27). Válečkové řetězy snesou větší rychlost.

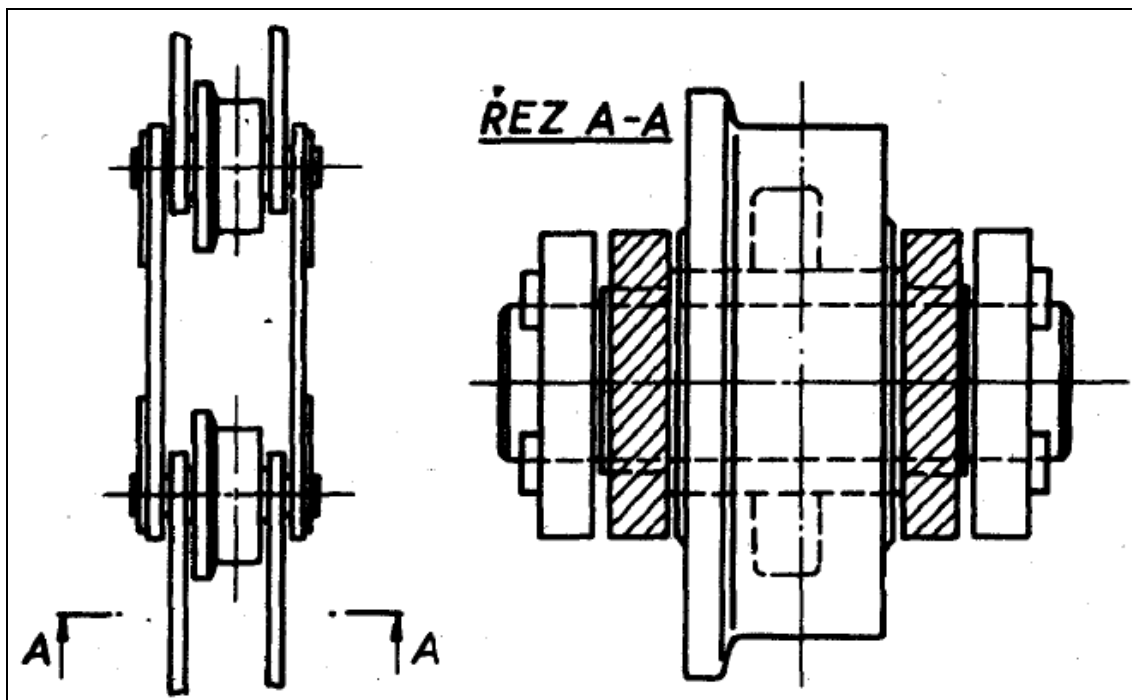
(9)

d) Kladkové řetězy

Jsou v podstatě opět řetězy pouzdrovými. Přes pouzdra mají navlečeny kladky zpravidla ze šedé litiny. Kladky mohou být vybaveny nákolky pro příčné vedení řetězu (Obrázek 28).

(9)





Obrázek 28 - Kladkový řetěz (9)

### 1.3.3. Dopravní skluzy

Slouží k dopravě sypkých i kusových materiálů. Nemají pohon, a proto využívají k dopravě materiálu gravitační sílu. Dráha materiálu může být přímá, a nebo má tvar šroubovice. Důležitý je správný sklon skluzu. Při malém sklonu má dopravovaný materiál malou rychlost a může dojít k jeho zastavení. Při velkém sklonu se materiál pohybuje velkou rychlostí což má za následek celou řadu negativních vlastností (opotřebení skluzu, opotřebení materiálu, prašnost). Skluzy se dají také využít pro krátkodobé skladování materiálu, který se hromadí ve skluzu po zastavení odběru materiálu. Materiál se dá do pohybu ihned po obnovení odběru.

K výhodám skluzu patří, že nemají žádné pohyblivé díly ani poháněcí ústrojí. Jsou minimálně náročné na údržbu a nejsou poruchové. Skluzy jsou vyrobeny z plastů, ocelových plechů, nebo betonu.

Šroubovicové skluzy umožňují překonat velké výškové rozdíly při minimální půdorysné ploše skluzu.

(4)

### 1.3.4. Žlabové dopravníky

Používají se pro dopravu rozmanitých materiálů od sypkých hmot přes třísky, uhlí až po kusový materiál. Dopravní prostředek tvoří unášecí nebo hřebel vlečená oběžným řetězem, nebo nesená tyčí s postupně vratným přímočarým pohybem. Unášecí nebo hřebel přepravují materiál v otevřeném žlabu hnutím nebo vlečením.

(4)

Rozdělení podle pohybu unášecích prvků

#### a) Trkací

Hlavní součástí je tyč nesoucí unášecí nebo výkyvná hřebel. Postupně vratným přímočarým pohybem tyče ve žlabu je dopravovaný materiál posouván unášecí nebo hřebel ve směru dopravy. Trojúhelníkový tvar unášecí nebo výkyvné uložení hřebel umožní zpětný pohyb tyče, aniž by materiál strhával zpět. Vracení materiálu brání také žebra ve stěnách žlabu. Žlab je nejčastěji zhotoven z ocelových plechů tloušťky 5 až 7 mm. Dno a šikmé steny zesíleny vyměnitelnými plechy o tloušťce 6 až 10 mm. Dopravní trasa může být jen přímá. Další parametry trkacího dopravníku jsou uvedeny v tabulce 11.

**Tabulka 11 – Hodnoty trkacího dopravníku (4)**

Zdvih tyče [m]	1,5
Rychlost vpřed [m.s-1]	0,16
Zpětná rychlost [m.s-1]	0,1
Dopravované množství [t.h-1]	10
Dopravní vzdálenost [m]	20 až 200

#### b) S obíhajícími unášecími prvky

Žlabových dopravníků s unášecí se používá pro dopravu kusového materiálu v řadě odvětví. Unášecí mají různý tvar a jsou nejčastěji zhotoveny jako speciální spona oběžného řetězu

(4)

### 1.3.5. Lanové dráhy

Lanové dráhy dopravují materiál ve vozících, které jsou taženy ocelovým lanem. Podle pohybu vozíku rozdělujeme lanovky na pozemní (pohyb po zemi po kolejích) nebo visuté (pohyb nad zemí po napnutém laně). Visutých lanových drah se používá k dopravě osob i materiálu na větší vzdálenosti nebo v neprůchodném terénu. Členitost terénu nemá vliv na funkci lanovky. Prostor pod lanovkou můžeme využít k jiným účelům.

Rozdělení visutých lanovek:

a) podle účelu

- osobní
- nákladní

b) podle provedení

- dvoulanové (jedno lano nosné a druhé tažné)
- jednolanové (má funkci nosného i tažného lana)

c) podle směru pohybu

- oběžné
- kyvadlové

(4)

## 2. Stanovení parametrů pro výběr vhodných dopravníků pro realizaci dopravy minerálních surovin pro stavební práce

### 2.1. Základní parametry pro určení vhodného dopravníku

1) Dopravní výkonnost [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ], [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ], [ $\text{ks} \cdot \text{h}^{-1}$ ]

- Je to objem materiálu, nebo hmotnost materiálu přepravená za jednotku času. Podle sledovaného účelu používáme také k hodnocení výkonnosti počet kusů přepravených za jednotku času.

- 2) Dopravní výška [m]
  - Je to vertikální (svislá) vzdálenost, kterou musí materiál překonat při přepravě z bodu nakládky do bodu vyložení. V některé literatuře se můžeme setkat s označením „výškový metr“.
- 3) Dopravní délka [m]
  - Je to horizontální (vodorovná) vzdálenost, kterou musí materiál překonat při přepravě z bodu nakládky do bodu vyložení.
- 4) Dopravovaný materiál
  - Důležité jsou zejména jeho vlastnosti (rozměry, hmotnost, sypný úhel, ale i jeho struktura či teplota přepravovaného nákladu).
- 5) Rychlost pohybu [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
- 6) Součinitel plnění pracovního adaptéru dopravníku
  - U většiny dopravníků není možné využít celý průřez dopravního pásu nebo žlabu, proto je vhodné součinitelem výkonnost upravit (součinitel plnění se pohybuje v rozsahu 0,6 – 0,8).

(1), (4),(7)

## 2.2. Parametry pro volbu dopravníku z pohledu zákazníka

Pro zákazníky hraje významnou roli udržitelnost, chcete-li životnost. Tento faktor výrazně ovlivňuje dlouhodobý provoz zařízení. Pro zákazníky je však neméně důležitá i cena. V této fázi tedy můžeme analyzovat zákaznické preference. Závěrem lze říci, že zákazníci mají zájem o koupi dopravníku s vysokou životností za rozumnou cenu. Společně s cenou má nejdůležitější postavení i adaptabilita řešení a dodavatele, což je pochopitelné již z různorodosti jednotlivých oblastí užití, kdy pro každý provoz je takřka vždy potřeba upravené řešení. Poněkud menší důležitost v preferencích respondentů hrají doprovodné služby poskytované dodavatelem, například v oblasti údržby.

Další důležitá kritéria jsou energetická účinnost, všestrannost či hladina hluku a vibrací.

(7)

## 2.3. Specifické parametry pro jednotlivé druhy dopravníků

### 2.3.1. Vibrační dopravník

- a) Dopravní výkonost [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ]
- b) Dopravní délka [m]
- c) Sklon [ $^\circ$ ]
- d) Frekvence [Hz]
- e) Amplituda [mm]
- f) Součinitel celkového odporu

### 2.3.2. Šnekový dopravník

- a) Průměr šnekovnice
- b) Stoupání šnekovnice
- c) Příkon dopravníku
- d) Axiální síla

### 2.3.3. Redlery

- a) Největší výška unášené vrstvy
  - Závisí na šířce žlabu [m], součiniteli vnitřního tření materiálu [I], sypném úhlu [rad], součiniteli tření mezi materiálem a stěnami žlabu [I]
- b) Sklon [ $^\circ$ ]
- c) Pracovní rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- d) Dopravní výška [m] (omezena dovoleným zatížením motoru)

### 2.3.4. Korečkové elevátory

- a) Profil korečků
- b) Druh elevátoru (odstředivý, gravitační normální nebo pomaloběžný)
- c) Uspořádání korečků na páse (přetržitě, nepřetržitě)
- d) Tažný prostředek (pás, řetěz)
- e) Způsob plnění (hrabací, smíšený, násypný)
- f) Tvar dráhy pásu (svislá, skloněná, lomená)
- g) Součinitel plnění [I]

### **2.3.5. Dopravní skluzy**

- a) Sklon [°]
- b) Vstupní rychlost materiálu [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- c) Výstupní rychlost materiálu [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- d) Dopravní výška [m]
- e) Dopravní vzdálenost [m]
- f) Součinitel tření mezi materiálem a skluzem [1]

### **2.3.6. Žlabové dopravníky**

- a) Dopravní rychlost
- b) Šířka žlabu
- c) Výška žlabu
- d) Sklon

### **2.3.7. Pásové dopravníky**

- a) Šířka pásu [mm]
- b) Tloušťka pásu [mm]
- c) Sklon [°]
- d) Dopravní rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- e) Přepavní délka [m]

### **2.3.8. Článekové dopravníky**

- a) Typ transportního řetězu
- b) Hmotnost transportního řetězu
- c) Druh článků
- d) Sklon [°]

### **2.3.9. Lanové dráhy**

- a) Jmenovitá rychlost vozíku
- b) Časový interval mezi vozíky
- c) Vzdálenost mezi vozíky, celkový počet vozíků
- d) Typy nosných a tažných lan
- e) Typy vozíků

### 3 Faktory, které ovlivňují používání dopravníků

Nejdůležitější vlastností při používání dopravníků je jejich správná a bezproblémová funkce. Faktorů, které mohou zapříčinit nesprávnou funkci dopravníků a následné vyřazení z provozu je velké množství. V následujícím rozdělení jsou uvedeny nejdůležitější z těchto faktorů.

#### 3.1. Rozdělení faktorů

- a) Technické možnosti manipulačního zařízení v závislosti na terénních podmínkách
- Půdní podloží  
Je důležité pro ukotvení stacionárních dopravních zařízení. Zejména při masivních konstrukcích velké hmotnosti by mohlo dojít k narušení stability dopravníku a k následné poruše, nebo zřícení celé konstrukce
  - Únosnost půdy  
Tvoří nepříznivé pracovní podmínky zejména při manipulaci a správné instalaci pojízdných dopravníků. Zlepšení únosnosti půdy můžeme dosáhnout pravidelným utužováním svrchní půdní vrstvy.
  - Svah  
Brání snadné manipulaci s pojízdnými dopravníky. Komplikuje konstrukci a správné fungování stacionárních dopravníků. Je zde nutnost překonat určitou dopravní výšku. Této dopravní výšce se musí přizpůsobit konstrukce dopravníku.
- b) Konstrukce manipulačního zařízení
- zachování technických požadavků, na které byl dopravník konstruován
  - parametry ovlivňující výkonnost:
    - a) rychlost pohybu ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),
    - b) plocha skutečného průřezu materiálu na pracovním adaptéru dopravníku ( $\text{m}^2$ ),
    - c) objemová hmotnost dopravovaného materiálu ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ),
    - d) součinitel plnění pracovního adaptéru dopravníku (0,6 – 0,8).

(1)

c) Vlastnosti manipulovaného materiálu

- Fyzikální vlastnosti

Tyto vlastnosti charakterizují horninu buď trvale (měrná hmotnost) nebo vyjadřují okamžitý stav, který se může vlivem vnějšího prostředí měnit (vlhkost, objemová hmotnost).

Fyzikálními (popisnými) vlastnostmi se rozumí takové vlastnosti, které popisují hmotu materiálu ve vztahu k objemu, vztah mezi fázemi horniny nebo si všímají důsledků vzájemného působení těchto fází. Do fyzikálních vlastností můžeme dále zařadit granulometrické složení (zrnitost), pórovitost, propustnost, vzlínavost, měrná hmotnost, objemová hmotnost, vlhkost, konzistence, rozpustnost.

- Mechanické vlastnosti

K mechanickým vlastnostem patří vlastnosti, k jejichž zjištění je třeba vyvodit sílu, jejíž účinek na přetvárné charakteristiky materiálů se vyžaduje. Mechanické vlastnosti podstatně ovlivňují průběh rozpojovacího procesu a spotřebu energie (požadavek na výkon motoru stroje). Řadíme sem kypřitelnost, smykovou pevnost, tření horniny o ocel.

- Technologické vlastnosti

Technologické vlastnosti hornin mají vztah především k provádění zemních a podzemních staveb. Patří sem akustická impedance, mrazuvzdornost, sklon horniny.

(2)

d) Konstrukce odvozního zařízení

- Ložná plocha

Dostatečně velká ložná plocha při naskladňování materiálu na hromady umožní pracovat dopravníkům nepřetržitě. Nevzniká zde potřeba manipulace se samotným dopravníkem, protože nedojde k naplnění kapacity ložné plochy. Dosáhneme tím zvýšení výkonnosti.

- Objem násypky

Objem násypky by měl být takový, aby pokryl výkonnost dopravníku při maximálním množství dopravovaného materiálu. Toto platí za předpokladu, že z násypky je materiál dále odvážen cyklickými dopravními zařízeními (nákladní automobily, dampry).



- Objem korby
  - Je důležitý v případě nakládání materiálu na odvozní dopravní zařízení (nákladní automobil) samotným dopravníkem
- e) Prostředí, ve kterém je materiál manipulován a následně dopravován
  - Převážná trasa
    - Je vyznačená část v prostředí, která umožňuje bezpečný a plynulý pohyb dopravních zařízení s dopravními prostředky (s břemeny i bez nich). Konstrukce (provedení) dopravní trasy musí vyhovovat předpokládané zátěži a požadavkům na průchodnost (musí být v souladu s velikostí a hmotností) dopravních zařízení a musí splňovat požadavky na bezpečnost.
- f) Prostředí – ovlivnění manipulace aktuálním stavem místa manipulace
  - Vlivy počasí
    - Zvýšená teplota, tlak, déšť, vlhko, mráz, vítr
  - Prašnost
    - Ovlivňuje opotřebení jednotlivých částí dopravníků. Ztěžuje práci obsluhu dopravníku. Zatěžuje zdraví pracovníků, kteří se pohybují v blízkosti stroje.
  - Hlučnost
    - Zvýšené zvukové vibrace působí negativně na obsluhu stroje
- g) Volba správného pracovního adaptéru
  - Pás
  - Koreček
  - Žlab
  - Šnekovice
  - Vozík
- h) Schopnost být v technologickém uzlu s jiným zařízením
  - Je zde důležitá provázanost akcí a technologická návaznost. Což znamená, že všechny stroje používané při těžbě by měly být schopné pracovat jako jeden celek.
- i) Kvalita provedené práce

Dodržení technologie zajišťuje bezpečnost na pracovišti a plnění stanovených limitů. Menší pravděpodobnost poruchy strojů a vzniku nepředvídatelných okolností. Nedochází ke ztrátě břemen a dalších nežádoucích jevů.

j) Náklady na provedení práce

Finanční nároky, které vznikají při přepravě materiálu. Do těchto nákladů zahrnujeme platy zaměstnanců, pohonné hmoty, elektrickou energii, amortizaci strojů a další faktory.

k) Čas na provedení práce

Do tohoto času nejvýznamněji promlouvá výkonnost při nakládání. Tuto výkonnost ovlivňujeme volbou vhodného manipulačního zařízení (například čelní nakladače), vhodného odvozního zařízení (například dampry).

l) Kvalita operátora

- Školení
- Spolehlivost
- Zkušenosti
- Dostatečná praxe

## **4. Dopravní a manipulační činnosti při těžbě**

Druhy dopravních a manipulačních činností při těžbě a zpracování minerálních surovin se odvíjejí od technologie těžby a výroby kameniva.

Technologie těžby a výroby kameniva je přímo závislá na původu konkrétního kameniva.

(6), (3)

### **4.1. Rozdělení kameniva podle původu**

- a) Drcené kamenivo
- b) Těžené kamenivo
- c) Umělé kamenivo

(6)

## 4.2. Drcené kamenivo

Horniny pro výrobu drceného kameniva se těží povrchovým způsobem v kamenolomech. Hornina je od lomové stěny oddělována pomocí odstřelů (Obrázek 29). Při trhací práci není nutno, na rozdíl od těžby přírodního dekoračního kamene, brát ohled na neporušenost horniny, proto se používají brizantní trhaviny. V současné době se nejčastěji používají clonové odstřely, kdy je vrtnou soupravou (Obrázek 30) vyvrtána linie vrtů jak v hlavě stěny (záhlavní vrty), tak při patě etáže (patní vrty) a vrty jsou následně nabity trhavinou (Obrázek 31). Velké kusy horniny, které by nebylo možno následně upravit drcením, jsou zmenšovány buď sekundární trhací prací, nebo dnes častěji pomocí hydraulických kladiv. Hornina z rozvalu je poté například čelními lopatovými nakladači nebo rýpadly (Obrázek 32) naložena na přepravní zařízení a dopravena k primárnímu drtiči technologické linky. Jako přepravních zařízení se nejčastěji používá nákladních automobilů, damprů s nosností korby až 40 – 60 tun (Obrázek 32).

(6)



Obrázek 29 - Clonový odstřel (6)



**Obrázek 29 - Vrtání záhlavních vrtů (6)**



**Obrázek 30 – Nabíjení patních vrtů (6)**

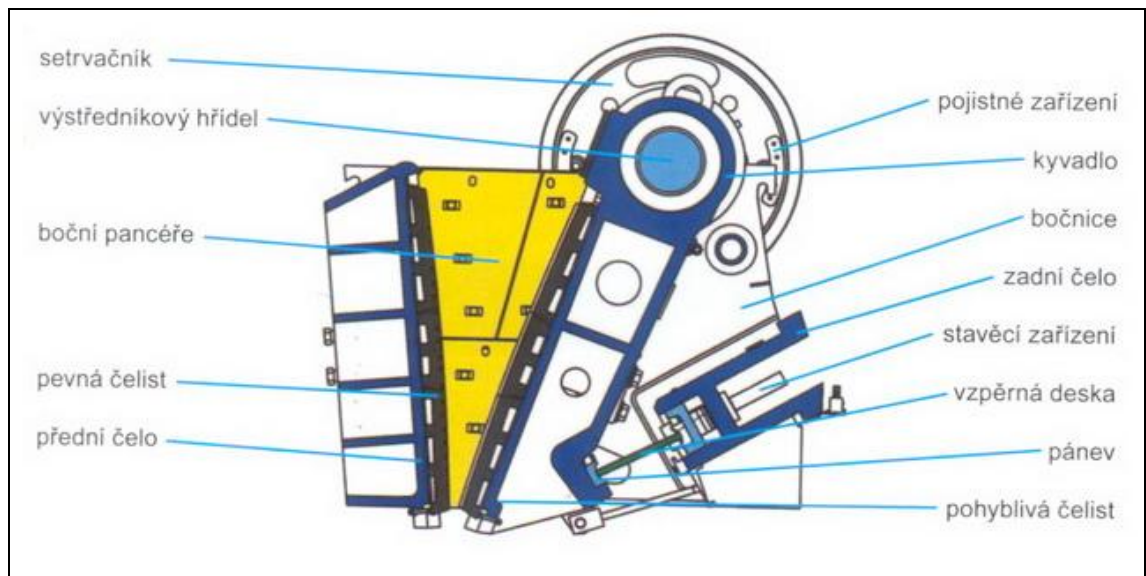


**Obrázek 31 - Nakládka rozvalu - pásové rypadlo a dampr (6)**

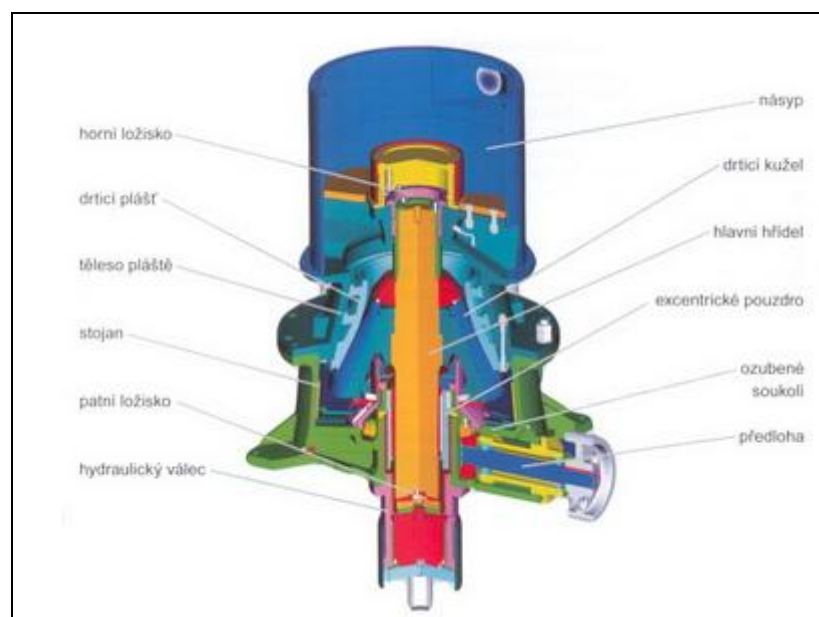
Následující technologickou operací výroby drceného kameniva je vlastní drcení. Drcení přírodních hornin probíhá zpravidla ve více stupních. Konkrétní podoba a počet stupňů drcení vychází z charakteru a vlastností zdrobňované suroviny a z požadavků na vlastnosti výsledného kameniva. Při vícestupňovém drcení jsou jednotlivé stupně osazeny následujícími typy drtičů:

- první stupeň drcení – zpravidla čelist'ové drtiče (Obrázek 33)
- vyšší stupně drcení (druhý, třetí) – zpravidla kuželové (Obrázek 34), kladivové, odrazové (Obrázek 35)

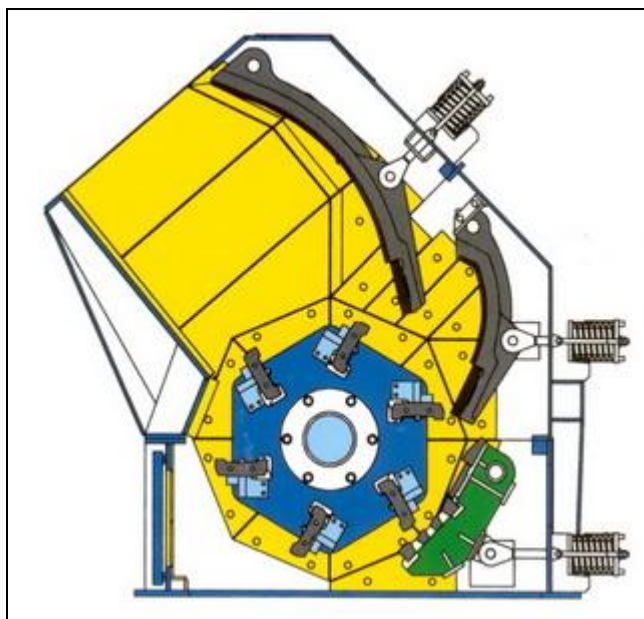
(6)



Obrázek 33 - Řez jednovzpěrným čelistovým drtičem (6)



Obrázek 32 - Řez kuželovým drtičem (6)



Obrázek 35 - Řez odrazovým drtičem (6)

**Čelist'ové drtiče** se používají pro hrubé a střední drcení tvrdých a houževnatých surovin. Materiál je drcen tlakem, zčásti též lámáním nebo roztíráním v prostoru mezi pevnou a pohyblivou čelistí drtiče, a to v průběhu pohybu pohyblivé čelisti proti čelisti pevné. V době, kdy se čelisti od sebe vzdalují, postupuje drcená hornina dolů k výpustné štěrbině. Šířka výpustné štěrbiny se může v určitém rozsahu měnit, což umožňuje získávat produkt požadované zrnitosti. Čelist'ové drtiče bývají doplněny odhliňovacími třídiči (Obrázek 36), které před primárním drcením odstraňují jemnou frakci z materiálu, čímž se dosahuje odlehčení vlastního drtiče.

**Kuželové drtiče** se používají pro hrubé, střední i jemné drcení velmi pevných a obtížně drtitelných hornin. V kuželových drtičích je materiál zdrobňován mezi otáčejícím se drtícím kuželem a nepohyblivým drtícím pláštěm.

**Kladivové a odrazové drtiče** drtí materiál prudkými údery kladiv, nebo drtících lišt a nárazy rychle se pohybujících zrn na nepohyblivé pancéřové desky. Na rozdíl od čelist'ových a kuželových drtičů, ve kterých je průběh rozpadu zdrobňovaných zrn určen jejich polohou v drtícím prostoru, drtí se v úderových drtičích zrna v místech své nejmenší soudržnosti, tj. podél štěpných ploch, různých trhlin a puklin.

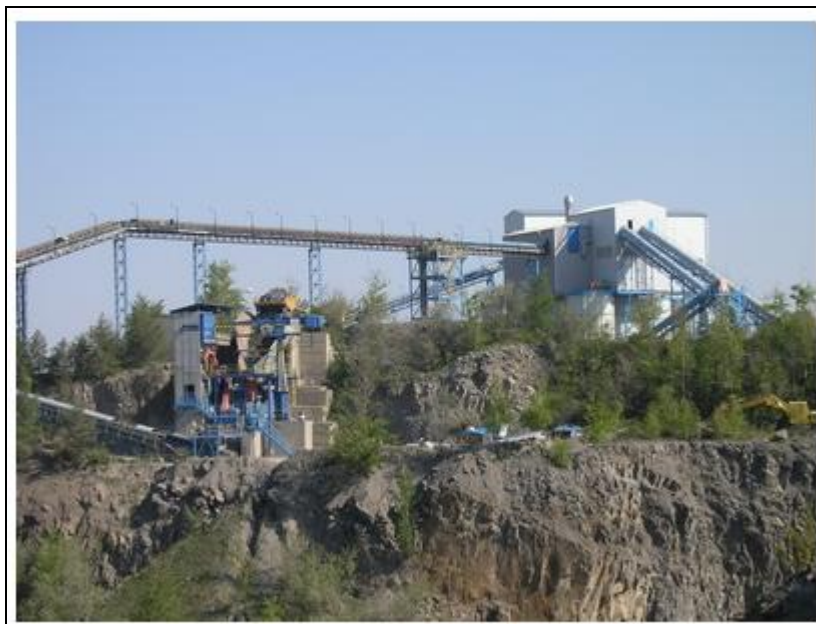
(6)



**Obrázek 36 - Čelistový drtič s odhliňovačem (6)**

Podrcené kamenivo je následně tříděno pomocí vibračních síťových třídíků na třídírnách (Obrázek 37, 38) na jednotlivé vyráběné frakce. Technologická linka se skládá z primárního čelistového drtiče, pásového dopravníku a třídírny s dalšími stupni drcení.

(6)



**Obrázek 37 - Celkový pohled na technologickou linku drcení a třídění kameniv (6)**





Obrázek 33 - Panoramatický pohled na třídiřnu drceného kameniva (6)

#### 4.3. Těžené kamenivo

Technologie těžby a úpravy těženého kameniva je závislá na tom, zda-li se ložisko šterkopísků nachází pod vodní hladinou (těžba z vody) nebo nad vodní hladinou, na zemském povrchu (suchá těžba).

Pro těžbu z vody se používá plovoucích strojů - drapákových, korečkových (Obrázek 39) nebo sacích rýpadel. Vytěžený materiál je následně dopraven lodí, pásovými dopravníky nebo potrubím na břeh vodní plochy. Zde je například korečkovým elevátorem surovina dopravována na technologickou linku, kde se upravuje drcením a tříděním. Expedice materiálu je prováděna zpravidla kolovými nakladači.

(6)



Obrázek 34 - Plovoucí korečkový elevátor (6)

Je-li ložisko štěrkopísku nad hladinou vody, může se těžit přímo ze stěny rýpadlem nebo nakladačem. Vytěžený materiál je dopraven nákladními automobily na úpravárenskou linku (obrázek 40), kde dochází k roztrídění na jednotlivé vyráběné frakce kameniva.

(6)



Obrázek 40 - Třídící linka pro výrobu těženého kameniva mokrým způsobem (6)

#### 4.4. Umělé kamenivo

Základním typem hutného umělého kameniva je vysokopecní struska. Struska vzniká jako odpadní produkt v metalurgii železa. Žhavotekutá struska je od vysokých pecí dopravena speciálními železničními vozy (kolibami – Obrázek 41) na odval, kde je za současného ochlazování vodou vylita. Rychlým ochlazením vodou (Obrázek 42) vzniká granulovaná vysokopecní struska, což je latentně hydraulické pojivo s vysokým obsahem amorfního  $\text{SiO}_2$ , které se dále využívá ve stavebnictví jako příměs do cementů nebo betonů. Zbytky již částečně zatuhlé strusky, které zbyly v kolibách se po pomalém ochlazení následně drtí a třídí na struskové kamenivo (Obrázek 43).

(6)



Obrázek 41 - Vylévání žhavotekuté strusky z kolib (6)



Obrázek 42 - Rychlé chlazení tekuté strusky vodou (6)



**Obrázek 35 - Třídění struskového kameniva na jednotlivé frakce (6)**

Hlavním představitelem pórovitého umělého kameniva je Liapor (dříve Keramzit). Liapor se vyrábí tepelnou expandací cyprisových jíly. Cyprisové jíly jsou terciární (neogenní) jíly, které tvoří nadloží uhlonosných souvrství zejména v sokolovské pánvi. Své označení dostaly podle vůdčí fosilie – skořepatce rodu *Cypris angusta*. Jíly jsou dopraveny železniční přepravou na skládku (Obrázek 44), odkud jsou dopravovány na drcení a mletí (hrubá úprava). Drcení se provádí na kladivovém drtiči, zjemňování na kolovém a válcovém mlýně a homogenizace na dvouhřídlové míchače. Po hrubé úpravě, kdy má surovina asi 20 % vody, následuje odležení v odležárně (Obrázek 45). Posledním úpravárenským článkem je jemná úprava. Zde dochází, pomocí granulačních talířů a vakuových šnekových lisů s protlačovadlem k tvorbě granulí, které jsou následně vypalovány v rotační peci (Obrázek 46). K expandaci dochází při teplotě zhruba 1100 °C (Obrázek 47), kdy vznikají lehké keramické kuličky (perly). Vypálené granule jsou následně tříděny na jednotlivé frakce. Základní fyzikální vlastnosti Liaporu prezentuje tabulka 12.

(6)



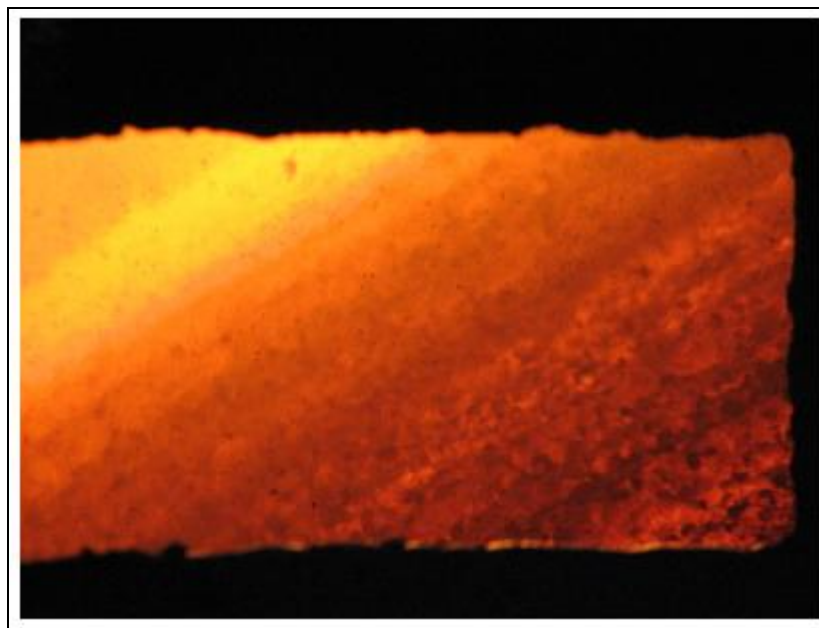
**Obrázek 36 - Venkovní halda cyprisových jíílů (6)**



**Obrázek 45 - Odležárna suroviny po hrubé úpravě (6)**



**Obrázek 46 - Rotační pec pro výpal keramického kameniva (6)**



**Obrázek 37 - Výpal Liaporu (6)**

**Tabulka 12 - Základní fyzikálně-mechanické vlastnosti jednotlivých frakcí kameniva Liapor (6)**

Označení	Frakce	Sypná hmotnost (kg.m <sup>-3</sup> )	Objemová hmotnost zrna (kg.m <sup>-3</sup> )	Pevnost při stlačení ve válci (MPa)	Součinitel tepelné vodivosti $\gamma$ (W.m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
8 - 16/275	8 - 16	275	550	0,7	0,09
8 - 16/600	8 - 16	600	1100	4,5	0,14
4 - 8/350	4 - 8	350	625	1,1	0,1
4 - 8/450	4 - 8	450	850	2	0,11
4 - 8/650	4 - 8	650	1200	7	0,14
4 - 8/800	4 - 8	800	1500	10	0,19
4 - 8/950	4 - 8	950	1825	12	0,23
1 - 4/500	0 - 4	500	875	4	0,11
1 - 4/625	0 - 4	625	1050	6	0,14
2 - 4/450	2 - 4	450	800	3	0,11
0 - 2/575	0 - 2	575	1050	6	0,12

## 5. Návrhy a zásady pro organizační začlenění moderních dopravníků

V následující kapitole jsou uvedeny předpokládané použití dopravníků v praxi a navrženy vhodné dopravníky pro přepravu odlišných materiálů o různé zrnitosti. Při výběru vhodného dopravníku budu vycházet z Granulometrického složení (zrnitosti) materiálu.

Granulometrické složení (zrnitost) patří k základní vyhodnocovací vlastnosti nesoudržných i soudržných hornin, která zpravidla rozhoduje o zařazení horniny (tabulka 13). Zrnitost hornin má přímý vliv na jejich zpracovatelnost a jejich další mechanické vlastnosti.

(2)

**Tabulka 13 - Označení zrn podle ČSN 72 1002**

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	šterk	drobný
8 - 32		střední
32 - 128		hrubý
128 - 256	kameny	
větší než: 256	balvany	

## 5.1. Vibrační dopravník

### Předpokládané využití

Vibrační dopravníky jsou určeny pro šetrnou dopravu sypkých, zrnitých a kusovitých materiálů. Princip vibrační dopravy umožňuje transport suchých, vlhkých a mokřých substrátů v širokém teplotním rozmezí. Vhodné je použití pro dopravu a vynášení materiálů z násypek a zásobníků.

(1)

**Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení vibračními dopravníky je uveden v tabulce 14.**

Tabulka 14 - Vhodné druhy materiálu (2)

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	šterk	drobný
8 - 32		střední

## 5.2. Šnekový dopravník

### Předpokládané využití

Šnekové dopravníky slouží k přepravě různých sypkých materiálů a drobných kusových směsí.

(1)

**Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení šnekovými dopravníky je uveden v tabulce 15.**



**Tabulka 15 - Vhodné druhy materiálu (2)**

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	štěrk	drobný
8 - 32		střední
32 - 60		hrubý

### 5.3. Redlery

#### Předpokládané využití

Jsou využívány pro plynulou přepravu, především práškovitých, vločkovitých, jemnozrnných materiálů. Nelze dopravovat materiály silně přilnavé, lepkavé a abrazivní.

(1)

**Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení redlery je uveden v tabulce 16.**

**Tabulka 16 - Vhodné druhy materiálu (2)**

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	štěrk	drobný
8 - 32		střední
32 - 50		hrubý

### 5.4. Korečkové elevátory

#### Předpokládané využití

Používají se ke svislé (vertikální) dopravě práškových, sypkých a zrnitých materiálů menších rozměrů směrem zdola nahoru ve stavebnictví i jiných provozech (zemědělství, dřevozpracující průmysl). Nelze dopravovat materiály silně přilnavé a lepkavé.

(1)

**Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení korečkovými elevátory je uveden v tabulce 17.**

**Tabulka 17 - Vhodné druhy materiálu (2)**

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	šterk	drobný
8 - 32		střední

### **5.5. Pásový dopravník**

#### **Předpokládané využití**

Pásové dopravníky slouží k dopravě materiálů s velmi rozdílnými fyzikálně mechanickými vlastnostmi, od jemných sypkých hmot až po jednotlivé velmi hmotné kusy. Pásové dopravníky s násypkami a příčkami jsou vhodné na přepravu různých sypkých a drobných kusových produktů do balicích strojů a dávkovačů. Na pásových dopravnících lze vykonávat pracovní operace spojené s čištěním, tříděním a separací produktů. Prostřednictvím pásových dopravníků je zajišťována překládka mezi dopravními zařízeními a mezi manipulačními a dopravními zařízeními.

(1),(8)

**Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení pásovými dopravníky je uveden v tabulce 18.**

**Tabulka 18 - Vhodné druhy materiálu (2)**

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
menší než: 0,002	jíl, slín	
0,002 - 0,063	prach	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	šterk	drobný
8 - 32		střední
32 - 128		hrubý
128 - 256	kameny	
větší než: 256	balvany	

## 5.6. Článekový dopravník

### Předpokládané využití

V průmyslu stavebních hmot a v důlním průmyslu se používají pouze článekové dopravníky pro těžká břemena.

(1)

Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení článekovými dopravníky je uveden v tabulce 19.

Tabulka 19 - Vhodné druhy materiálu (2)

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )
128 - 256	kameny
větší než: 256	balvany

## 5.7. Žlabový dopravník

### Předpokládané využití

Používá se při dopravě nejrůznějšího materiálu od sypkých hmot až po kusový materiál. Dopravní prostředek tvoří hřebľa nebo unášeče vlečená oběžným řetězem. Materiál se přepravuje hrnutím nebo vlečením. Díky specifické spotřebě energie, vysokým nárokům na pořízení a údržbu se používá se hlavně ve speciálních případech a to nejčastěji v dolech.

(1)

Návrh materiálů pro přepravu z hlediska granulometrického složení žlabovými dopravníky je uveden v tabulce 20.

Tabulka 20 - Vhodné druhy materiálu (2)

Velikost zrn ( mm )	Označení ( název )	
0,063 - 0,250	písek	jemný
0,250 - 1		střední
1 - 2		hrubý
2 - 8	šterk	drobný
8 - 32		střední
32 - 128		hrubý
128 - 256	kameny	
větší než: 256	balvany	

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo provést analýzu stacionárních dopravních zařízení v oblasti těžby minerálních surovin pro stavební práce a stanovení návrhů a zásad pro jejich optimální využití. Z informací uvedených v této práci by si měl potenciální zájemce o koupi dopravníku vytvořit rámcovou představu o tom, který typ dopravníku bude vhodné použít v jeho specifickém případě. Ovšem bližší konstrukční požadavky by měl vždy konzultovat s oslovenou firmou, která se zabývá samotnou výrobou a distribucí dopravníků. Každá firma klade různý důraz na faktory, parametry a konstrukční prvky, ze kterých vychází při návrhu specifického dopravníku. U těchto firem je běžnou praxí předložit zákazníkovi už při prvním projednávání zakázky obsáhlý dotazník, kde má podrobně specifikovat údaje podle kterých bude dopravník navržen. Tyto jsou také uvedeny v této práci.

## 7. Seznam literatury

- (1) Celjak, I.: Dopravní a manipulační zařízení, interní učební text, ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, 132 s.
- (2) Celjak, I.: Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací, interní učební text, ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2009, 131 s.
- (3) Časopis minerální suroviny č.4/2009, ISSN 1212-7248.
- (4) Dražan, F., Jeřábek, K.: Manipulace s materiálem, SNTL/ALFA, Praha, 1979, 454 s.
- (5) <http://duba-dp.cz>
- (6) <http://geologie.vsb.cz>
- (7) <http://udrzbapodniku.cz>
- (8) <http://www.amgpicha.cz>
- (9) Kašpárek, J.: Dopravní a manipulační zařízení, interní učební text, VUT FSI Brno, 126 s.
- (10) Smitka, V., Mudra, J., Král, E.: Mechanizace a provádění staveb, SNTL/ALFA, Praha, 1968, 354 s.

## 8. Seznam obrázků, tabulek

### Seznam tabulek

Tabulka 1 – Porovnání dopravníků (4) .....	6
Tabulka 2 - dosahované hodnoty pohonu (4) .....	9
Tabulka 3 - dosahované hodnoty pohonu (4) .....	10
Tabulka 4- dosahované hodnoty pohonu (4) .....	11
Tabulka 5 – Základní rozdělení materiálu (9) .....	15
Tabulka 6 – Celkové součinitele odporu (9).....	15
Tabulka 7 – Součinitele plnění a průměrů šnekovic (9) .....	16
Tabulka 8 – Parametry elevátorů (4) .....	18
Tabulka 9 - Součinitele tření (4) .....	32
Tabulka 10 - Hodnoty součinitelů pro stanovení průměru bubnu (4).....	33
Tabulka 11 – Hodnoty trkacího dopravníku (4) .....	46
Tabulka 12 - Základní fyzikálně-mechanické vlastnosti jednotlivých frakcí kameniva Liapor (6) .....	67
Tabulka 13 - Označení zrn podle ČSN 72 1002 .....	67
Tabulka 14 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	68
Tabulka 15 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	69
Tabulka 16 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	69
Tabulka 17 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	70
Tabulka 18 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	70
Tabulka 19 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	71
Tabulka 20 - Vhodné druhy materiálu (2) .....	71

### Seznam obrázků

Obrázek 1 – Uložení a pohyb žlabu (9) .....	6
Obrázek 2 – Uložení třásadel (9) .....	9
Obrázek 3 – nucený pohon (4).....	10
Obrázek 4 - Mechanický budič kmitů s neusměrněnou vibrací (4).....	10
Obrázek 5 – Mechanický budič kmitů s usměrněnou vibrací (4).....	11
Obrázek 6 – Pohon elektromagnetickým budičem (4) .....	12
Obrázek 7 – Typy šnekovic (4).....	14
Obrázek 8 – Schéma dopravníku (9) .....	17
Obrázek 9 – Profily korečků (9) .....	19
Obrázek 10 – Čelní odpojení (9).....	20
Obrázek 11 – Boční odpojení (9).....	20
Obrázek 12 – Schéma vyprazdňování korečku (9).....	21
Obrázek 13– Určení rozteče korečků (9).....	23
Obrázek 14 - Schéma pásového dopravníku (9).....	26
Obrázek 15 - Řez dopravním pásem (9) .....	27
Obrázek 16 - Řez pásy pro dopravníky (4).....	28
Obrázek 17 - Stolice se třemi válečky (9).....	29
Obrázek 18 - Girlandová stolice (9) .....	30

Obrázek 19 - Uložení válečků (9).....	31
Obrázek 20 - Schéma elektromotoru s převodovou skříní (9).....	33
Obrázek 21 - Závislost napětí na prodloužení (9).....	35
Obrázek 22 - Napínací ústrojí pásových dopravníků (4).....	38
Obrázek 23 - Shrnovače (9).....	39
Obrázek 24 - Přítlačný čistič (9).....	40
Obrázek 25 - Rotační čistič (9).....	40
Obrázek 26 - Dvoububnový pohon (9).....	41
Obrázek 27 - Pouzdrový řetěz (9).....	44
Obrázek 28 - Kladkový řetěz (9).....	45
Obrázek 30 - Vrtání záhlavních vrtů (6).....	56
Obrázek 31 - Nabíjení patních vrtů (6).....	56
Obrázek 32 - Nakládka rozvalu - pásové rypadlo a dampr (6).....	57
Obrázek 34 - Řez kuželovým drtičem (6).....	58
Obrázek 38 - Panoramatický pohled na třídiřnu drceného kameniva (6).....	61
Obrázek 39 - Plovoucí korečkový elevátor (6).....	61
Obrázek 43 - Třídění struskového kameniva na jednotlivé frakce (6).....	64
Obrázek 44 - Venkovní halda cyprisových jílu (6).....	65
Obrázek 47 - Výpal Liaporu (6).....	66