

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza dopravníků pro dopravu sypkých materiálů ve vybraných oborech

Vypracoval: Milan Krupica

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Milan KRUPICA
Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky
Název tématu: Analýza dopravníků pro dopravu sypkých materiálů ve vybraných oborech.
Zadávací katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Cílem práce je provést analýzu moderních dopravníků pro dopravu sypkých hmot ve vybraných oborech a stanovení návrhů a zásad pro jejich optimální využití.

Metodický postup:

1. Analýza sypkých hmot ve vybraných oborech;
2. Analýza technických a konstrukčních dat moderních dopravníků pro dopravu sypkých hmot nabízených na trhu v současné době;
3. Stanovení parametrů pro výběr vhodných dopravníků pro realizaci dopravy sypkých hmot;
4. Určení faktorů, které ovlivňují používání dopravníků na základě sběru dat;
5. Na základě sběru dat a provedených analýz stanovit návrhy a zásady pro organizační začlenění moderních dopravníků ve vybraných oborech.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Celjak, I: Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací, ZF České Budějovice, 2009, 133 s.;

Dražan, F., Jeřábek, K.: Manipulace s materiálem, SNTL/ALFA, Praha, 1979, 454 s.;

KiC, P.: Dopravní a manipulační stroje I., Základy logistiky, Praha, Česká zemědělská univerzita, 2008. 44 s.;

Syrový, O. a kol.: Doprava a manipulace v zemědělství, Profi Press, 2008, 248 s.;

Syrový, O. a kol.: Racionalizace manipulace s materiálem v zemědělství, SZN, Praha, 1983, 426 s.;

Velebil, M. a kol.: Doprava a manipulace s materiálem v zemědělství, SZN, Praha, 1978, 329 s.;

Firemní literatura, katalogy firem.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 18. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2011


prof. Ing. Miroslav Šoch, CSc.
děkan

JHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 2. března 2010

Abstrakt

Předmětem této práce je vytvoření přehledu současných dopravníků na trhu. Zároveň by měla pomoci při výběru transportního zařízení na sypký materiál v daném odvětví. Dále práce uvádí některá omezení pro určité druhy dopravníků.

Abstract

This thesis is a summary of current conveyors on the market. It should help in selecting transport facilities for bulk material in the industry. Work also indicates some limitations for certain types of conveyors.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Analýza dopravníků pro dopravu sypkých materiálů ve vybraných oborech vypracoval samostatně na základě poznatků, zkušenosti a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 15.4.2011

Milan Krupica

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Ivu Celjakovi, Csc., za odborné vedení, rady a připomínky, které mi poskytl při jejím vypracování

Obsah

0. Úvod	7
1. Analýza sypkých hmot ve vybraných oblastech- stavebnictví a zemědělství	8
1.1. Stavebnictví-kamenivo.....	8
1.2. Zemědělství	14
2. Analýza technických a konstrukčních dat moderních dopravníků pro dopravu sypkých hmot nabízených na trhu v současné době	21
2.1. Základní dělení strojů a zařízení pro manipulaci s materiálem.....	21
2.1.1. Dle dráhy, po níž se materiál pohybuje	21
2.1.2. Z hlediska časové spojitosti pracovního procesu.....	21
2.1.3. Z hlediska silového působení na manipulovaný materiál	21
2.1.4. Z hlediska manipulovaného materiálu	21
2.1.5. Základní dělení pro dané obory	22
2.2. Dopravníky s tažným elementem.....	22
2.2.1. Pásové dopravníky	22
2.2.1.1. Rozdělení dopravníků dle normy ČSN 26 0001.....	22
2.2.1.2. Dopravníky s gumovým pásem nebo pásem z PVC	23
2.2.1.3. Dopravníky s ocelovým pásem:	32
2.2.1.4. Dopravníky s modulárními pásy:	33
2.2.1.5. Článekové dopravníky:	34
2.2.1.6. Korečkové elevátory.....	36
2.2.1.7. Redlery	37
2.3. Dopravníky bez tažného elementu	39
2.3.1. Vibrační dopravníky	39
2.3.1.1. Pohyblivé dopravníkové žlaby	40
2.3.1.2. Třasadla	41
2.3.1.3. Dopravníky s mikrovřhem.....	42
2.3.2. Šnekové dopravníky	46
2.3.3. Pneumatické dopravníky.....	52
2.3.4. Válečkové a kladičkové tratě.....	55
3. Stanovení hlavních parametrů pro výběr vhodných dopravníků pro realizaci dopravy sypkých hmot.....	61
4. Určení faktorů, které ovlivňují používání dopravníků.	62
5. Návrhy pro organizační začlenění dopravníků	63
6. Závěr	69
7. Seznam použité literatury	70

0. Úvod

Již po dlouhá staletí i tisíciletí bylo potřeba přemísťovat určité druhy materiálů. S postupným vývojem lidstva začalo přeskupování materiálů nabývat na objemu. Jak vidno, tak člověk je tvor vynalézavý a postupem času začal přicházet na mechanismy, které mu usnadňují život a napomáhají urychlit a zefektivnit svou práci. Pomineme-li doby minulé a budeme se zabírat čistě jen současností, tak zjistíme, že na trhu a hlavně ve výrobě se používá řada dopravních zařízení. Jak už jsem předem uvedl přepravovaných materiálů přibývá a je nutno se s tímto faktem nějak vypořádat. Tato práce, by měla usnadnit a přinejmenším rámcově objasnit problematiku přepravy sypkých materiálů v oboru zemědělství a stavebnictví pomocí dopravníků. Na základě informací uvedených v této práci by si měl člověk méně znalý této problematiky vytvořit svůj názor na to, jaký dopravník by mu mohl být nápomocen při práci a mohl by si tak zvolit nejvhodnější typ dopravníku.

1. Analýza sypkých hmot ve vybraných oblastech- stavebnictví a zemědělství

1.1. Stavebnictví-kamenivo

Kamenivo je přírodní nebo umělý zrnitý materiál anorganického původu, který se ve stavebnictví používá k výrobě betonu, malt, při stavbě a údržbě silnic a železničního svršku, na výplně, zásypy apod. Přírodní štěrk a písek je možno získat těžbou nezpevněných mechanických usazenin, které vznikly rozpadem různých hornin a nerostů. Říční štěrk a písek se těží přímo z řek nebo ze starších říčních usazenin; je většinou čistý, bez škodlivých přímíšenin, zrna jsou oblá, zakulacená. Kopaný štěrk a písek obsahuje někdy značné množství jílu a hlíny. Štěrk a písek se od sebe liší pouze velikostí, písek je kamenivo drobné, s velikostí zrn do 4 mm, za štěrk se pokládá hrubé kamenivo se zrny většími než 4 mm.

- drobné kamenivo – maximální zrno do 4 mm,
- hrubé kamenivo – velikost zrn 4 až 125 mm,
- štěrkopísek – přírodní směs těžného drobného i hrubého kameniva,
- štěrkodeř – směs drceného drobného a hrubého kameniva,
- výsivky – odpad z výroby drceného kameniva,

Kamenivo je tříděno do frakcí. Frakcí se rozumí souhrn různě velkých zrn kameniva v rozmezí dvou kontrolních sít s čtvercovými otvory, zadržovaných dolním kontrolním sítím (s menšími oky), propadajících však horním kontrolním sítím (s většími oky). Přehled používaných frakcí kameniva je v tabulce č. 1.1.1.

..

Tabulka č. 1.1.1 používané frakce kameniva

Kamenivo	Frakce	
	úzká	široká
Drobné	0-1 2-4	0-2 0-4 1-4
Hrubé	4-6 4-8 6-8 8-11 8-16 11-16 16-22 16-32 32-63 63-90 90-125	4-11 4-16 4-22 8-22 8-32 22-63
Štěrkopísek Štěrkodrtě		0-8 0-16 0-22 0-32 0-45 0-63 0-90

Někdy nahrazujeme přírodní kamenivo kamenivem umělým. Umělé kamenivo získáme z různých odpadů nebo hornin přiměřenou úpravou. Příkladem je škvára, struska, keramická drť, keramzit, expandovaná břidlice apod.

Struska tvoří dosud největší nevyužitou rezervu jakostních hmot do betonu.

Prudkým ochlazováním žhavé tekuté strusky se získá granulát nebo zpěňováním pemza pro lehčené betony. Sypná objemová hmotnost struskové pemzy je 200 až 1 000 kg.m⁻³.

Škvára je minerální zbytek z kamenného nebo hnědého uhlí, zpevněný při spalovacím procesu. Objemová hmotnost je 400 až 1 000 kg.m⁻³.

Keramická drť se získává drcením odpadků cihlářských výrobků.

Keramzit jsou hrušky průměru 6 až 25 mm, vypálené z uhelných lupků, jemných jíílů, cihlářských hlín apod., a to zpravidla s příměsí uhlí. Keramzit má sypnou objemovou hmotnost asi 500 až 800 kg.m⁻³, podle velikosti zrn.

Expandovaná břidlice je granulovaná drť z některých druhů břidlic, které v žáru expandují. Objemová hmotnost je 900 až 1 000 kg.m⁻³, pevnost je 6 MPa.

Expandovaný perlit se vyrábí ze surového perlitu (amorfní křemičitan hlinitý sopečného původu) tepelným zpracováním při teplotě 900 až 1 200 °C. Při zahřívání dochází k expandování uvolněné vody (obsahuje 2 až 3 %) a vzniká velmi pórovitý výrobek se sypnou objemovou hmotností 60 až 200 kg.m⁻³.

Agloporit se vyrábí z létavých popílků (z elektráren a tepláren) sbalkováním za přídavku vody, popř. i plastifikátoru. Po zapálení se syrové sbalky vypalují obsahem vlastní hořlaviny (podle potřeby se přidává práškové uhlí) na slinutá, pórovitá a pevná zrna, která se buď třídí, nebo drtí a třídí. Objemová sypná hmotnost v setřeseném stavu je 700 až 940 kg.m⁻³.

S oborem Dopravní a manipulační technika se nejčastěji spojují písky a šterky, tudíž se zaměřím především na ně a jejich frakce.

Pro představu uvádím několik snímků nepoužívanějších materiálů:



Obrázek č. 1.1.1-Písek slévárenský PR 30/31bílý, frakce 0-2, použití-betony, štuky, prosyp dlažby



Obrázek č. 1.1.2-Písek maltový,
frakce 0-1, použití: maltové omítky



Obrázek č. 1.1.3-Písek tříděný zásypový, frakce 0-8,
použití: zásypy potrubí a el. vedení



Obrázek č. 1.1.4-Písek betonářský, frakce 0-4,
použití: betony a betonářské výrobky



Obrázek č. 1.1.5-Drt', frakce 2-5,
použití: podkladní vrstvy dlážděných komunikací



Obrázek č. 1.1.6-Drt', frakce 4-8,
použití: beton a podkladový materiál



Obrázek č. 1.1.7-Drt', frakce 8-16,
použití: beton a podkladový materiál



Obrázek č. 1.1.8-Drt', frakce 16-32,
použití: beton a podkladový materiál



Obrázek č. 1.1.9-Drt', frakce 32-63,
použití: podkladové vrstvy komunikací



Obrázek č. 1.1.10-Drt', frakce 0-4,
použití: podkladové vrstvy, zásypy inženýrských sítí



Obrázek č. 1.1.11-Drt', frakce: 0-32,
použití: podkladové vrstvy komunikací



Obrázek č. 1.1.12-Drt', frakce 0-63,
použití: podkladové vrstvy komunikací

1.2. Zemědělství

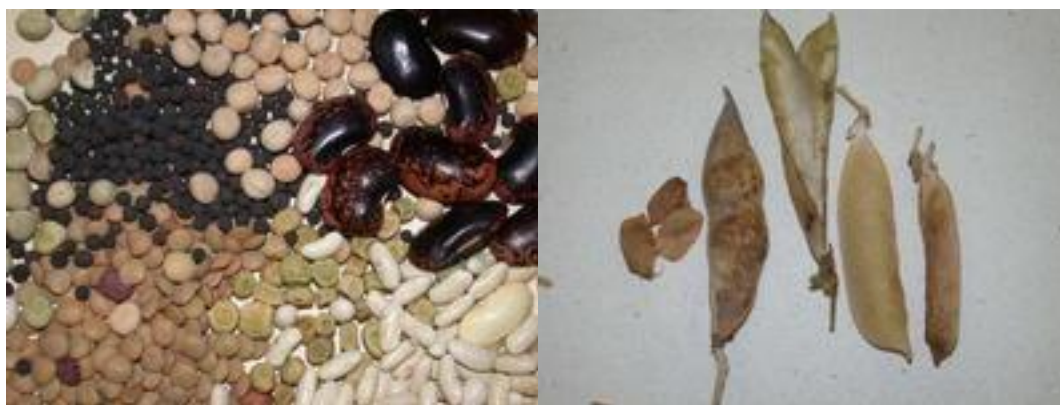
Obilniny - je to hospodářsky, zemědělsky i spotřebitelsky nejvýznamnější skupina polních plodin. Poskytují jako hlavní produkt suché plody – botanicky nazývané obilky (s průměrnou vlhkostí 13 – 15 %). Lze je dobře i dlouhodobě skladovat. Z hlediska významných látek, které obsahují, je označujeme jako glycidové (blíže specifikované jako škrobnaté) zrniny. Jejich vedlejším produktem je sláma. Patří

k nim např. pšenice, ječmen, oves, žito, žitovec, kukuřice na zrno, čirok, proso, rýže, pohanka. V poslední době i některé nově pěstované plodiny například amarant.



Obrázek č. 1.2.1- Ukázka obilnin

Luskoviny - jednoleté druhy z čeledi bobovitých, hlavním jejich produktem jsou suchá semena (s průměrnou vlhkostí asi 13 – 15%), která lze opět dlouhodobě skladovat. Tím, že obsahují relativně větší množství bílkovin, označujeme je jako bílkovinné zrniny. Vedlejším produktem jsou suché i zelené rostliny, které se využívají ke krmení. Je to např. hrách, čočka, fazol, bob koňský, vikve, lupina sója, cizrna, podzemnice olejná, kravský hrách (vigna). Významnou předností luskovin je fixace vzdušného (molekulárního) dusíku z atmosféry hlízkovými bakteriemi žijícími na jejich kořenech.



Obrázek č. 1.2.2 -ukázka luskovin

Olejnininy - produkují suchá semena (s průměrnou vlhkostí asi 10 – 13%). Lze je sice uskladňovat také poněkud déle, ale vzhledem k tomu, že hlavní zásobní látkou v semenech jsou rostlinné tuky, které se dlouhodobým skladováním mohou rozkládat, je žádoucí, aby semena byla zpracována po sklizni co nejdříve. Vedlejším jejich produktem jsou extrahované šrotky a pokrutiny, které jsou významným krmivem. V některých případech jsou olejininy pěstovány na zelenou hmotu využívanou ke krmným účelům. Náleží k nim např. řepka, hořčice, mák ,slunečnice.



Obrázek č. 1.2.3- ukázka olejinin

Předné rostliny - pěstují se hlavně pro svá sklerenchymatická vlákna, která jsou uložena ve stoncích, listech či plodech rostlin, z nichž se různými technologickými způsoby získávají, a která se pak zpracovávají v textilním průmyslu. Jejich vedlejším produktem bývají obvykle olejnatá semena, např. len , konopí , bavlník, jutovník.



Obrázek č. 1.2.4- ukázka předných rostlin

Jeteloviny - jsou největším a nejlevnějším zdrojem krmiv s vyšším obsahem stravitelných dusíkatých látek. Kromě toho fixují vzdušný dusík a tak obohacují půdu dusíkem. Pěstujeme je pro šťavnatou zelenou hmotu rostlin, která obsahuje až 90 – 95% vody. Nesnášejí ani krátkodobé skladování v přirozeném stavu, a proto, pokud nejsou okamžitě po sklizni zkrmeny, musí být před skladováním vhodným způsobem konzervovány (sušeny - seno, silážovány - siláž, senážovány - senáž).

Trávy - jsou nejvýznamnější složkou lučních a pastevních porostů. Kromě vysoké produkce stravitelných dusíkatých látek obohacují půdu organickou hmotou a zlepšují její strukturní a fyzikální vlastnosti. Druhové zastoupení v této skupině je velmi bohaté (bojínek luční, jílky, kostřavy, lipnice, ovsíky, psárka, psinečky atd.).

Jednoleté píce - velmi výkonné jednoleté plodiny, které jsou schopny poskytovat vůbec nejvyšší výnosy píce (kukuřice, čirok, sudánská tráva, svazenka vratičolistá).

Okopaniny - pro rostliny této skupiny je charakteristický způsob pěstování, který byl založen na intenzivním ošetřování půdy v meziřádcích, případně i mezi rostlinami v řádcích. Hospodářsky významné produkty (hlízy a bulvy) obsahují vesměs jen 10 až 30% sušiny ve svěží hmotnosti.

Hlíznaté okopaniny - pěstují se pro své podzemní dužnaté orgány (hlízy) – s významným zastoupením - glycidových látek (škrob, inulín). Protože vlhkost hlíz je poměrně značná (75 – 80%), lze je v přirozeném stavu skladovat jen krátkodobě, např. lilek brambor, topinambur hlíznatý, jakon.

Bulevnaté okopaniny - poskytují dužnaté produkty (většinou podzemní bulvy) s vlhkostí 80 – 85%, které je možno jen krátkodobě skladovat. Hlavní zásobní látkou jsou glycidy (cukry, inulín), které se z nich určitým technologickým postupem oddělují a využívají se pak v potravinářství. Značná část bulev se však v přirozeném stavu zkrmí. U některých z nich je vedlejším produktem chrást. Patří sem např. cukrovka, řepa krmná, krmná mrkev, brukev tuřín, čekanka.

Listnaté a ostatní okopaniny - vytvářejí šťavnaté orgány se značnou vlhkostí (85 – 90%). Z tohoto důvodu nemají se ani krátkodobě skladovat a jsou určeny k okamžité spotřebě – ke krmení. Některé vzhledem k vyššímu obsahu bílkovin ve sklizených orgánech (listech, stoncích) jsou označovány též jako bílkovinné okopaniny, např. krmná kapusta, krmná brukev.

Zeleniny a kořeninové rostliny - jejich produkcí se získávají rostliny s obsahem mnoha specifických látek i minerálních živin především pro přímou výživu člověka. Je to skupina neobyčejně bohatá na druhové zastoupení. Patří sem například brokolice, kedluben, cibule, česnek, fazol zahradní, hrách setý dřevňový, chřest, kapusta, kopr, kmín, koriandr, křen, petržel, pór, ředkev, salát, tykev, zeli.



Obrázek č. 1.2-5 ukázka kořenové zeleniny

Chmel a tabák - jsou speciálně pěstované rostliny pro specifické látky obsažené v rostlině. Chmelové šišťice – hlávky jsou jednou ze základních surovin pro výrobu piva. Tabák je plodina s okopaninovou charakteristikou pěstování.

Léčivé rostliny - rostliny se specifickými látkami obsaženými v některých částech rostliny třeba i v malém množství (drogami), obsaženými ve vybraných nadzemních či podzemních orgánech, které se musí ihned po sklizni sušit ve stínu při předepsaných teplotách a teprve pak se mohou skladovat za speciálních podmínek (v temnotě, za nižších teplot, za omezeného přístupu vzduchu apod.). Poskytují léčivé drogy, např. andělíka, bazalka, heřmánek, máta peprná, náprstník vlnatý, kozlík lékařský, pelyněk, řepík, saturejka, yzop, sléz, jablečník.

Ovoce, réva vinná a podnože - skupina rostlin využívaná ve výživě člověka pro své chuťové, minerální a vitamínové přednosti (višeň, jablň, ořešák, líska, maliník atd).

Vedle těchto skupin plodin, pěstovaných v polních či jiných podmínkách, existují ještě skupiny další označovány jako speciální plodiny, které jsou obvykle pěstovány na omezeném půdním areálu a někdy i dokonce v podmínkách uměle vytvořených (houby, okrasné rostliny, dřeviny atd.)

Pro představu uvádím základní fyzikální vlastnosti materiálů, kterých se nějak týká přeprava pomocí dopravníků:

Tabulka č. 1.2.1 fyzikálně mechanické vlastnosti vybraných materiálů

materiál	objemová hmotnost [kg/m ³]	sypaný úhel [stupně]	smyk. tření DŘEVO	smyk. tření KOV	smyk. tření PRYŽ	smyk. tření BETON
hlína, zeminy	1000-1800	40-45		0,75-1		
hnůj přírodní	700-1000					
hnojiva průmyslová	700-1450					
krmné směsi (šroty)	450-650	35-55		0,50-0,70		
krmné směsi (granulované)	300-700	29-37	0,24-0,59	0,31-0,90	0,41-1	0,45-1
okopaniny-brambory	700-820	29-45	0,36-0,50	0,36-0,50	0,45-1	0,35-0,55
okopaniny-cukrovka	560-720	30-45	0,53-0,70	0,48-0,6	0,75-1	0,45-0,70
ovoce (průměr)	650					
pícniny	650-1050	35-40				0,42-0,65
seno	35-50	50-60		0,30-0,45	0,33-0,42	
sláma	20-40			0,28-0,45	0,32-0,40	
zelenina	200-700					
hrách	650-750	16-25	0,27	0,25	0,36-0,47	0,3
ječmen	600-750	29-40	0,33-0,70	0,37-0,58	0,47-0,58	0,45-0,75
kukuřice	700-850	35-37	0,30-0,58	0,36-0,57		0,42-0,60
oves	400-530	24-45	0,37-0,78	0,40-0,58	0,47-0,58	0,45-0,80
pšenice	720-830	29-35	0,36-0,58	0,36-0,58	0,47-0,58	0,47-0,71
žito	630-760	32-37	0,37-0,78	0,36-0,58	0,47-0,58	0,45-0,85
zvířata živá	200-250					
zvířata mrtvá	350-400					
štěrk	1500-2000	40-50		0,56-1		
písky	1250-1700	30		0,50		
beton zavlhlý	2220					
cement	900-1300	40				

Tabulka č. 1.2-2 třídění hmot podle velikosti částic

materiál	velikost částic v mm	příklad
hrubozrnný	větší než 160	cukrovka
střednězrnný	61-160	uhlí
malozrnný	11-60	brambory
drobnozrnný	0,5-10	obilí
prachový	nemší než 0,5	mouka

Tabulka č. 1.2-3 největší povolená výška pádu u vybraných zemědělských materiálů

povrch dopadu	největší povolená výška pádu v metrech				
	brambory	cukrovka	kořenová zelenina	ovoce	zelí
ocelový plech	0,50-0,80	0,60-0,90	0,5-0,75	0,30-0,50	0,25-0,40
dřevo	0,25-0,50	0,40-0,75	0,40-0,50	0,25-0,40	0,15-0,25
dřevěné síto	0,15-0,25	-0,65	0,20-0,25	0,15-0,25	0,10-0,15
pryž	0,50-0,75	0,75-1	0,75-1	0,50-0,75	0,50-0,75
stejný materiál	1-1,25	1-1,5	1,25-1,50	0,75-1	0,75-1
hlína kyprá	2	2	2	1.2	1.75-2

(1),(3),(7)

2. Analýza technických a konstrukčních dat moderních dopravníků pro dopravu sypkých hmot nabízených na trhu v současné době

2.1. Základní dělení strojů a zařízení pro manipulaci s materiálem

Stroje a zařízení pro manipulaci slouží převážně k přepravě materiálu, občas plní i funkce technologické. Rozdělení strojů je možné z mnoha hledisek. Podle potřeby a účelu se používá dělení:

2.1.1. Dle dráhy, po níž se materiál pohybuje

- a) s pohybem materiálu na volné dráze (dopravní vozíky, nakladače atd.)
- b) s pohybem materiálu po vázané dráze (dopravní tratě, pásové dopravníky, jeřáby kolejové, manipulátory apod.)
- c) stroje a zařízení nezávislé na dráze (zařízení skladů, přepravní prostředky jako palety, kontejnery, obaly atd.)

2.1.2. Z hlediska časové spojitosti pracovního procesu

- a) kontinuálně a periodicky pracující prostředky (pásové dopravníky, elevátory)
- b) cyklicky pracující prostředky (jeřáby, lopatové nakladače apod.)

2.1.3. Z hlediska silového působení na manipulovaný materiál

- a) gravitační (skluzy, nepoháněné válečkové tratě apod.)
- b) s mechanickým přenosem sil (většina strojů a zařízení)
- c) s dopravou v pomocném mediu (vzduchová a hydraulická doprava)

2.1.4. Z hlediska manipulovaného materiálu

- a) pro sypké hmoty
- b) pro kusový materiál
- c) pro kapaliny a plyny

Je zde i mnoho dalších faktorů, které nebudu již uvádět.

2.1.5. Základní dělení pro dané obory

Jako základní dělení pro dané obory navrhuji:

- a) dopravníky s tažným elementem
- b) dopravníky bez tažného elementu

2.2. Dopravníky s tažným elementem

2.2.1. Pásové dopravníky

Pásové dopravníky jsou mechanické dopravníky s tažným a nosným orgánem v podobě nekonečného pásu vedeného a poháněného bubny a podpíraného válečky nebo rovinnou plochou. Jsou vhodné pro dopravu sypkých i kusových materiálů a to vše ve směru vodorovném, šikmém a ve výjimečných případech strmém i svislém. Pásové dopravníky se dnes stavějí na přepravní kapacitu přes $10\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ a dopravní vzdálenost přesahující 5 000 metrů.

2.2.1.1. Rozdělení dopravníků dle normy ČSN 26 0001

Podle tažného elementu (druhu pásu)

- a) dopravníky s gumovým pásem (nebo pásem z PVC),
- b) dopravníky s ocelovým pásem,
- c) dopravníky s ocelogumovým pásem,
- d) dopravníky s pásem z drátěného pletiva.

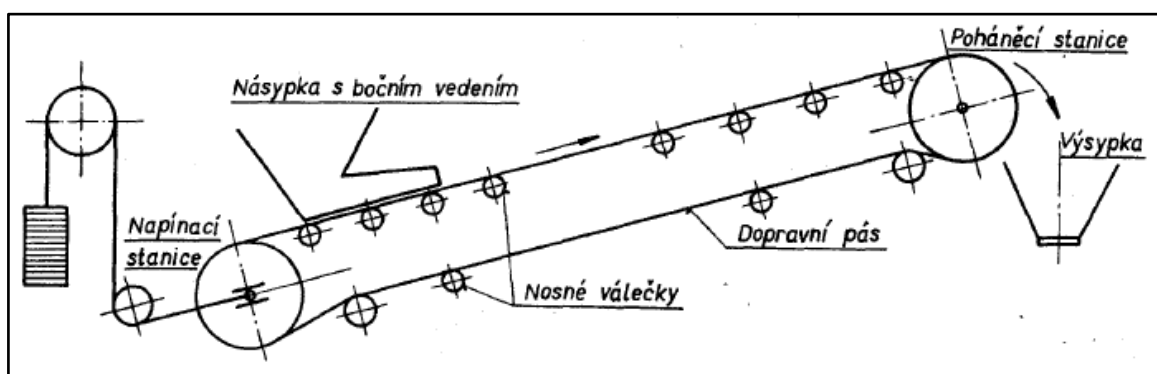
Podle provedení nosné konstrukce

- a) stabilní, jejichž nosná ocelová konstrukce je pevně spojena se základem,
- b) pojízdné a přenosné pro malá dopravní množství a malé dopravní délky,
- c) přestavitelné, charakterizované velkou dopravní rychlostí a velkou dopravní délkou; jsou používány na povrchových dolech.

2.2.1.2. Dopravníky s gumovým pásem nebo pásem z PVC

Hlavní části jsou patrné z obr.č. 2.2.1.1

- a) dopravní pás,
 - b) nosné stolice s válečky,
 - c) poháněcí stanice,
 - d) napínací stanice,
- ostatní součásti dopravníku - bezpečnostní zařízení, násypka s bočním vedením, výsypka, čističe pásu



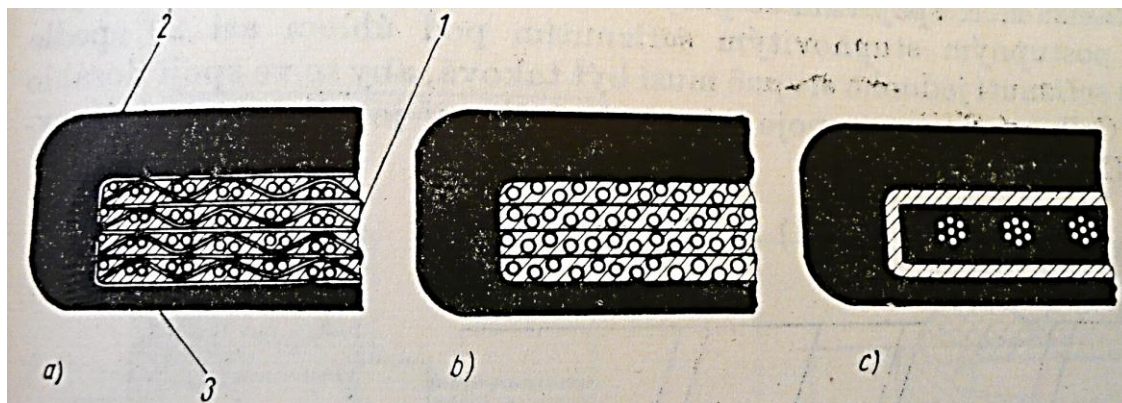
Obrázek č. 2.2.1.1 - schéma pásového dopravníku

Dopravní pás

je tvořen textilní kostrou a krycími ochrannými vrstvami z měkké gumy viz obr. 2.2.1.2. Textilní kostra je složena z textilních vložek, které se dělají v počtu 2-14 spojených navzájem vrstvami z měkké gumy.

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.



Obrázek č. 2.2.1.2-řez dopravníkovými pásy

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

složení pásu a) 1-vložky

2-horní krycí vrstva

3-dolní krycí vrstva

Pryžový pás se skládá z nosných vložek, které přenášejí tahové síly a které jsou navzájem spojeny vrstvami pryže o síle max. 1mm. Tloušťka horní krycí části pásu dopravníku bývá do 5 mm a spodní vrstvy do 2 mm. Pevnost textilních vložek z přirozených vláken bývá 45 až 125 N.mm⁻¹ a syntetických vložek 250 až 500 N.mm⁻¹. Při zvolení silných pásů je třeba brát v úvahu, že povětšinou nekopírují až tak dobře korýtkovost dopravníku a jsou třeba velké průměry bubnů, pro zachování dobrého a účinného chodu dopravníku.

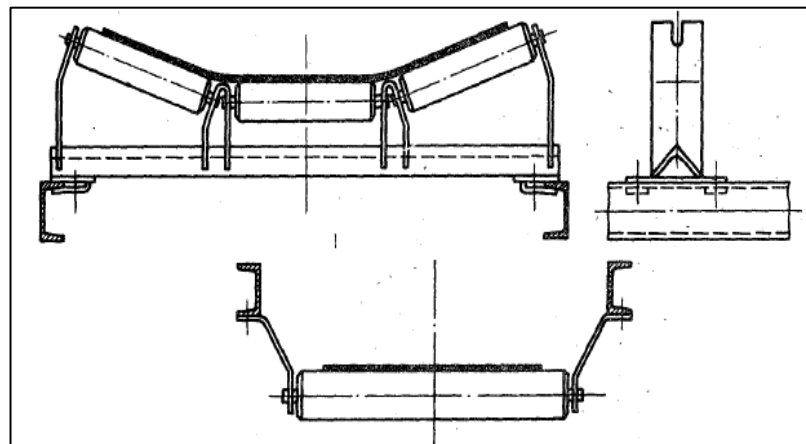
Dopravní pásy se dodávají buď jako celistvé nebo nespojené. Celistvé jsou spojeny již při výrobě a dodávají se jen do určité délky vnitřního obvodu pásu. Delší pásy dodává výrobce nespojené s oběma konci volnými a spojení se provádí až při montáži dopravníku. Textilní vložky dodávají pásu potřebnou pevnost. 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 nebo perlonových vláken. Při použití textilní kostry z perlonu je třeba vzít v úvahu

omezenou možnost použití pro venkovní instalace tj. do teploty okolního prostředí - 10°C.

Pásy pro největší zatížení mají zavulkanizována ocelová lanka. 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 žádoucí 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.

Válečky a válečkové stolice

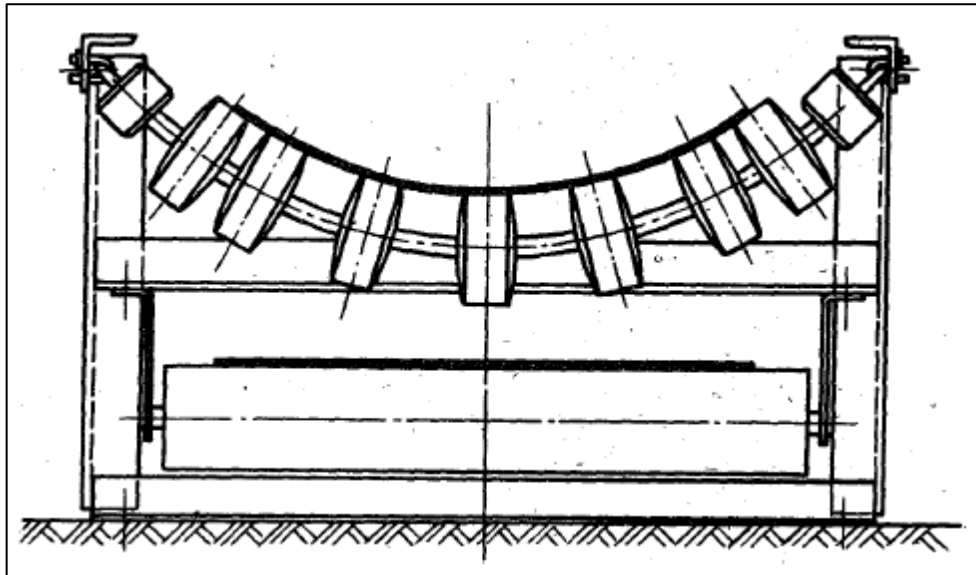
Válečky a válečkové stolice nesou dopravní pás mezi oběma koncovými bubny v pracovní i vratné větvi. Nosná stolice je odnímatelně připojená k ocelové konstrukci dopravníku. Příklad uspořádání stolice se třemi válečky pro korýtkový profil pásu je na obr.2.2.1.3. Válečky jsou uloženy v držácích z ohnuté 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.



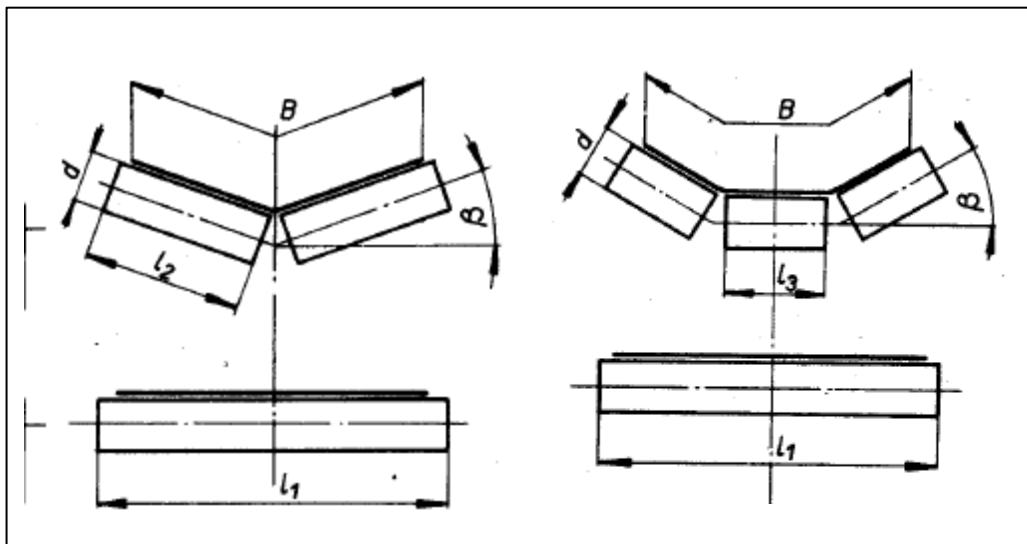
Obrázek č. 2.2.1.3-válečková stolice

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 (obr. 2.2.1.4), 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 600 000 000 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.



Obrázek č. 2.2.1.4-Girlandová stolice



Obrázek č. 2.2.1.5-postavení válečků ve stolicí

Pás běžící po nosných válečkách má tendenci vybočovat do stran. Příčinou je nejčastěji nepřesné spojení konců pásu, nepřesná montáž válečků (odchyly 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 atd. U lehkých a krátkých dopravníků používáme k příčnému vedení pásu tzv. 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° - $2,5^{\circ}$ (obr. 2.2.1.5)

Nosný váleček je jednou z nejdůležitějších součástí dopravníku; jsou na něj kladeny následující požadavky: malý odpor proti otáčení, jednoduchá konstrukce a údržba (mazání, výměna ložisek), malá vlastní hmotnost. Váleček je téměř výhradně uložen na valivých ložiskách, pouze u lehkých přenosných dopravníků se používá kluzného uložení na samomazných ložiskách. Utěsnění ložisek může být provedeno gumovými těsnicími kroužky nebo těsněním labyrintovým. První alternativu používáme většinou u válečků menších průměrů, neboť přes nesporné výhody v jednoduchosti a nízké ceně představuje poněkud větší odpor proti otáčení a vyžaduje broušený povrch hřídele. Plášť válečku bývá vyroben z ocelové bezešvé trubky nebo je skroužen z plechu a svařen. Povrch válečku může být pogumován ve snaze zmenšit opotřebení dopravního pásu zejména v místech pod násypkou, kde vrstva gumy vlastní pružnosti pomáhá tlumit nárazy materiálu přiváděného na pás.

Bubny

Bubny mohou být lité nebo svařované. Povrch pláště je rovný a kónickými konci nebo mírně bombírován pro lepší vedení pásu. Pro přenos větších výkonů bývá povrch pogumován a případně opatřen i vzorkem (rýhami) za účelem zvětšení součinitele smykového tření.

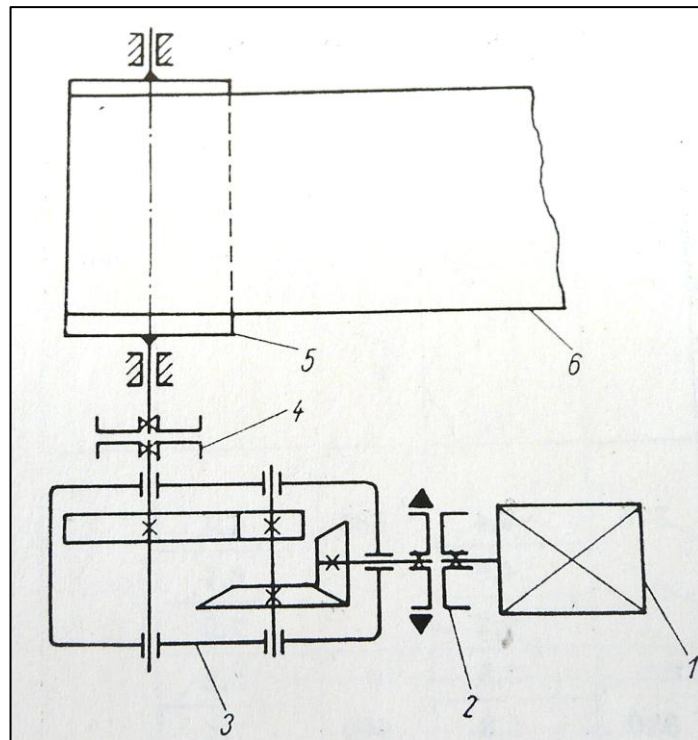
Tabulka udávající součinitele tření mezi bubnem a pásem za různých podmínek

Tabulka 2.2.1.1-součinitele tření

Povrch bubnu	stav	součinitel tření μ
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

Pohon

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



Obrázek č. 2.2::1.6- Schéma pohonu

Schéma pohonu dopravníku: 1) elektromotor

2) spojka s brzdou

3) převodovka

4) spojka

5) hnací buben

6) dopravní pás

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 spojí motor s bubnem až při větším počtu otáček motoru; do určitého počtu otáček se motor rozbíhá v nezatíženém stavu-naprázdně. Pro výkony přes 100 kW se používají asynchronní motory s kotvou kroužkovou a odporovými spouštěči.

Napínací zařízení

Správným napnutím dopravního pásu se zajišťuje přenos sil z poháněcích bubnů na pás a omezuje se průvès pásu mezi válečkovými stolicemi.

Napínání pásu může být: a) tuhé (pomocí šroubů, kladkostrojů apod.)

b) s konstantní napínací silou vyvozenou závažím

c) s napínací silou regulovatelnou ručně nebo automaticky:

regulace síly se může dít pomocí: 1) pneumatiky

2) elektroniky

3) elektrohydrauliky

ad a) pro dopravníky do 30 metrů délky, dopravníky s ocelovými vložkami pásů,

ad b) stálá napínací síla, pás napínat v místech nejmenšího tahu pásu, nejlépe napínání pomocí smyčky (soustava 3 válečků, kdy závaží je zavěšeno na prostředním válci a pomocí gravitační síly natahuje pás)

ad c-1) při pneumatickém napínání je pneumatická pístnice spojena s napínacím bubnem a základním - pevným rámem dopravníku. Napínací sílu ovlivňujeme tlakem v pístnici a počtem pístnic na napínací mechanismus

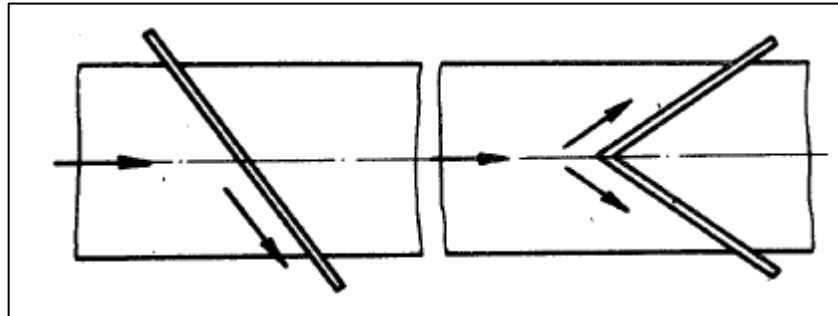
ad c-2) napínání pomocí elektroniky- na hnacím a napínacím bubnu jsou umístěny snímače otáček, při zjištění prokluzu hnacího bubnu elektronika zvýší napínací sílu pásu pomocí el. vrátku spřaženého s napínacím bubnem.

ad c-3) elektrohydraulické napínání- při startu dopravníku dá elektronika povel hydraulickému čerpadlu, aby natlakovalo systém napínání na 1,5 násobek tlaku při provozním napětí pásu, po rozběhu celého dopravníku a dosažení požadované jmenovité rychlosti pásu, elektronika sníží tlak na požadovanou provozní hodnotu.

Systém pro 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. Shrnovače je možno použít i u korýtkových pásů,

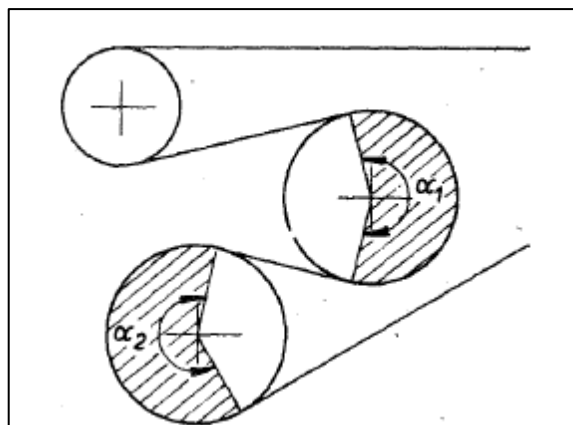
v místě odvádění materiálu musí však být korýtkové nosné stolice nahrazeny stolicemi rovnými.



Obrázek č. 2.2.1.7 -shrnovače

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 č. 2.2.1.8- dvoububnový pohon

Celkový úhel opásání bývá až 455° . Výkon, potřebný k pohonu, se rozdělí na oba hnací bubny.

2.2.1.3. Dopravníky s ocelovým pásem:

Konstrukce je podobná jako u dopravníku s gumovým pásem, jsou však některé odlišnosti v součástech, vzhledem k jiným vlastnostem ocelového pásu.

Ocelový pás se vyrábí v poslední fázi válcováním za studena buď z uhlíkové nebo legované oceli. Výrobní tloušťky jsou v rozmezí 1,4 až 1,6 mm. Uhlíková ocel se používá do provozní teploty 150 (při pozvolném ohřevu až do teplot kolem 400°C), legované oceli při pomalém ohřevu až do 820°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 nerezavějící oceli i bodovým svařováním. Pás je podpírán v nosných rámech buď kladkami (rovný pás) nebo šroubovitou pružinou (korýtkový pás).

Rychlost pásu se volí níže než u dopravníků s gumovým pásem se zřetelem na únavu materiálu. Ocelový pás z uhlíkové oceli snese přibližně 800 000 ohybů. Při zachování poměru průměru bubny k šířce pásu $D/s=1000$. Rozsah rychlostí u dopravníků s ocelovým pásem se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 2 $m \cdot s^{-1}$.

Dopravní délky dopravníků s ocelovými pásy jsou značně menší než u dopravníků s pásy z pryže, neboť s narůstající délkou se značně zvyšuje odpor proti pohybu a tahová síla v pásu.

Výhody ocelového pásu:

Pás je hladký a tuhý - přepravovaný materiál lze velmi snadno z pásu odvádět, proto je vhodný pro použití v provozech potravinářského průmyslu. Snese i vyšší teploty než pás pryžový. Odolává chemickým vlivům - možnost použití v chemickém průmyslu.

Nevýhody ocelového pásu:

Menší dopravní délka. Menší dopravní rychlost. Velký průměr bubny. Menší úhel sklonu u šikmých dopravníků zapříčiněný menším součinitelem smykového tření mezi pásem a dopravovaným materiálem.

Pás musí být lépe čištěn z vnitřní strany v momentě, kdy nabíhá na hnací či napínací bubnu.

2.2.1.4. Dopravníky s modulárními pásy:

Dopravníky s článkovými plastovými pásy jsou obzvláště vhodné pro přepravu těžkých nebo ostrých dílů. Proto jsou navíc ideálním řešením pro složité transportní dráhy. Článkový pás je k dostání v šířkách od 150 do 1500 mm a pro teploty od 80° do 180°C. Pás může být na libovolném místě rozpojen rychle očištěn, nebo vyměněn. Unášecí příčky se kompletují v různých výškách, které jsou dány systémovými požadavky pro jednotlivé aplikace.

Výhody dopravníků s modulárním pásem:

- Článkový pás je robustní a má dlouhou životnost.
- Článkové pásy jsou robustní a mají dlouhou životnost.
- Při poškození není nutné měnit celý pás pouze vadné články.
- Unášecí příčky se dají jednotlivě vyměnit (výška příček: 20/30/50/100 mm).



Obrázek č. 2.2.19-Přímý modulární dopravník

Zatáčky:

Díky modulárnímu pásu je možné vyrobit nejen přímé a lomené dopravníky, ale také dopravníky, které obsahují jednoduchou nebo dvojitou zatáčku viz obr. 2.2.1.10

(8)



Obrázek č. 2.2.1.10-Modulární dopravník s dvojitou zatáčkou

2.2.1.5. Článkové dopravníky:

Tažným elementem u článkových dopravníků jsou dva řetězy (u jednoduchých a lehkých dopravníků pouze jeden), k jejichž článkům jsou připevněny nosné orgány vytvořené ve tvaru žlabů, korýtek apod. Řetězy jsou vedeny přes hnací řetězové kladky, přes řetězové kladky napínacího ústrojí. Pohon je nucený záběrem zubů hnacích řetězových kol s čepy řetězu.

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

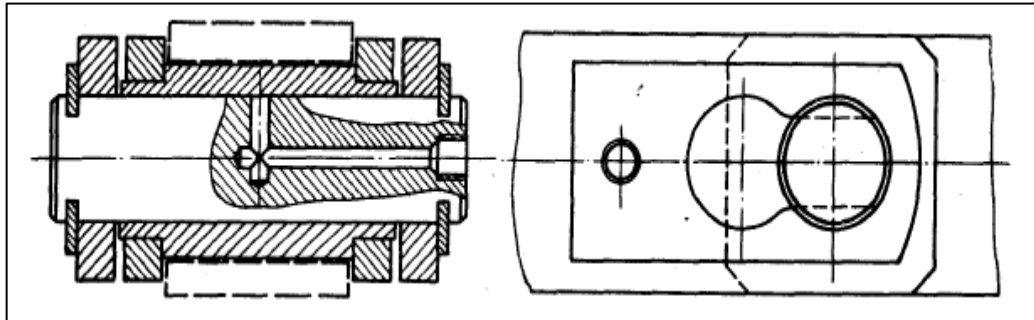
Článkové dopravníky se používají pro dopravu těžkých a abrazivních materiálů v průmyslu stavebních hmot, dolech, hutích, energetických zařízeních atd. Mohou dopravovat materiál do provozní teploty 200°C. Jsou určeny pro střední a velká dopravní množství (50-1000tun.hod⁻¹) s dopravní vzdáleností do 100 metrů.

Druhy řetězů článkových dopravníků:

a) Pouzdrové

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.



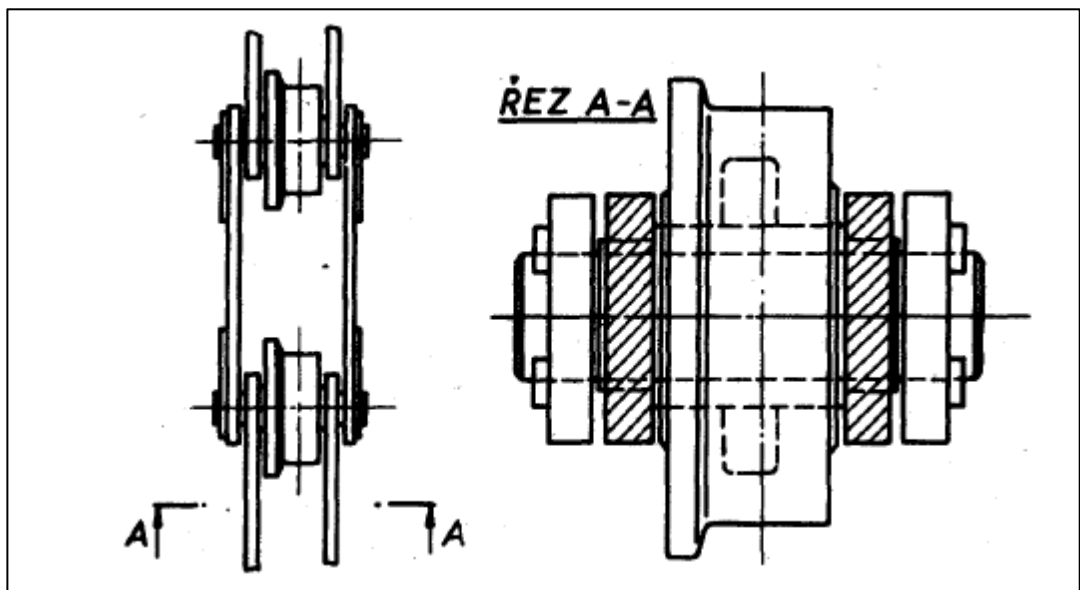
Obrázek č. 2.2.1.11-řez pouzdrovým řetězem

b) Válečkové

Válečkové řetězy jsou řetězy pouzdrovými s kalenými válečky z uhlíkové oceli, navlečenými přes pouzdra (naznačeno čárkovaně na obr. 2.2.1.11). Válečkové řetězy snesou větší rychlost.

c) Kladkové

Kladkové řetězy jsou opět řetězy pouzdrovými ovšem přes pouzdra mají navlečeny kladky (zpravidla ze šedé litiny). Kladky mohou být vybaveny nákolky pro příčné vedení řetězu.



Obrázek č. 2.2.1.12 kladkový řetěz

d) Gallovy řetězy

Gallovy řetězy jsou ploché lamely z oceli a jsou spojeny čepy. Čepy jsou zajištěny proti vypadnutí rozklepáním konců, příložkou, pojistným kroužkem nebo jiným způsobem.

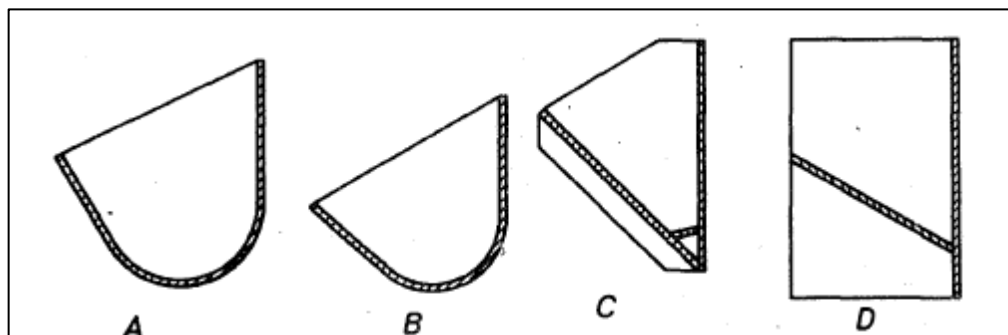
Gallovy řetězy mají řadu nevýhod, mezi něž patří v prvé řadě značné opotřebení čepele lamel v důsledku malé stykové plochy (velký měrný tlak) a fakt, že tato plocha není mazána. Nesnesou namáhání na ohyb (od příčných sil), vytahují se, mají velkou hmotnost a mohou být použity jen do určité rychlosti ($0,3\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$). Na druhé straně je jejich předností velká ohebnost, takže mohou být použity i při malém počtu zubů řetězových kladek.

2.2.1.6. Korečkové elevátory

Korečkové elevátory slouží ke svislé nebo strmé dopravě sypkých hmot. Materiál je unášen v plechových korečkách, které jsou upevněny k tažnému elementu. Tažným elementem jsou buď řetězy nebo gumový pás. Korečky jsou k tažnému elementu připojeny pevně. Korečkový elevátor je uzavřen v prachotěsné plechové šachtě. Poháněcí stanice je umístěna nahoře, napínací ústrojí dole.

Korečkové elevátory se používají pro malá a střední dopravní množství ($160\text{m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$) a dopravní výšky do 40 metrů. Dopravní výška je omezena pevností tažného elementu.

Korečky jsou vyrobeny z ocelového plechu a svařeny z několika dílů. Pro běžné účely používáme čtyř různých profilů korečků. Volba profilu se řídí fyzikálními vlastnostmi dopravovaného materiálu.



Obrázek č. 2.2.1-13 druhy korečků

Na tažném elementu- **gumovém pásu** - používáme korečky **typu A,B,D**

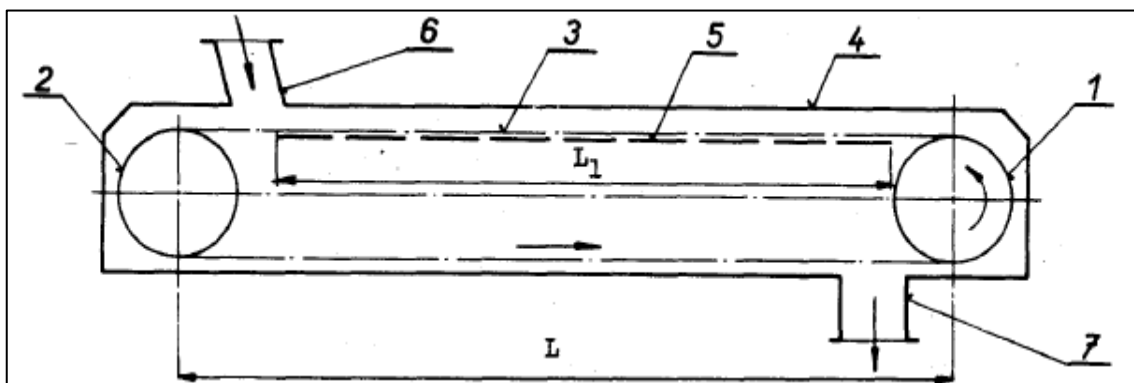
Na tažném elementu-**svařovaný nekalibrovaný řetěz** - korečky **typu A,B** s tím, že koreček je umístěn mezi řetězy a má tažná oka z boku korečku, nebo umístěn nad řetězy a má přivařeny řetěz. články na zádech korečku.

Na tažném elementu **pouzdrových řetězů**- koreček **typu C**

Korečkové elevátory vyprazdňujeme dvěma způsoby: gravitačně nebo odstředivou silou

2.2.1.7. Redlery

Redlery patří mezi dopravníky hrnouce, u nichž na rozdíl od dopravníků článkových není materiál nesen orgány připevněnými k tažnému elementu, ale je posouván v plechovém žlabu. K tomu účelu je tažný orgán vybaven unašeči. Tažným orgánem je speciální nekonečný řetěz (případně dva řetězy), vedený přes hnací 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.



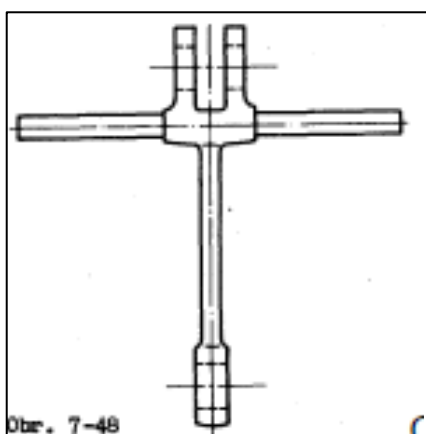
Obrázek č. 2.2.1-14 redler a jeho základní součásti

- 1) Hnací kladka
- 2) Napínací kladka
- 3) Řetěz s unašeči
- 4) Uzavřený žlab redleru
- 5) Vodítka vratné větve řetězu
- 6) Násypka
- 7) Vyprazdňovací otvor

Redlery se používají převážně pro vodorovnou dopravu sypkých hmot, nepříliš abrazivních a nelepavých, s částicemi do velikosti 50 mm. Nevhodnými materiály jsou šterk, písek, kaly atd.

K výhodám redleru patří malé příčné rozměry, nízká energetická náročnost a bezprašný provoz.

Pro šířky žlabu do 500 mm se zpravidla používá jediného unášecího řetězu, pro šířky od 500 mm dvou řetězů. Unášecí řetězy pro redlery mají normalizované rozteče 100, 125, 160, 200 a 250 mm. U jednoduchých řetězů se používají první čtyři rozteče, u dvojitých pouze rozteče 200 a 250 mm. Články řetězů o třech nejmenších roztečích jsou vykovány v zápustce, cementovány a kaleny; články pro rozteče 200 a 250 mm jsou odlity z ocele. Unašeče z konstrukční ocele jsou přivařeny k článkům.



Obrázek č. 2.2.1.15-jeden článek řetězu redleru

(6)

2.3. Dopravníky bez tažného elementu

2.3.1. Vibrační dopravníky

Vibrační dopravníky jsou mechanické dopravníky využívající k přemístování materiálu setrvačných sil působících na částice dopravovaného materiálu. Vibrační dopravník tvoří žlab obvykle tvaru širokého písmene U, nebo kruhového, který je pružně uložen na základu. Pohon dopravníku dává žlabu kmitavý pohyb. Podle způsobu a vlastností pohonu žlabu a jeho uložení může kmitavý pohyb žlabu a zejména pohyb částic dopravovaného materiálu být značně složitý. Zásadně mohou nastat dva případy.

V prvním případě jsou částice dopravovaného materiálu ve styku se žlabem a pohybují se vlivem rozdílu silových impulsů, které jim jsou uděleny žlabem při jeho pohybu ve směru dopravy a zpět.

V druhém případě dochází v určité fázi pohybu žlabu k oddělení částic materiálu od žlabu. Částice jsou vrženy žlabem do prostoru, pohybují se po vrhových parabolách a dopadají zpět na žlab. Celý proces se neustále opakuje, přičemž se částice materiálu pohybují ve směru dopravy. Protože vzdálenosti, na něž jsou částice vrhány, jsou velmi malé, hovoříme o mikrovrhu. Z uvedeného hlediska lze rozdělit vibrační dopravníky na:

Dopravníky impulsní, mezi něž patří:

- a) pohyblivé dopravní žlaby,
- b) třasadla.

Dopravníky s mikrovrhem, které mohou být poháněny

- a) systémem s tuhou vazbou mezi pohonem a žlabem,
- b) systémem s pružnou vazbou mezi pohonem a žlabem

pro porovnání uvádím tabulku s orientačními hodnotami

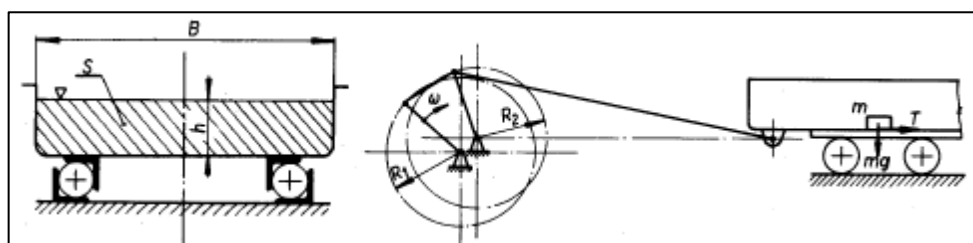
tabulka č. 2.3.1.1- porovnání vibračních dopravníků

Dopravník Parametr	Pohyblivé dopravní žlaby	Třasadla	Vibrační s mikrovrhem		
			pohon klikovým mechanismem	pohon budičem	
				provoz pod rezonancí	provoz v rezonanci
Dopravní výkonnost ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	200	200	50 až 200	až 1 000 ¹⁾ až 150 ²⁾	až 1 000 ¹⁾ až 150 ²⁾
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 $+25^\circ$	-15° až $+15^\circ$	$\pm 5^\circ$ až $+10^\circ$	$\pm 10^\circ$ až $+20^\circ$	$\pm 10^\circ$ až $+20^\circ$
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: ¹⁾ V provedení žlabovém. ²⁾ V provedení trubkovém.

2.3.1.1. Pohyblivé dopravníkové žlaby

Pohyblivé dopravníkové žlaby jsou uloženy posuvně na základech dopravníku (obr. 2.3.1.1) a konají vratný přímočarý pohyb ve směru osy žlabu; žlab je poháněn nesymetrickým klikovým mechanismem (obr. 2.3.1.2), který mu udílí přímočarý kmitavý pohyb nesinusový.



Obrázek č. 2.3.1.1 (vlevo) a obrázek č. 2.3.1.2 (vpravo)

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

$$T = m \cdot g \cdot f \text{ (N)} \quad (1)$$

Kde:

f - součinitel smykového tření mezi materiálem a žlabem. [-]

g – tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

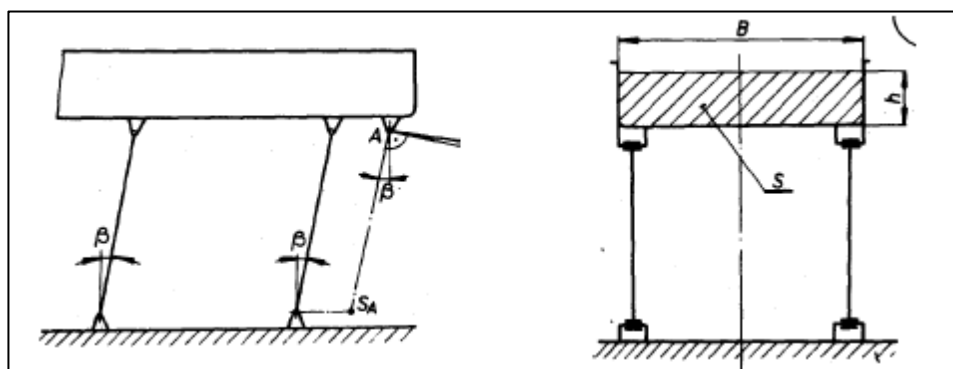
m – tíha material [kg]

Hnací síla musí být v každém okamžiku v rovnováze s 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

Pokud bude zrychlení žlabu menší než maximální možné zrychlení materiálu, bude se materiál pohybovat současně se žlabem jako jeden celek. Překročí-li zrychlení žlabu hodnotu, 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). Dopravní žlaby jsou charakterizovány velkou amplitudou 150-300mm, a malou frekvencí 0,8 až 1,7Hz.

2.3.1.2. Třasadla

Dopravní žlab - třasadlo je uloženo na kyvných vzpěrách nebo listových pružinách, které jsou uloženy 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 β od vertikální roviny a kmitavý pohyb žlabu má tedy složku vodorovnou i svislou.

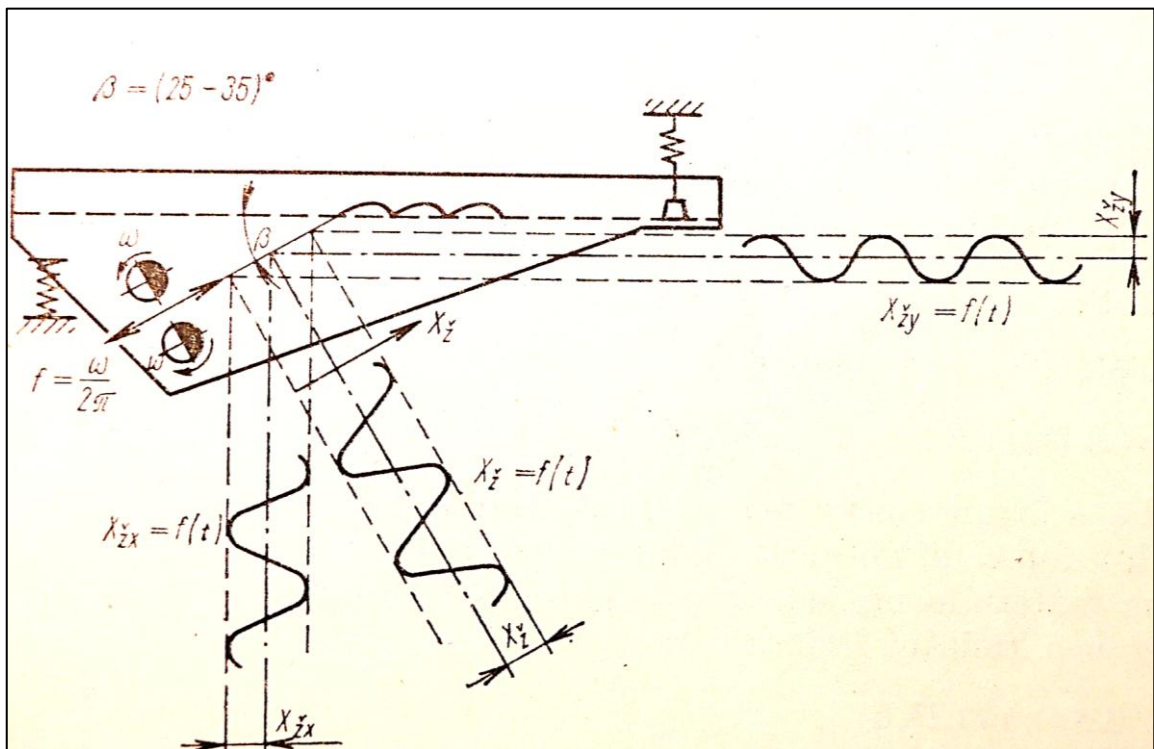


Obrázek č. 2.3.2-1 pohon třasadla

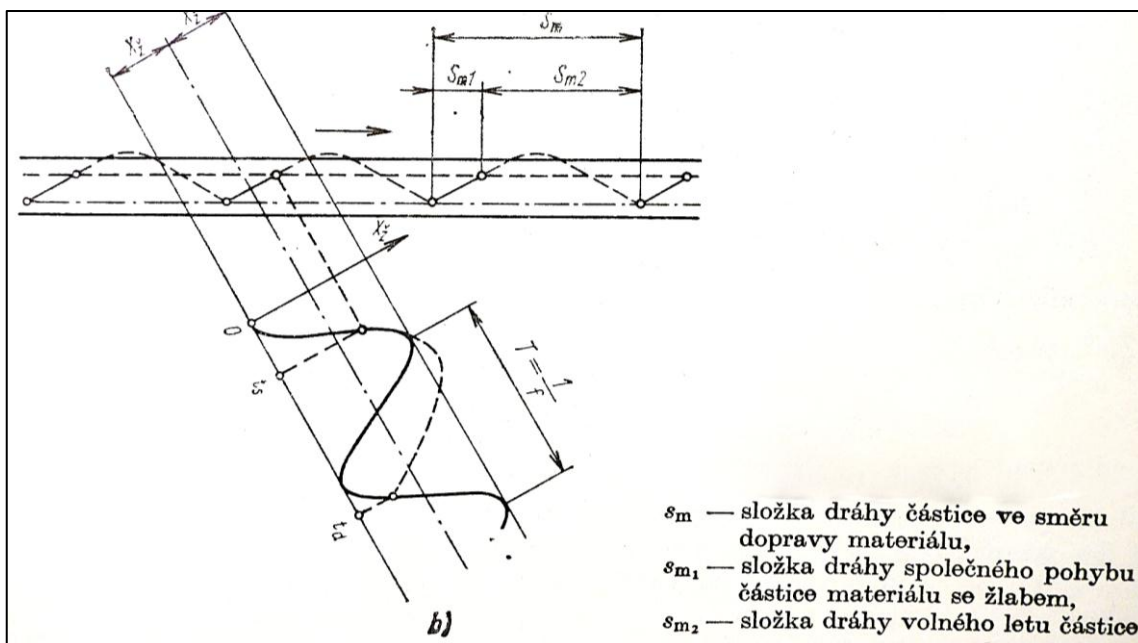
Vzhledem k malému poloměru kliky R proti délce vzpěrných ramen AS_A je úhel výkyvu ramen ψ velmi malý a pohyb bodu A můžeme s jistou přibližností považovat za přímočarý. Rovněž poměr poloměru klikové kružnice k délce ojnice je velice malý a tak hnací ústrojí budeme považovat za klikový mechanismus s nekonečně dlouhou ojnicí. Pohyb bodu A pak bude ryze harmonický ve směru osy hnacího mechanismu.

2.3.1.3. Dopravníky s mikrovřhem

Žlab těchto dopravníků je pohonem rozkmitáván na frekvenci 5 až 100 Hz při malých amplitudách 0,05 až 15mm. Princip dopravy je znázorněn na obrázku níže. Žlab kmitá frekvencí f pod úhlem beta ke směru dopravy, takže jeho dno, na němž spočívá dopravovaný materiál, je střídavě v horní a dolní krajní poloze. V okamžiku t_1 se oddělí částice materiálu od žlabu. Odpovídající poloha je vyznačená čárkovaně. Po dobu letu částice se žlab pohybuje dále až do okamžiku t_2 , kdy balistická dráha částice protne dno žlabu. Tato poloha dna žlabu je vyznačena čerchovaně.



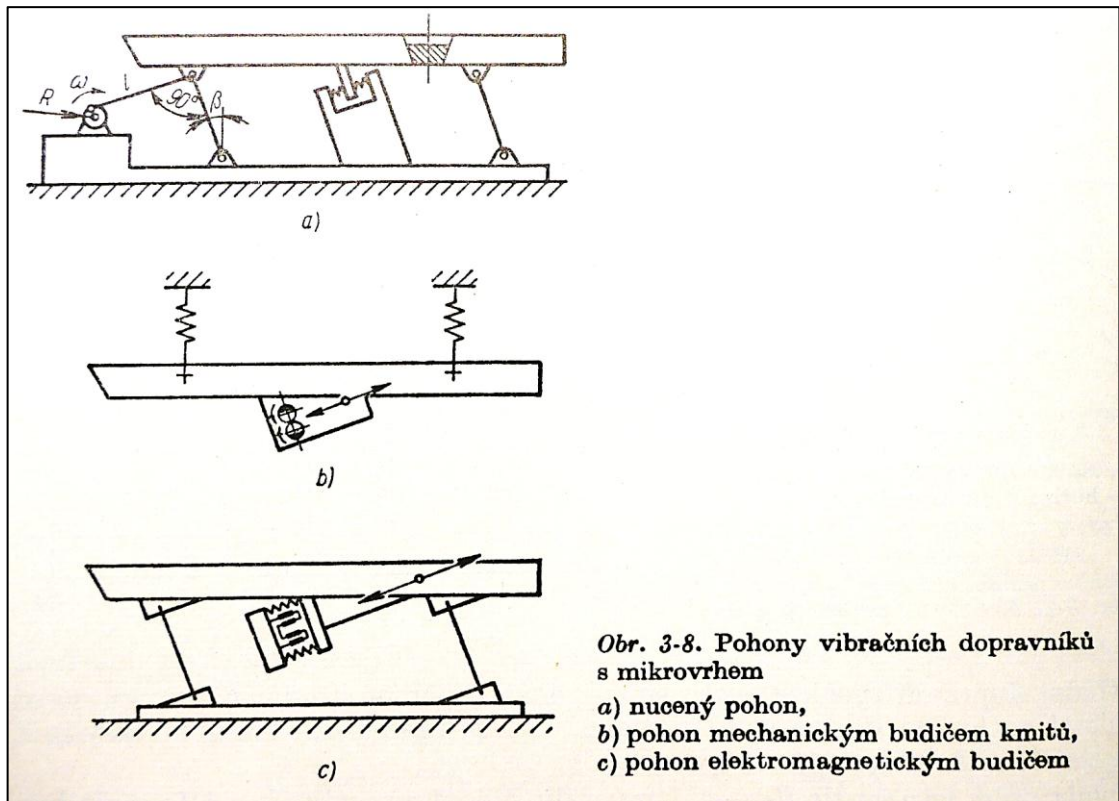
Obrázek č. 2.3.3.1-trajektorie materiálu na dopravníku s mikrovřhem.



pokračování obrázku 2.3.3.1

Pohony vibračních dopravníků s mikrovřhem

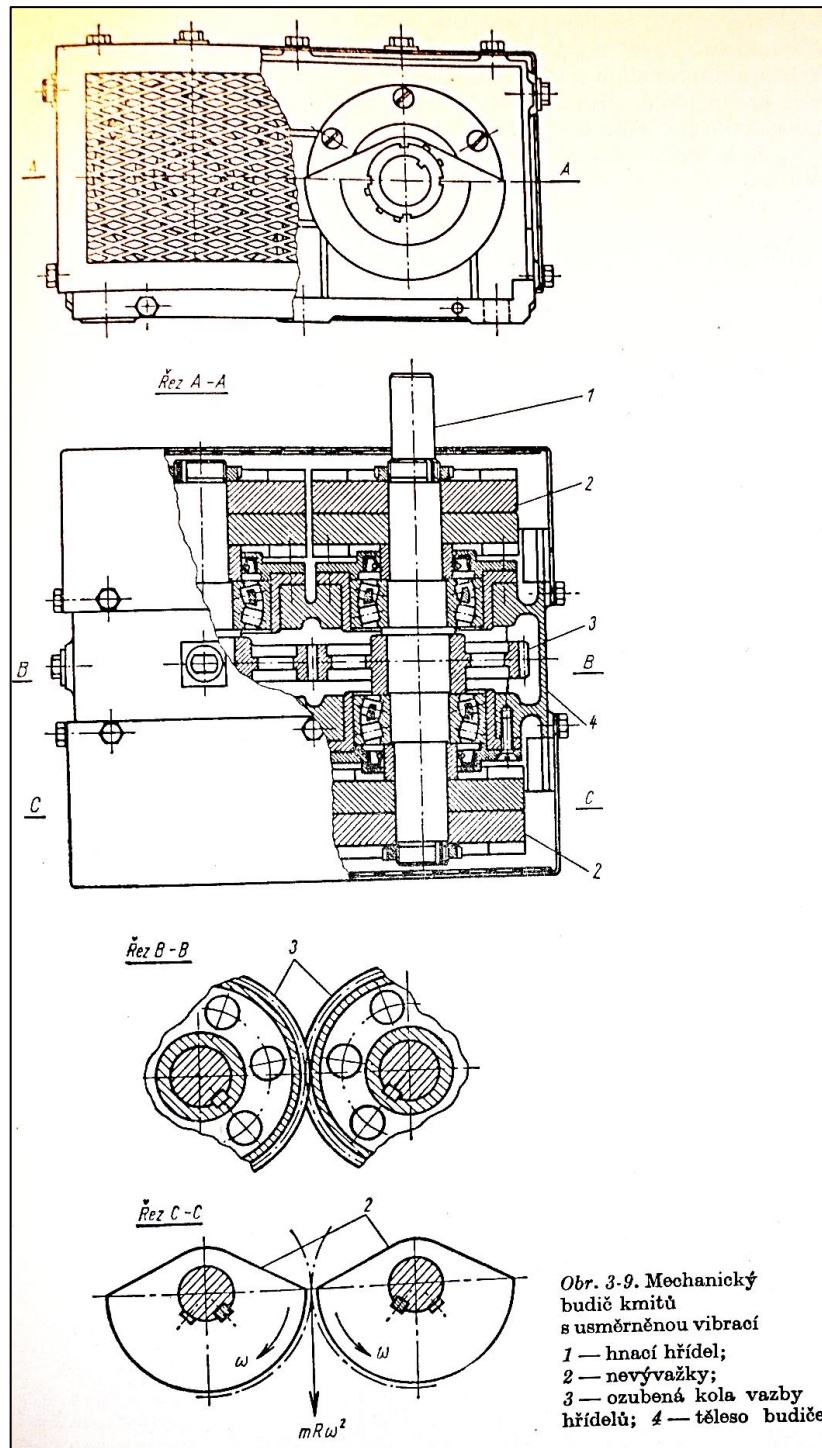
- a) Nucený pohon klikovým nebo excentrickým mechanismem, který má poměr poloměru kliky k délce ojnice 0,1-0,01 dává amplitudy 3 až 15mm a frekvence 5 až 25 Hz



Obrázek č. 2.3.3.2 Pohony vibračních dopravníků s mikrovrhem

Žlab bývá podepřen vzpěrnými rameny nebo listovými pružinami. Přídavnými pružinami mezi žlabem a rámem se sleduje snížení vlastní frekvence soustavy do blízkosti budící frekvence a tím i snížení příkonu. Maximální dosažitelná rychlost se pohybuje kolem 0,4 m/sec.

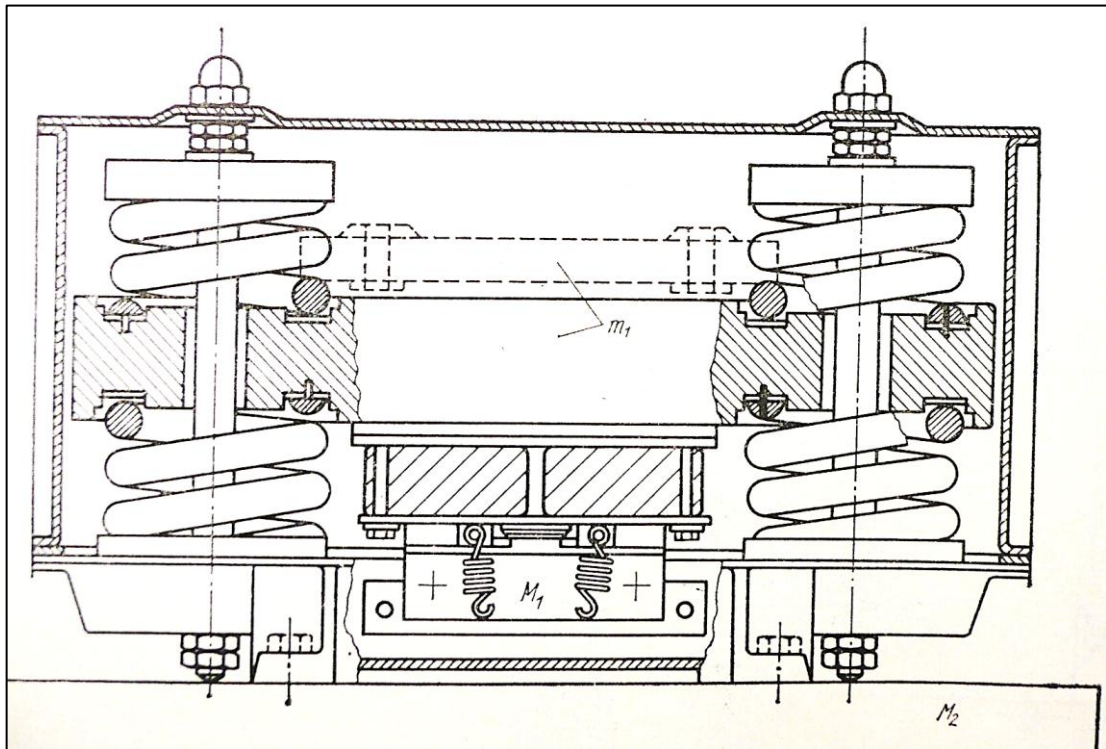
- b) Pohon mechanickým budičem-pohon rozkmitá žlab na frekvenci 15 až 50 Hz při amplitudách 0,5 až 10 mm. Žlab je uložen na pružinách. Dosahovaná přepravní rychlost se pohybuje kolem 0,25m/sec.



Obrázek č. 2.3.3.3-Mechanický budič kmitů

c) Pohon elektromagnetickým vibrátorem-kotva elektromagnetu je napevno spojena se žlabem, a těleso s cívkami je ke kotvě a žlabu připevněno pružnou vazbou, které tvoří předepjaté tlačné pružiny. Při napájení dopravníku z běžné sítě s 50Hz kmitá dopravník s frekvencí 100Hz. 100Hz se používá u

malých dopravníků, u větších dopravníků se kmitočet sníží zařazením usměrňovače do obvodu.



Obrázek č. 2.3.3.4-elektromagnetický vibrátor

M_1 -jádro, m_1 -kotva s přidavnou hmotou, M_2 -žlab dopravníku

V tomto případě dosahujeme amplitudy 0,05 až 1 mm a rychlosti blíží se k 0,15m/sec.

(3),(6),(9),(10),(11)

2.3.2. 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 tun/hod 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.

Šnekové dopravníky rozdělujeme:

a) Podle směru dopravy:

vodorovné

šikmé

svislé

b) Podle smyslu stoupání šneku:

pravotočivé

levotočivé

c) Podle počtu šneků:

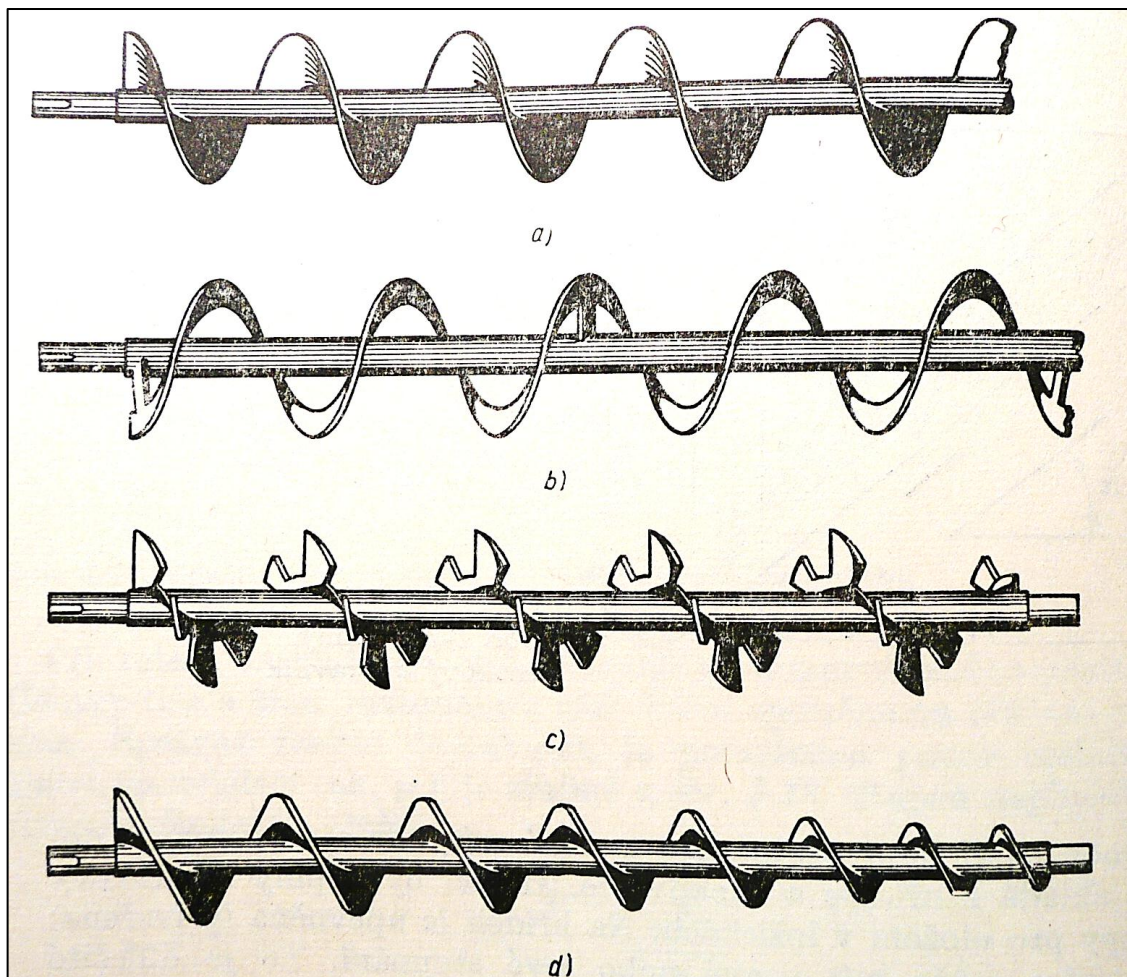
jednošnekové

dvoušnekové

Šneky

Šnek je podstatnou částí dopravníku. Do značné míry určuje vlastnosti dopravníku. Šnek se skládá z hřídele a šnekovice. Hřídel bývá plný i trubkový profil s čepy pro uložení do ložisek. Na hřídeli je přivařena, či jinak přidělána šnekovice. Šnekovice může být pravotočivá či levotočivá. Orientace šnekovice je důležitá z hlediska směru toku materiálu. Navržením šnekovice takovým způsobem, že na jedné hřídeli je jak levotočivá tak pravotočivá šnekovice, umožní protisměrný pohyb materiálu v témže žlabu.

- Typy šnekovic: a) plná šnekovice
b) obvodová šnekovice
c) lopatková šnekovice
d) kuželová šnekovice



obrázek č. 2.3.4.1-dělení šnekovic (popis viz výše uvedený)

Plné šnekovice se používají hlavně jako vícechodé, pro dopravu velmi sypkých materiálů, neboť zabraňují jejich zpětnému pohybu.

Obvodové šnekovice jsou určeny pro dopravu tuhých, hustých, tekoucích a lepivých hmot, z důvodu upevnění šnekovice k hřídeli jen pomocí malých držáků. Tím je eliminován vznik koutů, ve kterých by mohl přepravovaný materiál ulpívat.

Lopátkové šneky slouží pro dopravu a zároveň pro takové operace kde je třeba putující směs ještě promíchávat.

Kuželové šnekovnice jsou určeny pro přepravu materiálů velmi choulostivých na stlačení. Jestli že je nejmenší průměr a nejmenší stoupání v místě přívodu materiálu, tak dochází k nakypření daného materiálu.

Žlab

Tvoří nosnou část dopravníku. Povětšinou má tvar písmene U, jeho rozměry korespondují s rozměry šneku. Vůle mezi šnekem a žlabem se standardně pohybuje v rozmezí 5-10mm. Síla plechu pro výrobu žlabu se běžně pohybuje od 2 do 8mm. Žlab bývá (na vrcholcích U) ohraněn, tím se zvýší celková tuhost žlabu a vytvoří se tím i plochy pro případné umístění víka (z důvodu bezprašnosti apod.)

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 velkých dopravníků má pohonná jednotka samostatný základ. V zemědělské či stavebním odvětví se pro terénní práce používají dopravníky, které mají pohon přímo z vývodového hřídele pracovního (tažného) stroje a nebo se elektromotor nahrazuje hydromotorem, který je zásobován tlakovým olejem taktéž z tažného či jiného stroje.

Tabulka č. 2.3.4.1-dělení materiálu dle zákl. vlastností materiálu

skupina mat.	základní vlastnosti mat.	příklad
1	silně abrazivní, hrubě kusovitý nebo lepkavý	drobný koks, hrubozrné vápno
2	abrazivní, zrnitý nebo práškovitý	cement, sádra, písek
3	neabrazivní zrnitý	drobné uhlí, cukr, hrubě mletá sůl
4	neabrazivní, lehký práškovitý nebo zrnitý	mouka, práškové vápno, semena,

V následující tabulce jsou pro jednotlivé skupiny materiálů uvedeny součinitele plnění ψ , průměry šnekovic D a otáčky šneku n v závislosti na objemovém dopravním množství.

Tabulka č. 2.3.4.2 - tabulka součinitelů plnění a průměru šnekovic

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 ³ / 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 ³ / 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 ³ / 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 ³ / h)	8-12,5	12,5-20	20-32	32-50	50-80		

Pro zajímavost uvádím výpočet vodorovného šnekového dopravníku:

Účelem výpočtu je stanovit vnější průměr šnekovnice, otáčky šneku a výkon hnacího elektromotoru.

Při výpočtu vycházíme z objemového dopravního množství

$$V = \frac{Q}{\gamma} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (2)$$

Kde:

Q - dopravní množství (t.h⁻¹)

γ – sypká hmotnost materiálu (t.m⁻³)

Pro objemové dopravní množství platí vztah

$$V = 60 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot s \cdot \Psi \cdot n \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (3)$$

Kde:

s – je stoupání šnekovice (m), volíme $s \approx 0,8 \cdot D$

Ψ – součinitel plnění

D – průměr šnekovice (m)

n – počet otáček šnekovice ($\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$)

Průměr šnekovice D je ovšem nutné ještě překontrolovat vzhledem k maximální velikosti částic dopravovaného materiálu nezávisle na objemovém dopravním množství.

Kontrola se provádí podle následující vztahů:

$D = (4 \text{ až } 6) \cdot U_{\text{max}}$ pro netříděné materiály

$D = (8 \text{ až } 10) \cdot U_{\text{max}}$ pro materiály tříděné, kde U_{max} je maximální rozměr kusu materiálu.

Výkon motoru určíme ze vztahu:

$$P = \mu \cdot \frac{Q \cdot g \cdot L}{3600 \cdot \eta} \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

Kde:

L - dopravní vzdálenost (m)

η - účinnost převodu hnacího ústrojí (-)

μ - celkový součinitel odporu, který je závislý na skupině dopravovaného materiálu a určí se z následující tabulky:

tabulka č. 2.3.4.3-tabulka součinitelů odporu

skupina materiálu	1	2	3	4
μ	4,0-5,0	3,2-4,0	2,5-3,2	2-2,5

(3),(6)

2.3.3. Pneumatické dopravníky

Částice přemísťovaného materiálu se pohybují potrubím v proudu vzduchu. Přepravní dráha daná tvarem potrubí může být podle potřeby i zakřivená tak, jak to vyhovuje místním podmínkám. Protože potrubí je obvykle zcela uzavřené, nevznikají ztráty přemísťovaného materiálu a je zamezeno vzniku prašnosti na přepravní dráze.

V zemědělství lze proudem vzduchu přepravovat materiály, které mají malou měrnou hmotnost (seno, slámu, plevy, pícniny), materiály sypké (zrniny), ale i takové, které mají charakter kusových. Špatně se dopravují materiály s velkou měrnou hmotností, mokré, ale i materiály lepkavé.

V porovnání s mechanickými dopravníky jsou zařízení pro pneumatickou dopravu z hlediska pořizovacích nákladů levnější, vyžadují nepatrnou údržbu, jsou snadno přemístitelná a potřebují menší prostor. Naproti tomu požadují vyšší příkon, citlivěji reagují na nerovnoměrnost při dávkování materiálu (možnost ucpání) a v místě, kde materiál opouští potrubí, vzniká prašnost, není-li použito dodatečné zařízení (cyklon).

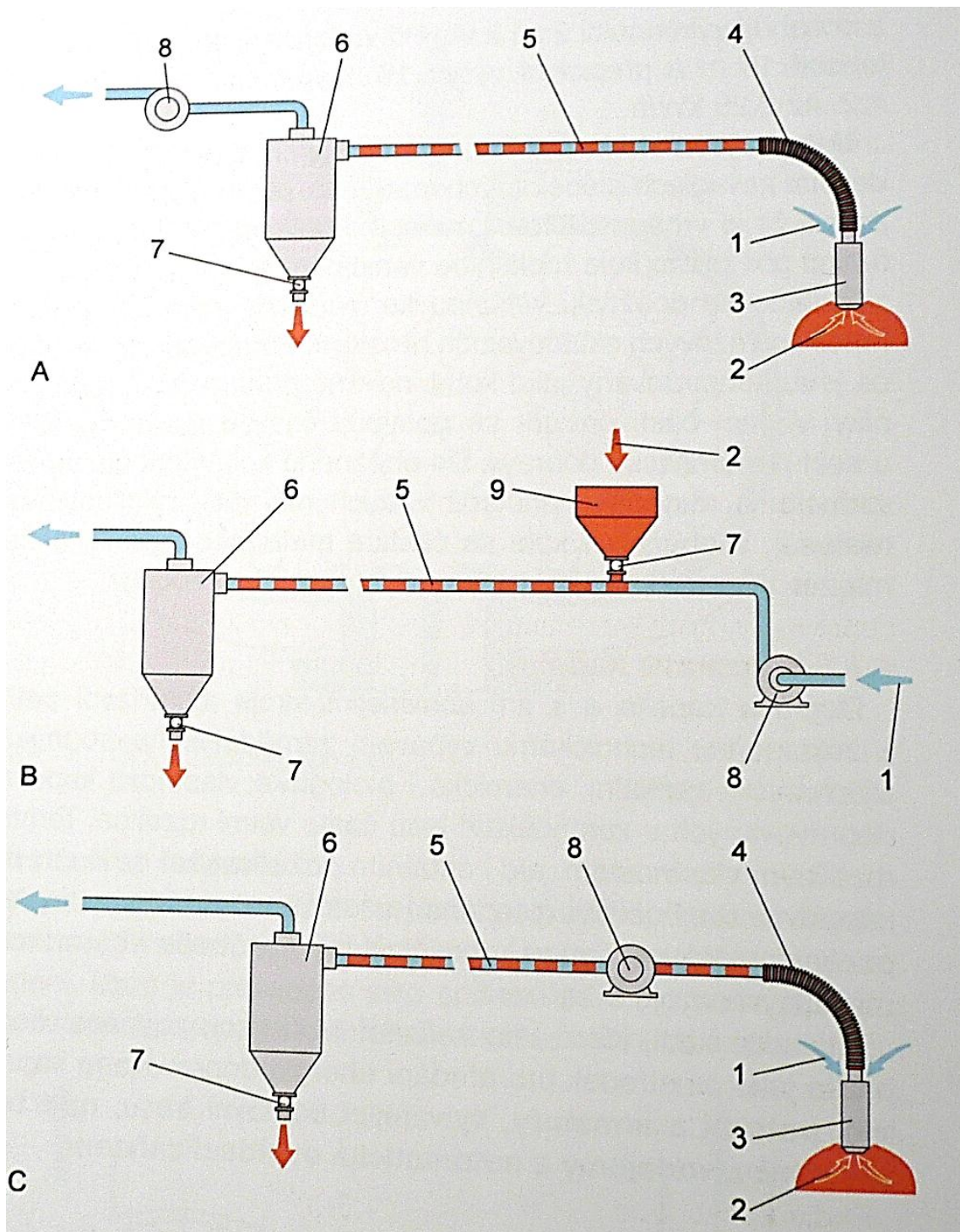
Podle způsobu práce se zařízení pro pneumatickou dopravu dělí na sací, tlačná a kombinovaná. Sací pneumatické dopravníky jsou vhodné pro vyskladňování materiálů sypkých, zrnitých, prašných, suché řezanky apod. Tlačné dopravníky (nízkotlaké, vysokotlaké) dopravují materiál na větší vzdálenost a výšky než sací dopravníky. Kombinované dopravníky mají charakteristické znaky obou předchozích zařízení.

Pneumatické nízkotlaké dopravníky jsou určeny pro dopravu pořezaných i nepořezaných stébelnin tlačných proudem vzduchu. Používají se k uskladnění slámy o sušíně nad 80 % a suchých pícnin ve stodolách, halách a v podstřešních prostorech. Pro dopravu sena z vojtěšky a jetele se nedoporučují kvůli možné separaci lístků a stonků. Materiál je vkládán do proudu vzduchu zúženým přechodem za násypkou nebo je nasáván trubicí. Tyto dopravníky jsou vybaveny elektromotory, výjimečně spalovacími motory o jmenovitém výkonu 20 až 50 kW. Dosahují výkonnosti 10 až 22 t.h⁻¹ při vodorovné přepravní vzdálenosti 30m a výšce 10 m. Spotřeba energie se pohybuje mezi 2 až 2,3 kWh.t⁻¹. Pro dosažení vysoké výkonnosti se doporučuje použít nízkotlaký ventilátor s výkonem nejméně 3 m³.s⁻¹ a rychlostí proudu vzduchu alespoň 20 m.s⁻¹.

Středotlaké pneumatické dopravníky se používají v zemědělství k dopravě zrnin. Zrno je unášeno proudem vzduchu v potrubí ve vodorovném i svislém směru. Pneumatická doprava zrnin je vhodná pro plnění i vyprazdňování skladovacích prostorů.

Pro dopravu zrnin v proudu vzduchu je nutné, aby rychlost vzduchu byla vyšší než tzv. rychlost kritická, při které se zrno vznáší v proudu vzduchu.

Vzhledem ke kritickým rychlostem zrnin je třeba volit rychlost vzduchu v rozmezí 23 až 26 m.s⁻¹. Spodní hranice rychlosti vzduchu je dána potřebou dobrého unášení zrn, horní hranici určuje nebezpečí poškození zrn o stěny potrubí. Výkon ventilátoru by měl být 1 až 1,5m³.sec⁻¹. Středotlaké pneumatické dopravníky určené pro zrniny používají elektromotory o jmenovitém výkonu 4,5 až 12 kW a dosahují výkonnosti 2 až 9 t.hod⁻¹. Při vodorovné přepravní vzdálenosti 10m a přepravní výšce 10m mají spotřebu energie 1,2 až 2,25 kW.h⁻¹.



Obrázek č. 2.3.5.1- systémy pneumatických dopravních zařízení

Systémy pneumatických dopravních zařízení: A) sací; B) tlačné; C) kombinované

- 1) přívod vzduchu 2) materiál 3) sací jehla 4) ohebné sací potrubí 5) potrubí
- 6) cyklon 7) podávač 8) ventilátor 9) násypka

(4)

2.3.4. Válečkové a kladičkové tratě

Je to dopravní zařízení, jehož typickým znakem je řada válečků nebo kladiček otočných kolem svých čepů nebo hřídelů, uložených ve stabilních nebo přestavitelných rámech. Ložené předměty se dopravují pomocí síly působící na vlastní předmět, nebo vlivem nucené rotace válečků.

Válečkové tratě slouží výhradně pro přepravu a skladování kusového zboží ve vnitrozávodní dopravě, hlavně ve firmách s „pásovou“ výrobou“

Válečkových tratí se může použít v uzavřeném technologickém procesu buď samostatně, nebo tvoří pouze prvek celého dopravního souboru. Proto je vždy důležité vyřešení nakládacích a vykládacích míst navazujících na válečkové tratě.

Válečkové tratě můžeme rozdělit na 3 základní typy:

- a) Sběrné tratě - výrobky (předměty) se odkládají na válečkové tratě a přemísťují se tím tak na další pracoviště či na jiná operativní místa.
- b) Výrobní tratě – dopravníky obstarávají dopravu mezi skupinami jednotlivých pracovišť. Na konci tratě bývá výrobek většinou technologicky dokončen. Tato linka bývá povětšinou přímá.
- c) Montážní tratě – dopravuje montovaný předmět mezi jednotlivými pracovišti a na rozdíl od výrobní tratě, předmět na trati montážní neustále setrvává. Výkon tratě je dán vždy časově nejnáročnější montážní operací.

Další dělení válečkových tratí:

- a) Nepoháněné, předmět se pohybuje silou, kterou na něj vyvíjí obsluha, nebo je trať pod mírným úhlem a předmět se pohybuje pomocí gravitační síly. Počáteční impulz k pohybu mu uděluje opět obsluha.
- b) Poháněné tratě, kdy do pohybu uvádějí předmět válečky s náhonem.

Tyto tratě můžeme ještě dále rozdělit na:

- 1) S volnými válečky, které jsou poháněny lankovým mechanismem (udělení rotace jen pomocí tření váleček-lanko)
- 2) S válečky, které jsou spojeny s pohonem systémem „pero drážka“
- 3) S válečky prokluznými, kde je točivý moment předáván jen válečku pod zatížením a to tím způsobem, že váleček po zatížení dosedne svým povrchem na hnanou hřídel a tím se přeneše točivý moment z hřídele na váleček

Pro úplnost, ještě uvádím členění tratí dle zatížení:

- a) Zatížení lehké – 1kN na běžný metr tratě
- b) Zatížení střední – 2kN na běžný metr tratě
- c) Zatížení těžké – 5 kN na běžný metr tratě

Základní zásadou pro konstrukci válečkových tratí je nutnost spočinutí přepravovaného předmětu, v každé situaci na trati, minimálně na dvou válečkách zároveň.

V místech nárazů na dopravník (nakládání) se používá válečků s větší nosností nebo se volí menší rozteč válečků. Protože předměty se pohybují na dopravníku působením vlastní tíhy, musí být trať skloněná. Velikost sklonu závisí na uložení válečků, dále na hmotnosti a na druhu přemísťovaného materiálu. Rychlost přemísťování je obvykle kolem 20 m min^{-1} . U vodorovných dopravníků, se předměty posunují ručně. Při dopravování gravitačním dopravníkem je nutno-při větších dopravních vzdálenostech vyrovnat výškové ztráty začleněním dalších elementů. K tomu se používá zdvihacích pneumatických nebo hydraulických stolů, laťkových a pásových dopravníků, popřípadě jiných zařízení.

Z těchto dopravníků je možno vytvořit celý dopravní systém s několika větvemi tratě, které se podle potřeby spojují nebo rozdělují. Proto se používá různých odboček a výhybek, které mohou být ovládnuty i automaticky. V místech, kde dopravník přetíná

jinou dopravní cestu, se používá zdvižných článků, které jsou v době klidu dopravníku odklopeny. Válečkové dopravníky bývají někdy zavěšeny na sloupech nebo na stěnách, takže nepřekázejí provozu a sklopí se před uvedením v činnost. Mohou být stacionární nebo přemístitelné pojížděním, popřípadě přenášením.

Válečkovými dopravníky lze vyřešit i komplikované dopravní problémy. Používá se jich především v mezioperační dopravě, na montážních linkách, ve skladech a v expedičních odděleních, při nakládání a vykládání dopravních prostředků. Vyžadují však zboží vhodného tvaru a tvrdého povrchu, který umožňuje pohyb po válečkách. Menší předměty se dopravují ve schránkách nebo bednách, popřípadě se ukládají na dřevěné nebo ocelové podložky.

Válečkové dopravníky umožňují dobře kombinaci i s jinými druhy dopravníků, zejména se skluzy, s kladičkovými tratěmi, pásovými, deskovými, laťkovými, a visutými řetězovými dopravníky, výtahy a elevátory.

V místech, kde je k dispozici malý půdorysný prostor, používá se spirálových, válečkových skluzů, přičemž se využívá větších výškových rozdílů. Válečkové dopravníky umožňují použít samočinných počítačů a fotobuněk pro početní kontrolu a třídící zařízení, která samočinně třídí materiál podle určitých hledisek na několik válečkových dopravníků vedoucích k určitým pracovištím. Začleňují se do nich i různé přípravky k obrácení materiálu, značkování apod. Pro svou jednoduchost jsou válečkové dopravníky obvyklým vybavením automatických linek.

Kladičkové tratě

Kladičkové dopravníky se funkčně podobají válečkovým dopravníkům. Předměty se ale dopravují na kladičkách otočných na pevném hřídeli. Jednotlivé části tratí jsou spolu navzájem spojeny pomocí výztuh. Celá trať je složena z jednotlivých článků a spočívá na výškově stavitelných podpěrách umístěných pod místem spojení dvou rámců. Oblouky se samozřejmě podpírají ještě v půlce své délky kvůli stabilitě daného segmentu. Rozmístění kladiček, úhly drah a sklony, to vše upravují příslušné normy.

Dopravní linka může být sestavena na šířku ze dvou až devíti článků podle rozměrů, tvaru a tíhy přepravovaných předmětů. Z jednotlivých kusů dráhy lze sestavit libovolné kombinace tratí. Sklon dráhy závisí na váze, tvaru a hladkosti dopravovaných předmětů. Oblouky se tvoří sestavováním článků s menší délkou. Tyto články umožňují změnu směru dopravy přibližně o 20° na každou stranu.

Válečkové a kladičkové tratě mají nejčastější použití v logistice- přepravky, palety, kontejnery a podobné pomůcky pro usnadnění manipulace a logistiky.

Požadavky na manipulační jednotky:

- a) Ochrana předmětů do nich vložených
- b) Stohovatelnost jednotek
- c) Správné váhové a rozměrové jednotky, aby usnadňovali manipulaci
- d) Úspora při přesunu více jednotek najednou
- e) Zachovat vlastnosti jednotky po celou dobu její životnosti

(6)

Paleta

Paleta je pevná vodorovná plocha s minimální výškou nakládací plochy, vhodná pro manipulaci s vidlicovými vysokozdviznými vozíky. Palety mají normované rozměry 800x1200mm.

Základní technické údaje o paletách:

Tabulka č. 2.3.6.1 - základní technické údaje o paletách

Druh palety	Vlastní hmotnost (kg)	Nosnost (kg)	Půdorysné rozměry (mm)
Prostá paleta dřevěná	25	1500	1200 x 800 x 140
Lisovaná dřevěná paleta	7,5	250	1200 x 800 x 140
Plastová paleta plná	23	4500	1200 x 800 x 150
Plastová paleta odlehčená	20	500	1200 x 800 x 130
Plastová paleta roštová	20	1000	1200 x 800 x 145
Ohradová paleta s kovovými nástavci	85	1500	970 x 1240 x 835

Základní dělení palet dle materiálu, z nichž jsou vyrobeny:

- a) Dřevěné- vratné, nevratné
- b) Plastové - umožňují použití v potravinářství (maso, masné výrobky, drůbež, pečivo), chemickém průmyslu a farmaceutickém průmyslu. Používané plasty odolávají vlivům škodlivých činitelů, mají dlouhou životnost, jsou nenasákavé, snadno omyvatelné, jsou odolné vůči působení chemikálií, mají dobré mechanické vlastnosti a nízkou hmotnost. Rozměrová stabilita a stálá hmotnost usnadňují přesné skladování.
- c) Kovové – ocel, hliník, vyrobeny svařováním z profilů, odolné vůči agresivním látkám, omyvatelné, nenasákavé, nehořlavé, teoretická dlouhá životnost

Palety používané v zemědělství a stavebnictví:

Ohradové palety

Ohradové palety jsou určeny k uložení materiálů v přepravním balení (sáčkové brambory, ovoce, zelenina) a pro přepravu materiálů volně ložených (obilí, granule, brambory, zelenina). Ohrazení je tvořeno galvanicky pokovenými nástavci ze síťoviny průměru drátů 6 a 8 mm, oka mříží 50 x 100 mm, sklopná dvířka. Rám je zesílený pro umožnění stohování. Z hlediska únosnosti jsou vyráběny v řadách: 500 kg – 1000 kg – 2000 kg – 3000 kg. Lze je stohovat až do pěti vrstev. Metalické ohradové palety se využívají pro manipulaci s nebezpečným odpadem. Rozměry palet (d x š x v) 840 x 640 x 600 mm, 1240 x 840 x 600 mm.

Sloupkové palety (rychlý stohovací skladovací systém)

Jsou vhodné k uložení břemen, která neumožňují přímé stohování. Jsou tvořeny sloupky, které umožňují stohování nezávisle na stupni zaplnění palety břemeny. Jsou tvořeny základním rámem se čtyřmi sloupky v rozích, do nichž lze vkládat další základní rám, resp. pro prodloužení sloupků nasouvací trubky nebo čtvercové profily (záleží na provedení sloupků), na jejich konec se vloží další základní rám.

Přepravky a koše

Přepravka je souborný název pro vratné rozvážkové bedny, opatřené otvory pro uchopení a konstruované pro stohování.

Plastové přepravky jsou konstruovány v modelové řadě 600 x 400 mm s rozdílnými výškami. Jsou vyrobeny z polyetylénu (HDPE) a barviv, splňujících podmínky pro styk s potravinami. Přepravky jsou vyrobeny ze zdravotně nezávadného a plně recyklovatelného materiálu. Stěny a dno přepravky mohou být plné nebo s otvory, resp. sítím. Konstrukce přepravek zaručuje stabilitu při přepravě, jsou stohovatelné a mohou být opatřeny víkem. Pro ruční manipulaci jsou opatřeny madly s obvodovou výztuhou. Vyrábějí se pro širokou škálu objemů (od 3 litrů až po 165 litrů). Výšky přepravek jsou variabilní, například 131 mm, 162 mm, 220 mm, 324 mm, 420 mm. Nosnost přepravek je do 30 kg. Jsou používány v potravinářství, zemědělství, zahradnictví, ovocnářství. Jedná se například o přepravky na lahve, zeleninu, pečivo, masné výrobky a další drobný kusový materiál.

Dále je mnoho dalších způsobů jak hromadně přepravovat drobný materiál, ovšem ty už nesplňují podmínku transportu pomocí dopravníků.

(5)

3. Stanovení hlavních parametrů pro výběr vhodných dopravníků pro realizaci dopravy sypkých hmot

Při výběru vhodného dopravníku pro zamýšlené dopravní a manipulační operace je důležité stanovit potřebné parametry, které vycházejí ze sestavy technologické linky, resp. z charakteru prostředí a vlastností přepravovaných břemen.

Správné stanovení hlavních parametrů je závislé:

- a) Dopravní výkon [t/h] – jedná se o hmotnost materiál přepraveného pomocí dopravníku za jednotku času-hodina, v některých případech se používá termín “přepravovaný objem”.
V konečném důsledku se ovšem tyto dvě veličiny nechají korigovat údaji o materiál uvedeném pod odkazem d)
- b) Dopravní výška [m] – pojem, který označuje vertikální vzdálenost dvou bodů (místo nakládky a vykládky)
- c) Dopravní délka [m]- vzdálenost, kterou musí materiál urazit po dopravníku, aby se dostal na požadované místo
- d) Dopravovaný materiál – výrobci dopravníků musíme poskytnout základní údaje o materiálu, který je potřebné přepravovat

Mezi základní údaje o materiálu patří: 1) objemová hmotnost [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] –

hmotnost materiálu v 1m^3 objemu

- 2) sypný úhel - Úhel mezi základnou a površkou kužele VOLNĚ nasypaného materiálu

- e) Pracovní prostředí a prostorové/rozměrové omezení pro umístění dopravníku

Toto jsou údaje, které je nutné znát pro výběr správného dopravníku. Pokud vhodný dopravník není na trhu k dispozici, lze s výrobcem projednat výrobu prototypu. Ve většině případů požaduje výrobce zařízení vzorek dopravovaného materiálu, aby si mohl ověřit dané fyzikální vlastnosti a mohl navrhnout koncepci vhodného dopravníku.

4. Určení faktorů, které ovlivňují používání dopravníků.

4.1 Rozdělení faktorů

Je mnoho faktorů, které ovlivňují správnou a hlavně bezproblémovou funkci dopravníků.

Dělíme je na: a) vliv povětrnostních podmínek

Například z hlediska úletu přemístování semene trav na pásové dopravníku- při větším vánku semena vzhledem k své hmotnosti snadno odlétají mimo dopravník. Při přepravě zrna při dešti je nevhodná volba otevřeného dopravníku, protože může dojít k nežádoucímu navlhnutí.

b) vliv přepravovaného materiálu

- specifická hmotnost materiálu, na niž byl dopravník navržen
- čistota přepravovaného materiálu

c) vliv obsluhy

- kvalifikovaná a proškolená obsluha
- monotónnost práce-nebezpečí úrazu
- škodlivost prostředí-prach z přepravovaného materiálu

d) vliv umístění dopravníku

-jestliže umístíme novou technologii ve starších halách či objektech, velmi často nastávají problémy s umístěním (nosné prvky budov, nízký strop, malá měrná nosnost podlahy apod.)

e) vliv zařízení na přísun materiálu

-nutnost zachování kontinuálního přísunu přepravovaného materiálu (vytíženost přepravní jednotky)

f) vliv organizace přepravy

-předem plánovat přepravu materiálu, aby nebylo materiál nutno vícekrát překládat, než se dostane na určené místo

g) vliv správného nastavení a umístění dopravníku

-zachování technických požadavků, na které byl dopravník konstruován (úhel sklonu (případné přesypání materiálu))

5. Návrhy pro organizační začlenění dopravníků

Tabulka 5.1 Návrh dopravníků vhodných pro
Hlíny, zeminy, písky

Použitelný dopravník	Poznámka
Pásový dopravník	pryžotextilní pásy chevronové pásy hladké pásy pásy s unašeči tvaru V samonosný s bočním vedením
Korečkové elevátory	Kovové provedení Pozinkové provedení
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu
redlery	

Tabulka 5.2 Návrh dopravníků vhodných pro
Štěrky

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	Pásy s unašeči tvaru V Profilované pásy
Dopravník s modulárními pásy	Kovové pásy Odolnost vůči abrazivnosti
Článekové dopravníky	
Korečkové elevátory	Korečky z odolnějších materiálů Vyšší konstrukční tuhost dopravníku
redlery	Otěruvzdorné materiály
Valečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.3 Návrh dopravníků vhodných pro
Obiloviny

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	pryžotextilní pásy chevronové pásy hladké pásy pásy s unašeči tvaru V samonosný s bočním vedením
Korečkové elevátory	Korečky z pevných plastů Kovové provedení
redlery	
Vibrační dopravníky	Jakékoliv provedení, dle požadavku rychlosti toku materiálu
Šnekové dopravníky	Plná šnekovice Tvarová šnekovice
Pneumatické dopravníky	Konstrukční materiál odolný vůči abrazivnímu opotřebení
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.4 Návrh dopravníků vhodných pro
Okopaniny

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	Pásy s unašeči Pryžotextilní pásy
Čláňkové dopravníky	Bez omezení
Dopravníky s modulárnímy pásy	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.5 Návrh dopravníků vhodných pro
Ovoce a zeleninu

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	Pásky s unašeči Pryžotextilní pásy
Článekové dopravníky	Bez omezení
Dopravníky s modulárními pásy	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.6 Návrh dopravníků vhodných pro
Sena a slámy

Použitelný dopravník	poznámka
Pneumatický dopravník	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.7 návrh dopravníků vhodných pro
Pícniny

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	Pásky s unašeči Pryžotextilní pásy Samonosný s bočním vedením
Článekové dopravníky	Bez omezení
Dopravníky s modulárními pásy	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.8 návrh dopravníků vhodných pro
Průmyslová hnojiva

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	pryžotextilní pásy chevronové pásy hladké pásy pásy s unašeči tvaru V samonosný s bočním vedením
Článekové dopravníky	
Korečkové elevátory	Korečky z chem. odolných materiálů
Redlery	Odolné materiály přicházející do styku s hnojivy
Vibrační dopravníky	Kovové provedení Nerezové provedení
Šnekové dopravníky	Bez omezení
Pneumatické dopravníky	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.9 Návrh dopravníků vhodných pro
Krmné směsi

Použitelný dopravník	poznámka
Pásový dopravník	pryžotextilní pásy chevronové pásy hladké pásy pásy s unašeči tvaru V samonosný s bočním vedením
Článekové dopravníky	Jen granulované krmné směsi
Korečkové elevátory	Korečky z tvrzených plastů Kovové korečky
Redlery	
Vibrační dopravníky	Jen pro granulované krmné směsi
Šnekové dopravníky	
Pneumatické dopravníky	
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

Tabulka 5.10 Návrh dopravníků vhodných pro přepravu

Zvířat

Použitelný dopravník	poznámka
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu
Čláňkové dopravníky	Pouze mrtvá zvířata
Pásové dopravníky	Pouze mrtvá zvířata pryžotextilní pásy chevronové pásy hladké pásy samonosný s bočním vedením

Tabulka 5.11 Návrh dopravníků vhodných pro přepravu

Betonu

Použitelný dopravník	poznámka
Pásové dopravníky	pryžotextilní pásy pásy s unašeči tvaru V
Válečkové tratě	Materiál musí být umístěn ve vhodném přepravním modulu

6. Závěr

Cílem této práce bylo provést analýzu sypkých hmot v oborech stavebnictví a zemědělství. Provést analýzu dopravníků určených pro dopravu sypkého materiálu. Určení parametrů pro výběr daného typu dopravníku na sypký materiál. Zjistit faktory, které nějakým způsobem ovlivňují použití dopravníků a v konečné fázi určit použití daných dopravníků na příslušný materiál.

Tato práce by měla pomoci při orientačním výběru dopravníku. Bližší konstrukční požadavky se musí ovšem řešit s daným výrobcem, neboť každý výrobce má svoji technologii a zásady při výrobě.

7. Seznam použité literatury

1. Ing. Syrový Otakar, Csc. a kolektiv: Racionalizace manipulace s materiálem v zemědělství, Statní zemědělské nakladatelství v Praze, 1983
2. Prof. Smitka V., Prof. Mudra J., Doc. Král E.: Mechanizace a provádění staveb, Nakladatelství technické literatury, Praha, 1968
3. Prof. Dražan F., Ing. Jeřábek K.: Manipulace s materiálem, SNTL ALFA, Praha, 1979
4. Ing. Syrový Otakar, Csc. a kolektiv: Doprava v zemědělství, Profi Press, Praha, 2008
5. Ing. Ivo Celjak, CSc.: Dopravní a manipulační zařízení (interní učební text JČU-ZF), České Budějovice, 2010
6. Ing. Kašpárek Jaroslav: Dopravní a manipulační zařízení (učební text VUT FSI Brno),
7. http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=86
8. <http://www.akaska.cz/sdruzeni-ms/>
9. <http://www.rox.cz/vyrobky0100-sypke-hmoty.php>
10. <http://www.vibros.cz/vibracni-stroje/dopravniky-a-podavace/>
11. http://www.techkon.cz/nase_produkty_2.html
12. <http://www.mogensen.co.uk/index.php?page&Id=96&u=21&t=4>