

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Nositelka řádu práce

FAKULTA STROJNÍ

Obor 23 - 21 - 8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský
a spotřební průmysl

Zaměření

BALÍČÍ A POLYGRAFICKÉ STROJE

Katedra částí strojů a mechanismů

MANIPULACE A DOPRAVA ODPADOVÉHO PAPÍRU V TISKÁRNĚ

KST / 78

Pavel N Á P L A V A

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing. Štěpán Beneš, CSc,
VŠST Liberec

Rozsah práce a příloh:

počet stran	53
počet tabulek:	9
počet obrázků:	9
počet příloh:	5
počet výkresů:	6
počet grafů:	1
počet skic:	18 /viz pozn.str.47/

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní
Katedra: části strojů a mech. Školní rok: 1985/86

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Pavla Náplavu
obor 23-21-8, zaměření balicí a polygrafické stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Manipulace a doprava odpadového papíru v tiskárně

Zásady pro vypracování:

Zpracování a likvidace odpadového papíru v n.p. Moravské tiskařské závody Olomouc v současné době klade vysoké nároky na prostor a ruční práci. Provedte:

1. Rozbor současného stavu v uvedeném závodě a rozbor možností moderního řešení
 2. Alternativní návrh pro podmínky MTZ n.p. Olomouc
 3. Zhodnocení a výběr optimálního řešení zadaného problému
 4. Konstrukční řešení potřebných zařízení pro manipulaci s odpadem
 5. Ekonomické zhodnocení navrženého řešení
- Do 20.12.1985 proveďte body 1 až 2.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

V69/86.S

Rozsah grafických prací: 2 x A3

Rozsah průvodní zprávy: 35 stran

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Štěpán Beneš, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 20.3.1985

Termín odevzdání diplomové práce: 20.5.1985




Doc. Ing. E. Krejčíř, CSc.
Vedoucí katedry


Doc. Ing. Jan Alexin, Sc.
Děkan

v Liberci dne 20.3. 1985

M Í S T O P Ř Í S E Ž N Ě P R O H L Á Š E N Í

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

V Liberci 23.5.1986

Kaplan Pavel

O B S A H	4
Seznam použitých symbolů a zkratek	5
ÚVOD	7
1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	9
1.1. Charakter odpadového papíru a místa výskytu.	9
1.2. Množství a způsob dopravy odpadového papíru.	11
1.3. Popis zpracování odpadového papíru v lisovně.	12
1.4. Problémy s expedicí odpadového papíru do n.p. Sběrné suroviny.	13
2. ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ V JINÝCH ZÁVODECH	14
2.1. Způsob pneumatické dopravy papírového odpadu od třínožového řezacího stroje v závodě 7 MOST n.p. SEVEROGRAFIA.	14
2.2. Pneumatická doprava papírového odpadu od třínožového řezacího stroje v závodě 4 SADSKÁ n.p. POLYGRAFIA.	15
3. ROZBOR MOŽNOSTÍ MODERNÍHO ŘEŠENÍ	17
3.1. Automatická mechanická doprava.	17
3.2. Automatická pneumatická doprava.	17
3.2.1. Přednosti a nedostatky pneumatické dopravy.	20
3.2.2. Návrh a výpočet parametrů pneumatické dopravy.	21
4. ALTERNATIVNÍ NÁVRH PRO PODMÍNKY ZÁVODU OLOMOUC	32
4.1. Popis navrhované varianty "A".	34
4.2. Popis navrhované varianty "B".	40
5. ZHODNOCENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ	44
6. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VARIANTY "B"	47
7! EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	50
ZÁVĚR	52
LITERATURA	53

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.

b	- šířka /m/
d	- průměr /m/
f	- součinitel tření /1/
g	- tíhové zrychlení /m s ⁻² /
k	- Gasterstädtův součinitel /1/
l	- délka /m/
m	- hmotnost /kg/
n	- měrný příkon /kWh Mg ⁻¹ m ⁻¹ /
p	- tlak /Pa/
v	- rychlost vzduchu /m s ⁻¹ /
v _s	- rychlost vznosu /m s ⁻¹ /
w	- ustálená rychlost dopravovaného materiálu /m s ⁻¹ /
F	- síla /N/
H	- převýšení dopravní trasy /m/
L	- délka dopravní trasy /m/
Mm	- hmotnostní průtok dopravovaného materiálu /kg s ⁻¹ /
Mv	- hmotnostní průtok dopravního vzduchu /kg s ⁻¹ /
N	- výkon /W/ - příkon /W/
O	- obvod /m/
R	- měrný tlakový spád /Pa m ⁻¹ /
Re	- Reynoldsovo číslo /1/
S	- plocha, průřez /m ² /
V	- objemový průtok /m ³ s ⁻¹ /
W	- aerodynamická síla /N/
α	- úhel /rad/
β	- součinitel polohy oblouku /1/
ε	- ekvivalentní drsnost stěny /m/

- ξ - součinitel místního odporu /1/
- η - účinnost /1/
- λ - součinitel tření při proudění kapaliny v potrubí /1/
- μ - hmotnostní směšovací poměr dopravní /1/
- ν - kinematická viskozita /m²s⁻¹/
- ξ - součinitel odporu proti pohybu materiálu v potrubí /1/
- ρ - měrná hmotnost /kg m⁻³/
- φ - sypný úhel materiálu /rad/
- ψ - odporový součinitel částice /1/

Ú V O D .

Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje na léta 1986 - 1990 a výhled do roku 2000, přijaté na XVII.sjezdu, ukazují cesty jak realizovat urychlení rozvoje našeho národního hospodářství. Mezi jinými, je to především rozhodné zlepšení efektivnosti a kvality celého výrobního procesu, vyšší zhodnocování energetických, surovinových, materiálových, pracovních a finančních vstupů, které máme k dispozici. Jde tedy o podstatný růst osobní spotřeby na základě urychlení rozvoje ekonomiky prosazením všestranné intenzifikace a hospodárnosti a důsledným nástupem realizace výsledků vědeckotechnického pokroku v praxi.

Znamená to také, že v ničem nezastaraly požadavky, které lze shrnout pod známé heslo - být dobrým hospodářem na svém pracovišti. Odpovědně, tvořivě přistupovat k práci, hledat rezervy, možnosti k vyšším úsporám i výkonům, odvádět kvalitní práci. K tomu stojí za uvážení, že předpokládaného růstu národního důchodu o 18 - 19% v 8. pětiletce musíme dosáhnout nepoměrně vyššími tempy růstu efektivnosti než dosud a přitom bez vyšších nároků na suroviny, materiální a energetické zdroje. Na každém úseku činnosti by se měl každý zamýšlet nejen kolik se vyrobí, ale také za kolik, s jakou potřebou vstupů, s jakými technickoekonomickými parametry. Množství materiálu, surovin a výrobků, které na příklad u nás vstupují do manipulačního procesu, je na jednotku hrubého společenského produktu asi 2x vyšší než v některých hospodářsky vyspělých zemích.

Přes řadu opatření realizovaných v posledních letech, ná-

roky na oblast manipulace a přepravy vzrůstají, takže je v ní v současné době zaměstnáno téměř 2.mil. pracovníků, což představuje asi 28% z celkového počtu všech pracujících v našem národním hospodářství.

Pod zorným úhlem těchto skutečností stojí i problematika této diplomové práce, zabývající se dosavadními problémy v praxi a dále týkající se racionalizačních opatření při manipulaci a přepravě odpadového papíru, jako důležitého druhotného surovinového zdroje úspor a zvláště pak jeho efektivnějšího zhodnocení v polygrafických závodech.

V polygrafických závodech zpracovávajících jako hlavní surovinu papír, je tento také nejčastějším odpadem. A není ho málo. Roční množství se pohybuje řádově v tisících tunách. Z poloviny jeho množství by se na příklad dala vyrobit všechna lepenka potřebná pro vazbu knih. Je zajímavé, že zdokonalováním techniky vzniká zatím stále větší množství odpadu. V některých tiskárnách se pohybuje až kolem 20% z celkem potištěného papíru.

Papírový odpad je cenná druhotná surovina, která se dá maximálně zhodnotit a použít v papírenské výrobě. Tržba za jeho prodej představuje značnou finanční částku. V Moravských tiskařských závodech n.p. Olomouc v závodě 11 tato částka ročně představuje přibližně 682 tis.Kčs za odevzdaných 853 tun odpadového papíru Sběrným surovinám. Na druhé straně je však pro tiskárenský provoz zdrojem organizačního a pracovního zatížení. Při manuální dopravě a balení, což je velmi namáhavá a nepříjemná práce, se zaměstnává řada pracovníků, sice pomocných, ale právě těch je stále větší nedostatek. Práce a

starosti s likvidací odpadového papíru zaměstnává zároveň také řídící pracovníky.

V moderní průmyslové výrobě s mechanizací a automatizací výroby a dopravy, je třeba mechanizovat a automatizovat i dopravu odpadů. U moderních výrobních linek je okamžitý a neustálý odsun odpadu dokonce nutností, bez které stroj nepracuje.

V současné době, jak vyplývá ze závěrů pro 8. pětiletku, bude třeba klást větší důraz na třídění jednotlivých druhů odpadového papíru, protože tříděný dle druhů je více ceněn. Smíšený papír je pro papírenský průmysl poměrně nekvalitní surovina, která má jen velmi omezené použití. Nejlépe se třídí odpadový papír přímo při svém výskytu. Jde vlastně o zachování druhů, které je potřeba udržet při výskytu, dopravě, případně skladování a lisování odděleně.

1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU.

1.1. Charakteristika odpadového papíru a místo výskytu.

a/ STRŽKY - většinou pásy nepotištěného papíru. Vyskytují se jako odpadový papír u rotačních kotoučových tiskových strojů při zavádění papíru do tiskového stroje a započetí tisku. Výskyt je ve třech odděleních závodu. V oddělení pro tisk novin u novinové rotačky, v ofsetové strojovně u dvou rotačních kotoučových strojů a v rotační knihtiskové strojovně u čtyř rot.

toučového papíru. Tento druh odpadu pro nevhodnost dalšího zpracování sběrné suroviny neodebírají. Proto se tímto druhem odpadu dále nebudeme zabývat.

c/ MAKULATURA - potištěné archy nebo složky papíru nevhodné pro další zpracování nebo expedici. Vysky-

tuje v různých tiskových strojích v závodě vli-

- g/ PAPIROVÝ OBRUS - jemný papírový obrus s prachem. Vzniká u linky pro výrobu knižních vazeb typu V 2 po odfrézování hřbetů knižních bloků. Pro tento druh odpadu bude závodem instalován briketovací lis.
- h/ VÝSEK - slepené archy s vysekanými otvory. Vyskytuje se při výrobě etiket u pěti vysekávacích strojů.

1.2. Množství a způsob dopravy odpadového papíru.

Viz příloha č.1.

Z oddělení pro tisk novin se za směnu přiveze jako papírový odpad přibližně 20 kg makulatury a 50 kg stržků. Tento odpad je dopravován v proutěném koši na paletovém vozíku chodbami kolem oddělení stereotypie až do oddělení lisování odpadového papíru. Tuto dopravu obstarává pracovník z oddělení tisku novin.

V knihtiskové strojovně je vždy u dvou sousedních strojů jeden proutěný koš do kterého se ukládá makulatura. Pro 11 strojů je zde 6 košů. Za směnu se zde nahromadí asi 30 kg makulatury z celého oddělení. Odvoz plných proutěných košů s makulaturou má na starosti pomocný dělník knihtiskové strojovny, což je jeho částečná pracovní náplň. Koše odváží na paletovém vozíku přes rotační knihtiskovou strojovnu.

V ofsetové strojovně se za směnu vyskytne jako papírový odpad přibližně 100 kg makulatury a 150 kg stržků. Odpadový papír je ukládán do ohradových palet ve kterých je odvážen přes knihtiskovou strojovnu, chodbami kolem oddělení stereotypie do oddělení odpadového papíru. Odvoz zajišťuje pomocný pracovník ofsetové strojovny.

V oddělení dokončujícího zpracování je situace nejtíživější. Za směnu se zde vyskytne 1400 - 1800 kg odřezů papíru, 3 až 4 velké igelitové pytle plné papírového ohrusu a 20 kg výseku. Odřezy u trojřezu SDY-EZ, který zakončuje linku LBW, padají na nově instalovaný pásový dopravník. Dopravník odstraňuje obtížné ruční nakládání odřezů do ohradových palet. Odřezy u linky na výrobu vazeb typu V 1 padají přímo z dopravního pásu linky do proutěného koše a odtud se vysouvají ručně do ohradových palet. Odřezy vyskytující se u jednočárových řezacích strojů jsou ukládány do ohradových palet. Zbytky papíru z výseku etiket jsou ukládány do polovičních ohradových palet. Ohradové palety jsou dopravovány přes oddělení přípravy papíru k lisování. Odvoz obstarávají v tomto oddělení dva pomocní pracovníci.

Z oddělení přípravy papíru se za směnu odveze 250 kg odřezů a obalového papíru. Odpadový papír je odvážen v dřevěných bednách. Bedny si většinou odváží po naplnění každý pracovník od řezačky sám.

V oddělení rotační knihtiskové strojovny se za směnu vyskytne 240 kg stržků a 30 kg makulatury. Tento odpad je odvážen v polovičních ohradových paletách chodbou do oddělení lisování odpadového papíru.

Ze skladu archového a kotouřového papíru se za směnu přiveze k lisování přibližně 30 kg obalového papíru v ohradové paletě.

1.3. Popis zpracování odpadového papíru v lisovně.

Pro značné množství odpadu ze všech oddělení tiskárny je odpadový papír lisován ve dvou paketovacích lisech PL 12. Tyto lisy obsluhují v jednosměnném provozu 3 pracovníci.

Plnění lisů se provádí ručně. Nejprve se otevřou horní dveře lisu a odklopí se příčník. Na dno lisu se položí lepenka nebo několik archů papíru. Komora lisu se začne ručně plnit materiálem. Když vrstva dosáhne horního okraje dveří, zavřou se i horní dveře a pokračuje se v plnění. Přiklopením se samočinně zapne motor. Pomalým sklopením páčky "beran" na hydraulickém rozvaděči do polohy dolů se beran začne pohybovat směrem dolů. Po celou dobu pohybu je nutné páčku držet stlačenou. Po zastavení beranu se páčka pomalu překlopí do horní polohy. Pak se odklápí příčník s beranem, komora se doplní a materiál se znovu slisuje. Tento postup se několikrát podle potřeby opakuje.

Na poslední vrstvu se opět položí lepenka, nebo několik archů papíru a po slisování se beran nechá v dolní poloze, vypne se hlavní vypínač. Otevřou se oboje dveře, drážkami se protáhnou vázací dráty a na přední straně balíku se sváží. Zapne se hlavní vypínač a pokračuje se tak, že při otevřených dveřích se zvedne beran do horní polohy a páčka označená "vyhazovač" se sklopí dolů. Tím se balík z lisu vysune. Po odvezení hotového balíku se odklopí příčník, zavřou dolní dveře a celý postup lisování se opakuje.

1.4. Problémy s expedicí odpadového papíru do n.p. Sběrné suroviny.

Denně slisuje oddělení lisování odpadového papíru v průměru 30 balíků. Během týdne se tudíž nahromadí přibližně 150 balíků. Tento stále přirůstající počet balíků se hromadí v prostoru dvora a ostatních volných prostorech závodu. Tato situace bývá často zdrojem organizačních problémů. Z těchto důvodů je snaha zajišťovat pravidelný odvoz odpadu.

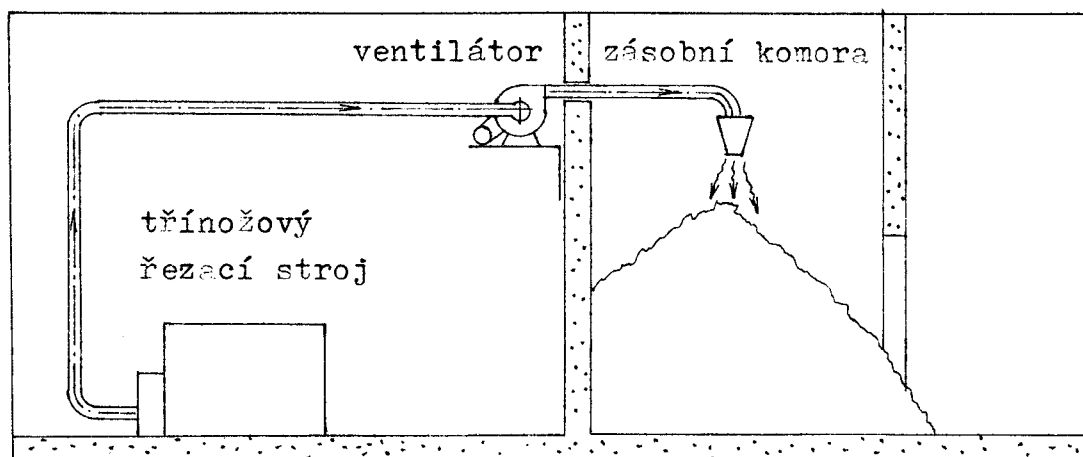
Problémem však bývá doprava v období sklizní, kdy železniční doprava je plně vytížená a není možno zajistit pro přepravu odpadu do Sběrných surovin železniční vůz.

K odběru odpadového papíru mají Sběrné suroviny připomínky týkající se především v nedodržování smluvené hmotnosti balíků, která je vlivem různé plošné hmotnosti druhů papíru rozdílná. Vyskytly se i případy, kdy balíky odpadového papíru obsahovaly předměty, které by se v nich neměly vyskytovat vůbec, jako na příklad sklenice, pracovní obuv, štočky a jiné nevhodné předměty. Z těchto případů je zřejmé, že nedostatky jsou způsobeny zejména nedostatečnou odpovědností pracovníků při zpracování odpadu a nedostatečnou organizací práce.

2. ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ V JINÝCH ZÁVODECH.

2.1. Způsob pneumatické dopravy papírového odpadu od třínožového řezacího stroje v závodě 7 MOST n.p. SEVEROGRAFIA.

V Mosteckém závodě je instalován smíšený systém pneumatické dopravy /obr.1/.



Obr.1 Smíšený systém pneumatické dopravy.

Nevýhodou tohoto systému je, že dopravní ventilátory jsou umístěny uprostřed dopravní cesty odpadového papíru. Při vnik-

nutí většího kusu, na příklad přepálená kniha, zamezí otáčení oběžného kola radiálního ventilátoru, což se projeví v prokluzování a pískání řemenic, kterými je ventilátor poháněn od elektromotoru. Odstranění této malé závaży, leč zdržující výrobu, je jednoduché: vypnout výrobní linku i pneumatický systém, otevřít kontrolní otvor a vyjmout odpad bránící plynulé dopravě.

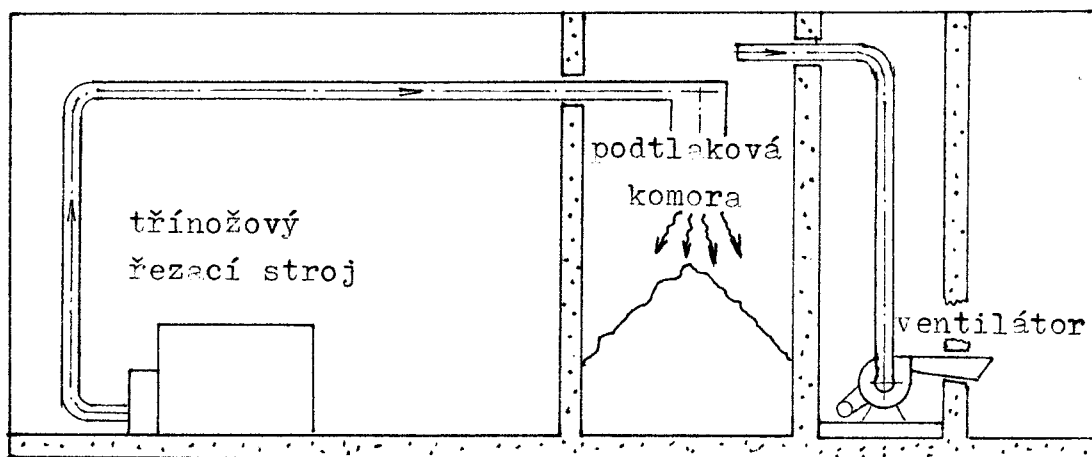
Dopravní radiální ventilátory jsou umístěny přímo v oddělení knihařského zpracování, což je důsledkem dalšího negativního jevu, kterým je zvýšená hlučnost od dopravního ventilátoru už v tak dosti hlučném pracovním prostředí.

Dalším velmi negativním jevem je velká prašnost v lisovně. Papírový prach vzniká při vlastním řezání v trojřezu a hlavně pak uvolněním a otěrem v potrubí, ve kterém je odřez dopravován značnými rychlostmi do zásobní komory. Jelikož se zásobní komora musí vybírat ručně, tak se prach dopravovaný pseudopravou víří a usazuje se ve velmi značném množství v místnosti vlastního lisování. V této místnosti, pro vysokou prašnost, jsou tak nevyhovující pracovní podmínky, že zde žádný pracovník dlouho nevydrží pracovat. Lisovnu nelze totiž dostatečně odvětrat.

2.2. Pneumatická doprava papírového odpadu od třínožového řezacího stroje v závodě 4 SADSKÁ n.o. POLYGRAFIA.

V závodě SADSKÁ je instalován podtlakový systém pneumatické dopravy /obr.2/, kde je využito podtlakové komory, z které je odčerpán vzduch ventilátorem. Výhodou tohoto systému je, že dopravovaný materiál neprochází přes dopravní ventilátor. Nevýhodou však je, že vybírání podtlakové komory může být prováděno jen při vypnuté lince na výrobu vazeb a sou-

časně vypnutém pneumatickém systému. Vybírání odpadu z podtlakové komory je ruční.



Obr.2. Podtlakový systém pneumatické dopravy.

Dopravní radiální ventilátor je umístěn v samostatné místnosti. Jeho hlučnost se tedy neprojevuje na žádném z pracovišť. Prašnost v místnosti lisování odpadového papíru je zanedbatelná. Dopravní vzduch je po odloučení odřezů v podtlakové komoře vháněn mimo fasádu. Okolní prostředí tento vzduch nijak neznečišťuje, což je dáno zřejmě velkou odlučivostí rozměrné odlučovací komory /cca 30 m³/.

Sběrné suroviny odvázejí odpadový papír ze závodu nepravidelně. Odvoz zde závisí na uvolnění vagonů v železniční dopravě. Připomínky Sběrných surovin na odpadový papír se týkal pouze zvýšené vlhkosti způsobené skladováním papíru na volném prostranství.

Závěrem lze říci, že pokud nebudou současně s pneumatickou dopravou instalována protiprašná a protihluková opatření a nebude-li odstraněno ruční plnění lisů pak tato doprava přináší zároveň se zlepšením manipulace s odpadovým papírem mnoho problémů s pracovním prostředím.

3. ROZBOR MOŽNOSTÍ MODERNÍHO ŘEŠENÍ.

3.1. Automatická mechanická doprava.

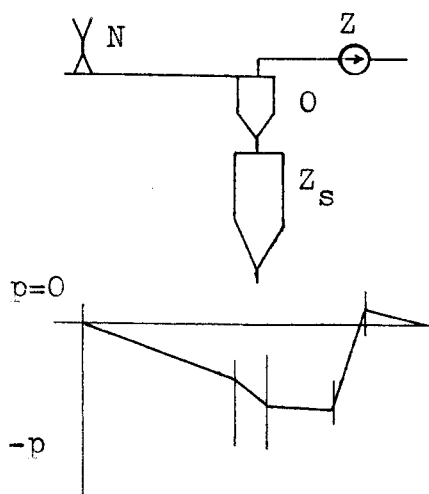
Papír se dopravuje od míst výskytu až k místu uložení nebo lisování pásovými dopravníky opatřenými bočnicemi a zavěšenými zpravidla pod stropem spodního podlaží, pod výrobní halou. Stroje produkující odpad je potřeba umístit v tomto případě nad pásem /vytvořit vhodnou dispozici s ohledem na pás/, odpad spadává, nebo se vyhazuje shozy /otvory v podlaže/ na dopravní pás. Pro závod Olomouc tato možnost nepřichází v úvahu, protože místnosti, ve kterých se vyskytuje odpadový papír jsou přízemní. Sběrné dopravníky mohou být však umístěny i v témže podlaží se stroji, například u stěny, aby nepřekážely provozu, nebo uloženy mimoúrovňově s přívozem odřezů od strojů užšími dopravníky i ve sklonu nahoru. Využití sklonu se doporučuje do 28° .

Výhoda této automatické dopravy odpadového papíru spočívá v menších pořizovacích nákladech /není potřeba náročného zařízení jako u pneumatické dopravy/. Mechanická doprava umožňuje při vhodném uspořádání pásů i třídění, zejména vybírání /ruční/ předmětů nezatřící do odpadového papíru nebo příměsí jiných druhů přímo na pásu. Hodí se pro menší a střední knihárenské provozy bez použití automatických linek.

3.2. Automatická pneumatická doprava.

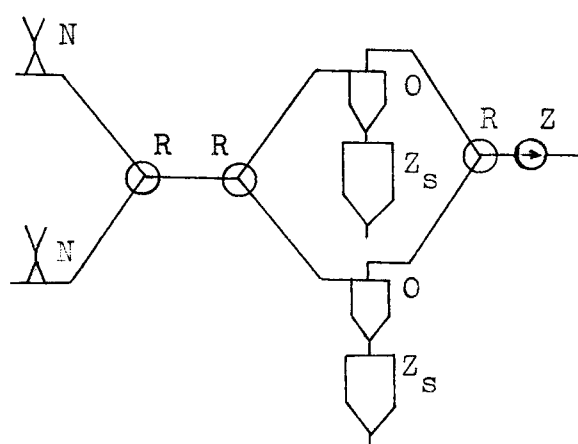
Je vrcholným stupněm dopravy papíru. Neobejdou se bez ní závody s automatickými linkami, například linky na slepování knižního bloku a výrobu lepených brožur, jako linky LBW 551, 653, 654, NORMBINDER a pod. Odřezy se dopravují přímo od míst výskytu. Papíry většího formátu je nutno dělit trhacím zařízením. Podmínkou správné volby pneumatického systému je zna-

lost jeho nedostatků a předností vůči jiným systémům. Pneumatická doprava v potrubí může být podtlaková, přetlaková, nebo smíšená. Pro pneumatickou dopravu odpadového napíru mohou být použity všechny tři systémy. U podtlakové /sací/ dopravy /obr.3a/ je zdroj dopravního vzduchu umístěn za odlučovačem na konci dopravní trasy.



Obr.3a. Schéma podtlakové dopravy:

N - násypka; O - odlučovač
Z_s - zásobník; Z - zdroj.

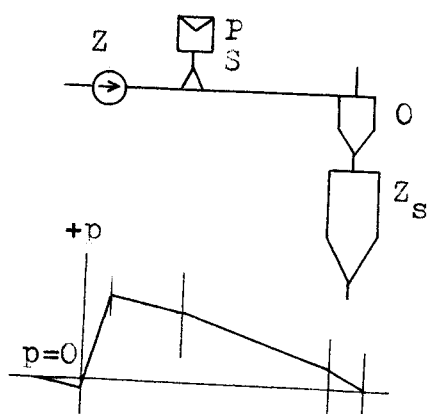


Obr.3b. Schéma podtlakové dopravy se dvěma místy odběru a se dvěma úložnými místy: N - násypka; R - rozbočka; O - odlučovač; Z_s - zásobník; Z - zdroj.

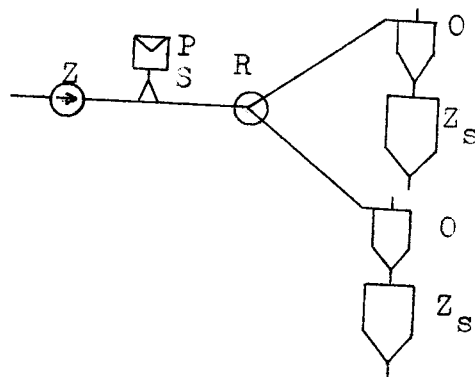
V potrubí je tedy podtlak. Výhodou takového uspořádání je především možnost dopravovat materiál z několika míst odběru /obr.3b/. Vkládání materiálu do proudu dopravního vzduchu je snadné.

U přetlakové dopravy /obr.4a/ je zdroj dopravního vzduchu umístěn před podavačem na začátku dopravní trasy. V potrubí je tedy přetlak. K výhodám přetlakové dopravy patří především možnost dopravovat materiál z jednoho místa odběru na několik míst určení /obr.4b/ a možnost dosahovat značného

tlakového spádu na dopravu. Hlavní nevýhodou je nutnost zvláštního zařízení - podavače - pro vkládání dopravovaného materiálu do proudu dopravního vzduchu.

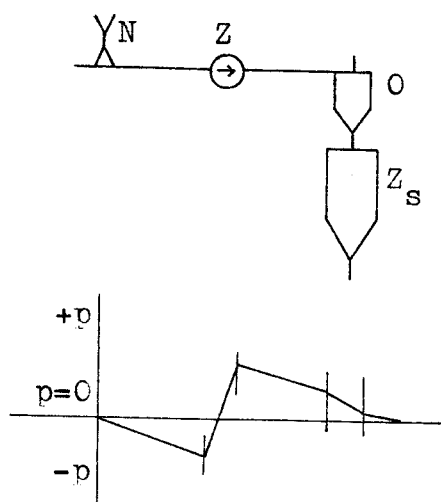


Obr.4a. Schéma přetlakové dopravy: Z_s - zásobník; P - podavač; O - odlučovač; S - směšovač; Z - zdroj.



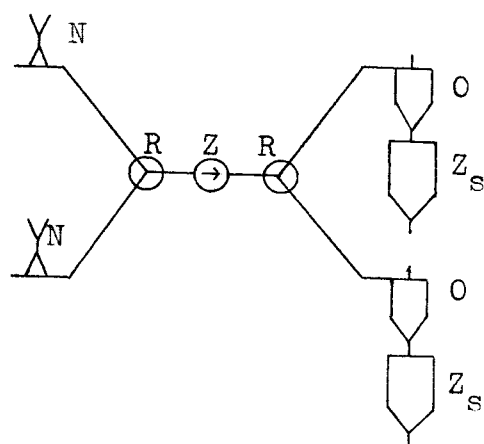
Obr.4b. Schéma přetlakové dopravy se dvěma úložnými místy: P - podavač; S - směšovač; R - rozbočka; Z_s - zásobník; O - odlučovač; Z - zdroj.

U smíšené dopravy /obr.5a/ je zdroj dopravního vzduchu umístěn uprostřed dopravní trasy. V části potrubí, připojené k jeho sacímu otvoru, je podtlak a ve zbývajících částech přetlak. Smíšená doprava spojuje některé výhody podtlakové i přetlakové dopravy; možnost dopravovat materiál z několika míst odběru na několik míst určení /obr.5b/, snadnost vkládání dopravovaného materiálu do proudu vzduchu v podtlakové části zařízení a možnost dosáhnout značného tlakového spádu na dopravu. Hlavní nevýhodou je nutnost zajistit přístup dopravovaného materiálu z podtlakové části do přetlakové.



Obr.5a. Schéma smíšené dopravy:

N - násypka; O - odlučovač;
Z - zdroj; Z_s - zásobník.



Obr.5b. Schéma smíšené dopravy se dvěma místy odběru a se dvěma úložnými místy: Z - zdroj; N - násypka, R - rozbočka; O - odlučovač; Z_s - zásobník.

3.2.1. Přednosti a nedostatky pneumatické dopravy.

K nejcennějším přednostem před jinými způsoby patří:

- 1/ Možnost vodorovné, svislé i šikmé dopravy jediným zařízením na značnou vzdálenost,
- 2/ vynikající přizpůsobivost k terénu, vnitřnímu uspořádání budov, použitému technologickému zařízení a pod.,
- 3/ možnost kombinace dopravy s jinými technologickými procesy,
- 4/ hygiena dopravního procesu - materiál se pohybuje uvnitř potrubí, takže ovzduší není znečišťováno prachem,
- 5/ kompaktnost zařízení, minimální nároky na plochu a prostor, malá hmotnost,
- 6/ dopravník nemá prakticky pohyblivé části s výjimkou ventilátoru a eventuálně podavače,

7/ nižší požadavky na technickou údržbu a opravy.

Současně má však pneumatická doprava závažný nedostatek, a to vyšší měrnou spotřebu energie v porovnání s mechanickými dopravníky. Orientačně lze počítat s měrnou spotřebou v kilowatthodinách na tunu přepravovaného materiálu a metr přepravní vzdálenosti;

- 0,026 kWh $\text{Mg}^{-1}\text{m}^{-1}$ u pneumatických dopravníků,
- 0,013 kWh $\text{Mg}^{-1}\text{m}^{-1}$ u článkových dopravníků a
- 0,0015 kWh $\text{Mg}^{-1}\text{m}^{-1}$ u pásových dopravníků.

Přibližně lze říci, že pneumatické dopravní zařízení je energeticky dvojnásobně náročnější než článkový dopravník a osmáctkrát náročnější než pásový dopravník.

V některých případech však převáží zmíněné technologické, technické a ekonomické přednosti pneumatické dopravy jednoznačně její energetickou nevýhodnost. Tento nedostatek může být zmírněn na přijatelnou mez správným dimenzováním dopravního zařízení.

3.2:2. Návrh a výpočet parametrů pneumatické dopravy.

Postup návrhu je následující:

a/ Určení vhodnosti společné dopravy druhů odpadů od jednotlivých strojů,

b/ určení trasy potrubí od strojů, umístění odlučovačů a ventilátorů,

c/ odhad hlavní větve, za níž se považuje ta část na sebe navazujících úseků potrubní sítě mezi ventilátorem a koncem

Za jeden úsek se považuje taková souvislá část potrubí s konstantní rychlostí včetně místních odporů, jejichž $\sum \xi$ je vztažena k téže rychlosti, jako v uvažovaném úseku. Rozhraní úseků obvykle tvoří odbočky nebo přechody.

f/ podle zvolených rychlostí dimenzovat

Za jeden úsek se považuje taková souvislá část potrubí s konstantní rychlostí včetně místních odporů, jejichž $\sum \xi$ je vztažena k téže rychlosti, jako v uvažovaném úseku. Rozhraní úseků obvykle tvoří odbočky nebo přechody.

f/ podle zvolených rychlostí dimenzovat průřezy potrubí za současného výpočtu tlakových spádů,

g/ sečtením tlakových spádů /sací a výtlačné části potrubí/ dostaneme celkovou ztrátu potrubí,

h/ podle celkové ztráty potrubí a množství vzduchu protékaného potrubím určíme parametry ventilátorů.

Jednotlivé výpočty je vhodné zapisovat postupně do tabulky.

Pro výpočet parametrů pneumatické dopravy použijeme princip aditivnosti tlakových spádů. Tlakový spád při dopravě směsi materiálu se vzduchem je roven součtu tlakového spádu při proudění samotného vzduchu za týchž podmínek a přídavného tlakového spádu, vyvolaného přítomností dopravovaného materiálu. Při praktickém výpočtu se pak oba tlakové spády dále člení na jednotlivé složky podle povahy překonávaných sil /tabulka 1/.

Tabulka 1. Složky tlakového spádu při pneumatické dopravě materiálu.

čís	Složka na ...	... samotný vzduch	... materiál
1	... počáteční urychlení	$\Delta p_{v1} = \frac{\rho_w \cdot v^2}{2}$	$\Delta p_{m1} = 2 \frac{w}{v} \mu \cdot \Delta p_{v1}$
2	... tření	$\Delta p_{v2} = R(L + H)$	$\Delta p_{m2} = \mu k \cdot \Delta p_{v2}$
3	... zdvínání	$\Delta p_{v3} = 0$	$\Delta p_{m3} = \frac{\mu g \rho_w}{0,7 \frac{w}{v}} H \cdot \sin \alpha$
4	... znovuzrychlení za místními odpory	$\Delta p_{v4} = \Delta p_{v1} \sum \xi$	$\Delta p_m = \mu \cdot \Delta p_{v1} \cdot \sum \xi \cdot \beta$

Kde Δp je tlakový spád /Pa/

ρ_w - měrná hmotnost vzduchu /kg m⁻³/

v - rychlost vzduchu /m s⁻¹/

w - ustálená rychlost dopravovaného materiálu /m s⁻¹/

μ - hmotnostní směšovací poměr dopravní /1/

R - měrný tlakový spád /Pa m⁻¹/

L - délka dopravní trasy /m/

H - převýšení dopravní trasy /m/

k - Gasterstättův součinitel /1/

ζ - ztrátový součinitel místního odporu /1/

β - součinitel respektující polohu oblouku /1/

g - tíhové zrychlení /m s⁻²/

α - úhel sklonu potrubí /°/

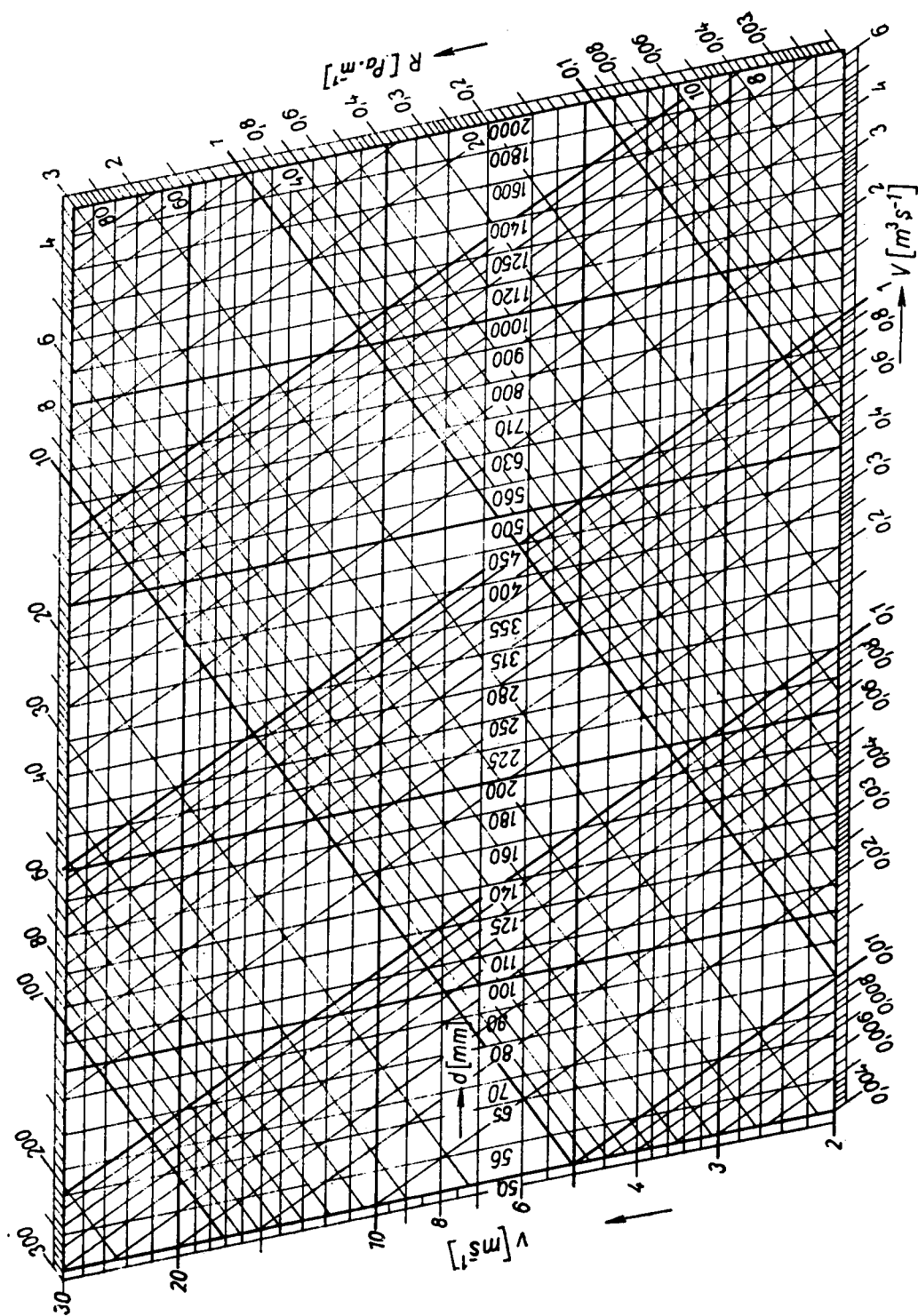
Měrný tlakový spád lze vyjádřit vzorcem

$$R = \frac{\lambda}{d} \frac{\rho_w}{2} v^2 \quad \text{/Pa m}^{-1}/ \quad \text{/3.1./}$$

Pro usnadnění výpočtů lze však měrný tlakový spád odečíst z průsečíkového diagramu /obr.6./ pro kruhové potrubí z pozinkovaného plechu o ekvivalentní drsnosti $\varepsilon = 0,15$ /mm/ včetně vlivu přírubových spojů pro standardní vzduch o teplotě 20°C, měrné hmotnosti $\rho_w = 1,2$ /kg m⁻³/ a kinematické viskozity $\nu = 15,2 \cdot 10^{-6}$ /m²s⁻¹/. V diagramu je vyjádřena závislost $\lambda = f /Re; \varepsilon/d/$ a zobrazena ještě rovnice kontinuity, sloužící k určení rozměrů potrubí kruhového průřezu. Pro stanovení měrného tlakového spádu R stačí znát libovolnou dvojici z veličin v, V, d . Kde V je průtočné množství vzduchu. Pro kruhové potrubí platí vztah

$$V = S \cdot v = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v \quad \text{/3.2./}$$

S - plocha průřezu potrubí kolmá na směr proudu vzduchu /m²/



Obr. 6. Měrný tlakový spád R v přímých částech kruhového, plechového potrubí [3]

v - dopravní rychlost vzduchu $/m\ s^{-1}/$

d - průměr potrubí $/m/$

Úhrnný tlakový spád při pneumatické dopravě materiálu je tedy

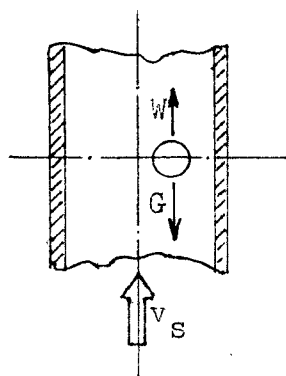
$$\Delta p = \sum_1^4 \Delta p_v + \sum_1^4 \Delta p_m \quad /Pa/ \quad /3.3./$$

Při dopravě odpadu nesmí rychlost vzduchu klesnout pod mez kdy se materiál začíná usazovat. Doporučené ukazatele pro výpočet potrubních sítí jsou převzaty ze zahraniční literatury [9] a uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Doporučené ukazatele při odsávání papírového odpadu od strojů.

stroj	průměr potrubí $d /mm/$	dopravní rychlost vzduchu $v /m\ s^{-1}/$	množství protékaného vzduchu $V /m^3h^{-1}/$
třínožový řezací stroj	180-200	23	2600
jednonožový řezací stroj	200-315	25	7000

Důležitou charakteristikou potřebnou pro další výpočet je rychlost vznosu [1]. Rozumí se jí rychlost vzestupného proudu dopravního vzduchu ve svislém potrubí, při níž je aerodynamická síla, vyvozovaná proudem vzduchu na částici, právě rovná tíze částice. Částice přitom nestoupá ani neklesá, ale vznáší se jako v beztlákovém stavu /obr.7/.



Obr.7. Vznos částice

Proud vzduchu působící na vznášející se částici silou

$$W = S \cdot \psi \cdot \frac{\rho_w \cdot v_s^2}{2} \quad /3.4./$$

kde W je aerodynamická síla /N/

S - plocha částice, vystavená proudu vzduchu /m²/

ψ - odporový součinitel částice /1/

ρ_w - měrná hmotnost dopravního vzduchu /kg m⁻³/

v_s - rychlost vznosu /m s⁻¹/

Částice tvaru obdélníkové desky se vystaví proudu vzduchu svou největší plochou

$$S = l \cdot b \quad /3.5./$$

Součinitel odporu ψ

obdélníkové desky [2]

l/b	1	2	4	10	18	∞
ψ	1,1	1,15	1,19	1,29	1,4	2,01

l - délka částice /m/

b - šířka částice /m/

Mezihodnoty součinitele odporu ψ lze stanovit lineární interpolací.

$$\text{Z rovnosti sil } W = G \quad /N/ \quad /3.6./$$

$$S \cdot \psi \cdot \frac{\rho_w \cdot v_s^2}{2} = m \cdot g \quad /3.7./$$

rychlost vznosu

$$v_s = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{S \cdot \psi \cdot \rho_w}} \quad /m s^{-1}/ \quad /3.8./$$

m - hmotnost částice /kg/

g - tíhové zrychlení /m s⁻²/

Pro výpočet rychlosti vznosu byly odebrány od strojů vzorky odřezů. Rozměry příslušných vzorků a výpočet rychlosti vznosu vztažený na soustavu částic /3.8./ je zapsán v tabulce 3.

Tabulka 3. Rozměry odřezů a výpočet rychlosti vznosu.

	m /kg/	l /m/	b /m/	ψ /1/	v_s /m s ⁻¹ /
třínožový řezací stroj	0,016	0,22	0,01	1,455	9
linka na výrobu vazeb typu V1	0,011	0,22	0,02	1,3	5,6
jednonožový řezací stroj	0,02	1,0	0,04	1,5	2,3

Poměr ustálené rychlosti dopravovaného materiálu w ku rychlosti dopravního vzduchu v vypočítáme dle vzorce /3.9./, který vyhovuje pro různý sklon potrubí α od horizontální roviny.

$$\frac{w}{v} = \frac{1 - \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\xi}{2} Frs\right) \left[1 - \left(\frac{v_s}{v}\right)^2 \sin \alpha - \left(\frac{v_s}{v}\right)^3 \cos^2 \alpha\right]}}{1 - \frac{\xi}{2} Frs} \quad /1/$$

/3.9./

kde $Frs = \frac{v_s^2}{g \cdot d}$ /1/ je Frudeho podobnostní číslo

ξ - součinitel odporu proti pohybu materiálu v potrubí /1/

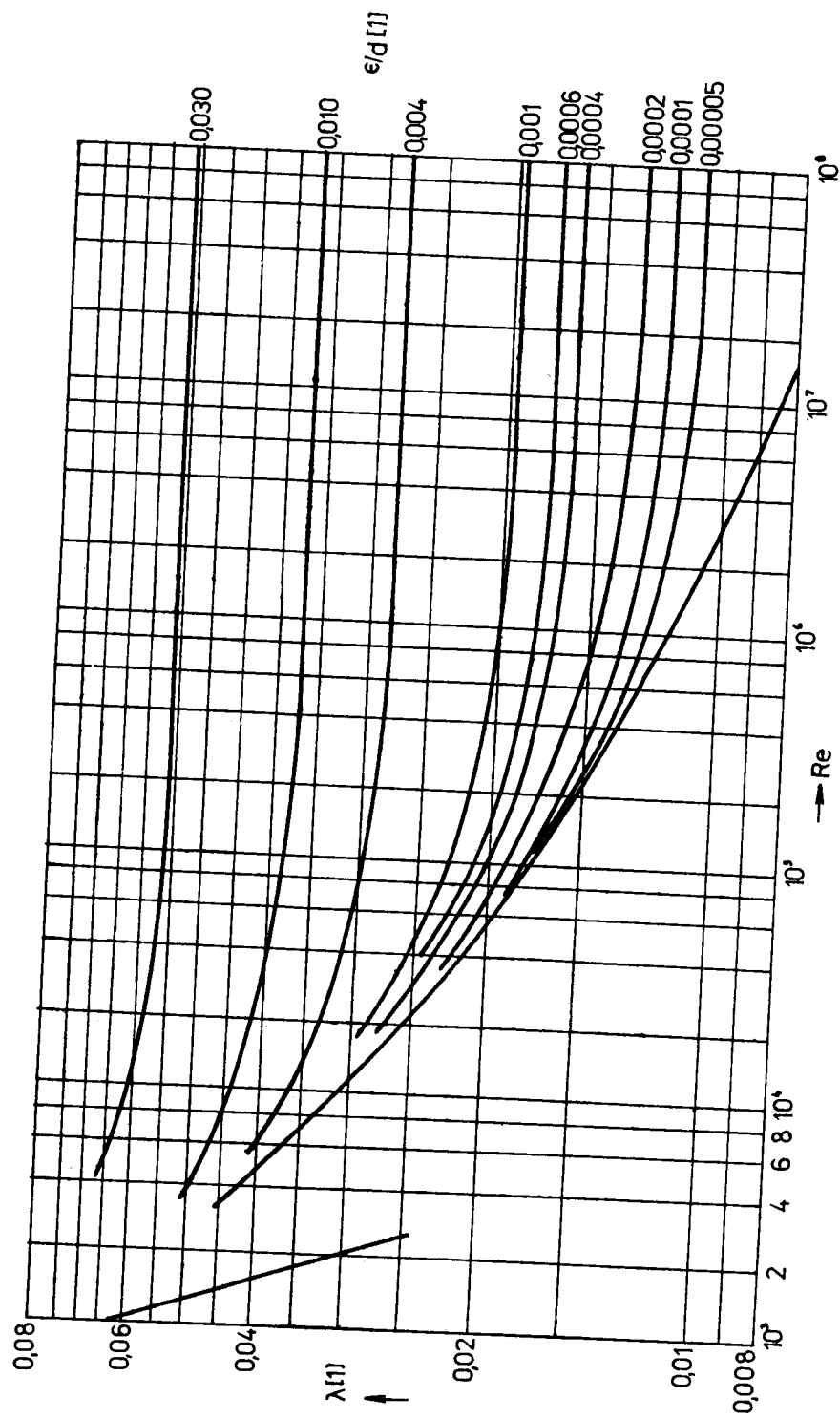
Vzhledem k podobnosti charakteru papírového odpadu s hoblinami vznikajícími v dřevozpracujícím průmyslu byl převzat součinitel odporu proti pohybu $\xi = 0,016$. [1]

Hodnoty poměrů rychlostí pro vodorovné potrubí $/\alpha = 0^\circ/$ i pro svislé potrubí $/\alpha = 90^\circ/$, různou rychlost dopravního vzduchu a průměr potrubí byly matematicky zpracovány dle vzorce /3.9./ a zapsány do tabulky 4.

... a ... řezacího stroje

Tabulka 4. Poměry rychlostí pro různé parametry.

v_s /ms ⁻¹ /	α /°/	v /ms ⁻¹ /	d /m/	w/v /1/	v_s /ms ⁻¹ /	α /°/	v /ms ⁻¹ /	d /m/	w/v /1/
2,3	0	25	0,25	0,881	5,6	0	23	0,18	0,707
			0,28	0,886				0,25	0,735



Graf 1. Součinitel tření λ v závislosti na Re a ϵ/d /podle [10] /

jsou zapsány v tabulce 5.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad /1/ \quad /3.10.b/$$

Střední součinitel tření lze vypočítat pomocí vztahu

$$\lambda_{mstř} = \xi \cdot \overline{w/v} \quad /1/ \quad /3.10.c/$$

Hodnoty Gasterstádtova součinitele jsou vypočítány podle /3.10.a/ a zapsány do tabulky 5.

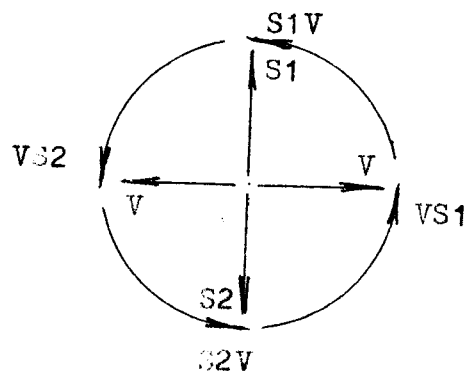
Tabulka 5. Výpočet Gasterstádtova součinitele.

v /m s ⁻¹ /	d /m/	Re /1/	d /1/	λ /1/	$\overline{w/v}$ /1/	$\lambda_{mstř}$ /1/	k /1/
23	0,18	$2,7 \cdot 10^5$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,622	$9,9 \cdot 10^{-3}$	0,5
	0,25	$3,8 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	0,0185	0,622	$9,9 \cdot 10^{-3}$	0,54
25	0,25	$4,1 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	0,0182	0,877	0,014	0,77
	0,28	$4,6 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	0,0175	0,877	0,014	0,8
28	0,28	$5,1 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	0,017	0,877	0,014	0,83
	0,355	$6,5 \cdot 10^5$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	0,017	0,877	0,014	0,83
	0,45	$8,3 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	0,016	0,877	0,014	0,88

Velikosti součinitelů vřazených odporů ξ pro různé tvarové kusy jsou převzaty z literatury [1][3][4][5].

Součinitel β respektující polohu oblouku obr.8 je podle Ozjadzia [4] roven

$$\beta = \begin{cases} 4 & \text{pro oblouk VS1} \\ 1 & \text{pro všechny ostatní} \end{cases}$$



Obr.8 Označení poloh oblouků ve svislé rovině

Hmotnostní směšovací poměr dopravní stanovíme dle vzta-
hu

$$\mu = \frac{M_m}{M_v} = \frac{M_m}{S \cdot v \cdot \rho_v} \quad /3.11./$$

kde μ je hmotnostní směšovací poměr /1/

M_m - hmotnostní průtok dopravního materiálu /kg s⁻¹/

M_v - hmotnostní průtok dopravního vzduchu /kg s⁻¹/

S - průřez dopravního potrubí /m²/

v - rychlost dopravního vzduchu /m s⁻¹/

ρ_v - měrná hmotnost vzduchu /kg s⁻³/

Směšovací poměry pro odřezy od strojů jsou vypočteny
dle /3.11./ a zapsány v tabulce 6.

Tabulka 6. Výpočet směšovacích poměrů

odřezy od strojů ...	M_m /kg s ⁻¹ /	d /m/	S /m ² /	v /m s ⁻¹ /	μ /1/
... třínožový řezací stroj a linka na V1	0,05	0,18	0,025447	23	0,071
	0,08	0,2	0,031415	23,5	0,09
	0,1	0,25	0,049087	23,85	0,071
... jednožvýřový řezací stroj	1,13 ⁺	0,25	0,049087	25,5	0,752
	1,13 ⁺	0,28	0,061575	25	0,612
	2,26	0,355	0,098979	28,2	0,675
	3,39	0,45	0,159043	28,5	0,623

+ Jelikož nejde o pravidelný výskyt je hodnota určena průměrem
okamžitého hmotnostního průtoku /2,2kg s⁻¹/ a průměrného
hmotnostního průtoku materiálu /0,06kg s⁻¹/.

Pro výpočet větvení potrubí sítě je použita rovnice kon-
tinuity, kterou je možno psát ve zjednodušeném stavu

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = \text{konst.} /m^3 s^{-1}/ \quad /3.12./$$

1,2 indexy vztažené k průměru v potrubí 1,2.

Pro výpočet tlakové ztráty tření v příčných částech hranatého potrubí lze použít obrázku 6., kde pro vyhledávání měrného tlakového spádu použijeme za předpokladu stejných průtočných množství ekvivalentního průřezu dle vztahu

$$d_{vek} = 1,255 \sqrt[5]{\frac{a^3 \cdot b^3}{a + b}} \quad /m/ \quad /3.13./$$

Výkon pneumatické dopravy je teoreticky roven

$$N = \Delta p \cdot V \quad /3.14./$$

kde N je výkon /W/

Δp - tlakový spád pneumatické dopravy /Pa/

V - objemový průtok dopravního vzduchu / $m^3 s^{-1}$ /.

Při 25%ní záloze výkonu na rozběh elektromotoru a při účinnosti elektromotoru spolu s převodem a zdrojem dopravního vzduchu činí potřebný příkon elektromotoru

$$N_e = \frac{1,25 N}{1000 \cdot \eta} \quad /kW/ \quad /3.15./$$

Ekonomické poměry lze vyjádřit měrným příkonem na dopravu

$$n = \frac{N_e}{Mn \cdot 3,6(L+H)} \quad /kWh kg^{-1} m^{-1}/ \quad /3.16./$$

Mn - hmotnostní průtok materiálu / $kg s^{-1}$ /

4. ALTERNATIVNÍ NÁVRH PRO PODMÍNKY Z'VODU OLOUCI.

V oddělení pro tisk novin, knihtiskové strojovny, ofsetové strojovny, rotační knihtiskové strojovny a skladu papíru není navrhováno žádné usnadnění dopravy odpadového papíru pro výskyt malých množství. Mechanická nebo pneumatická doprava by zde byla technicky náročná a velmi neefektivní. Doprava odpadového papíru z těchto oddělení se bude tedy nadále uskutečňovat současným způsobem a současnými prostředky. Změna bude

pouze v dopravních cestách do přemístěného oddělení lisování, kde je třeba přemístit dva hydraulické lisy PL 12. Dopravní cesty odpadů jsou naznačeny ve variantách "A" i "B" v příloze 2. U obou navrhovaných variant jsou cesty z uvedených oddělení stejné. Přemístění je navrhováno z důvodu zkrácení dopravní trasy od míst, kde je množství odpadového papíru největší, t.j. v oddělení dokončujícího zpracování. Dále pro kratší cestu slisovaných balíků na místo úložiště, které je na dvoře závodu. Důraz bude kladen na zachování druhů zejména makulatury a stržků, které je třeba udržet při výskytu, dopravě, případně skladování a lisování odděleně v důsledku většího ekonomického zhodnocení při prodeji této suroviny n.p. Sběrné suroviny.

V oddělení přípravy papíru jsou pro dopravu od dvou jednonožových řezacích strojů navrženy dva pásové dopravníky typu PNPT 605 o šířce pásu 500 mm, $L = 6000$ mm, $N_e = 1,5$ kW a typu PNPT 805 o šířce pásu 500 mm, $L = 8000$ mm, $N_e = 1,5$ kW. Tyto dopravníky budou dopravovat odpadový papír do zásobníku umístěného v oddělení lisování. Zásobník bude vybírán výsavným otvorem pomocí pásového dopravníku typu PNPT 405 v šířce pásu 500 mm, $L = 4000$ mm, $N_e = 1,5$ kW přímo do hydraulického lisu PL 12. Nejvhodnější je umístit v oddělení přípravy papíru pásové dopravníky co nejbližší ke zdi, aby nezabíraly cenný pracovní prostor. Jednonožové řezací stroje je třeba přemístit do vhodnější polohy k dopravníkům. Zdvihací zařízení obou řezacích strojů je třeba přemístit na druhou stranu řezacích strojů.

Pro všechny varianty pneumatické dopravy byl zvolen podtlakový systém / viz kap. 3.2./. Tento systém má zdroj do-

dopravního vzduchu umístěn za odlučovačem. Ventilátor lze tedy umístit i mimo pracoviště, kde by hluchnost neměla vliv na pracovní prostředí. Dále přes něj nepřechází dopravovaný materiál, který by mohl zabránit otáčení oběžného kola ventilátoru a tím si vynutit zastavení i výrobní linky.

4.1. Popis navrhované varianty "A".

V oddělení dokončujícího zpracování jsou umístěny jedno-
nožové řezací stroje. U těchto strojů se vyskytuje stejný cha-
rakter odpadového papíru /pásky dlouhé až 1000 mm/, proto je
zde navržen skupinový podtlakový systém pneumatické dopravy
/varianta A-1/. Návrh parametrů a rozměrů varianty jsou uvede-
ny v tabulkách 7a, 7b. Výpočty jsou provedeny dle kapitoly
3.2.2. U každého řezacího stroje je umístěno sací hrdlo, do
kterého se přímo shazuje odpadový papír. Každá větev je opatře-
na kruhovým průběžným šoupátkem, kterým se může v případě po-
třeby uzavřít dopravní cesta. Odpadový papír je odváděn pomo-
cí nosného vzduchu kruhovým potrubím zavěšeným pod strojem. K
odsávání je navržen radiální vysokotlaký ventilátor RVE 800
PM 12 3349, $V = 4,53 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, $\Delta p_c = 6700 \text{ Pa}$, poháněný elektromoto-
rem F 250 MO2, $N_e = 55 \text{ kW}$, $n = 2970 \text{ min}^{-1}$. Ventilátor s elektro-
motorem je uložen pomocí pružinového izolátoru, který tlumí
chvění přenášené do základů a ostatních konstrukcí. Odpadový
papír je odsán do odlučovače SPIN 1600. Odlučovač je umístěn
na střeše budovy. Odloučený odpad bude padat do plechového zá-
sobníku umístěného v budově pod odlučovačem. Zásobník je u-
zavřen průběžným šoupátkem. Po naplnění zásobníku musí být
systém pneumatické dopravy vypnut a pak může být zásobník vybí-
rán. Vybírání musí být prováděno ve stanovených časových inter-
valech, aby se zásobník nepřeplnil. Obsah zásobníku je vybírán

Tabulka 7a. VÝPOČET PNEUMATICKÉ DOPRAVY PRO ŘEŠENÍ A-1.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty úseku 1	Hodnoty úseku 2	Hodnoty úseku 3	Hodnoty úseku 4	Hodnoty úseku 5	Hodnoty úseku 6	Hodnoty úseku 7
Průměr dopravního potrubí	d /m/	0,28	0,355	0,45	0,25	0,28	1,0	1,0
Hmotnostní směšov. poměr	μ /l/	0,612	0,675	0,623	0,752	0,675	-	-
Rychlost doprav. vzduchu	v /m s ⁻¹ /	25	28,2	28,5	25,5	28,2	5,7	5,7
Objemový průtok vzduchu	V /m ³ s ⁻¹ /	1,539	2,791	4,532	1,251	1,741	4,532	4,532
Poměr rychlostí	w/v -/l/	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877	-	-
Měrný tlakový spád	R/Pa m ⁻¹ /	26	23	18	28	31	0,34	0,34
Gasterstředtův součinitel	k /l/	0,8	0,83	0,88	0,77	0,83	-	-
Spád na počáteční urychlení:								
...vzduchu	Δp_{v1} /Pa/	375	477,1 ⁺¹	487,4 ⁺¹	390,2	477,1	124,4 ⁺¹	124,4 ⁺¹
...materiálu	Δp_{m1} /Pa/	402,5	-	-	514,7	564,9	-	-
Spád na tření... vzduchu	Δp_{v2} /Pa/	403	312,8	216	210	248	2,4	0,7
...materiálu	Δp_{m2} /Pa/	197,3	175,2	118,4	121,6	138,9	-	-
Spád na zdvih materiálu	Δp_{m3} /Pa/	35,2	-	31	43,3	38,8	-	-
Spád vzduchu v odporech	Δp_{v4} /Pa/	135	-	141,3	222,4	501	85,8	4,5
Spád materiálu v odporech	Δp_{m4} /Pa/	165,2	-	218,6	211,2	231,8	-	-
Spád úseku	$\sum \Delta p_i$ /Pa/	1713,2	488	725,3	1713,4	2200,5	15,8 ⁺² +400	5,2 ⁺³ +3000
Celkový spád	$\sum \Delta p$ /Pa/	$\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_6 + \Delta p_7 \neq \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_6 + \Delta p_7 \neq \Delta p_3 + \Delta p_5 + \Delta p_6 + \Delta p_7 \neq 6348$						

+1 nepřipočítává se, uvedeno pro výpočet $\Delta p_{v4}, \Delta p_{m4}$; +2 tlaková ztráta odlučovače z tab.7b [7]
+3 tlaková ztráta filtrů z tab.7b [1]

Tabulka 7b. Součinitelé vřazených odporů a výpočet ekonomických poměrů pro řešení A - 1.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty úseku 1	Hodnoty úseku 2	Hodnoty úseku 3	Hodnoty úseku 4	Hodnoty úseku 5	Hodnoty úseku 6	Hodnoty úseku 7
Redukční vložka	ξ /l/	-	-	-	0,165	0,25	-	-
Oblouk VSl ⁺¹ /90°, R/d=1,5/	$\beta \cdot \xi$ /l/	4.0,18	-	-	4.0,18	4.0,18	-	-
Oblouk /90°, R/d=1,5/	m. ξ /l/	0,18	-	-	0,18	0,18	⁺² 3.0,23	⁺² 0,23
Oblouk VSl /60°, R/d=1/	$\beta \cdot \xi$ /l/	-	-	4.0,18	-	-	-	-
Oblouk /30°, R/d=1/	ξ /l/	-	-	0,11	-	-	-	-
Rozbočka	ξ /l/	-	-	-	0,045	0,44	-	-
Odlučovač SPIN 1600	Δp_z /Pa/	-	-	-	-	-	400	-
Filtr FHD	m. Δp_z /Pa/	-	-	-	-	-	-	3.1000
Součet	$\sum \beta \cdot \xi$ /l/	0,72	-	0,72	0,72	0,72	-	-
Součet odporů v úseku	$\sum \xi$ /l/	0,36	-	0,29	0,57	1,05	0,69	0,23
Výkon pneumatické dopravy	N /W/	28 769						
Účinnost	η /l/	0,7						
Příkon elektromotoru	N _e /kW/	51,4 /vybrán motor F 250 M02 n= 2970min ⁻¹ /+3						
Měrný příkon na dopravu	n/kWhMg ⁻¹ m ⁻¹ /	0,26						

m - počet vřazených odporů v úseku

+1 - dle obr.8.

+2 - R/d = 1

+3 - stanoveno dle normy PM 12 3349

pomocí pásového dopravníku přímo do hydraulického lisu PL 120. Ventilátor s elektromotorem je umístěn ve zvukotěsné komoře. Na sacím i výtlačném hrdle je ventilátor opatřen tlumícími vložkami, které zamezují přenos hluku připojeným potrubím. Výstup ventilátoru je napevňován na tři seriově zapojené filtry FUD. Filtrační plocha filtru je $37,5 \text{ m}^2$, $V = 3750 - 7000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, $N_e = 1,9 \text{ kW}$. Filtr odfiltruje jemné částice, které nezachytí odlučovač a vrátí odsátý vzduch zpět do oddělení. Návrat čistého vzduchu u varianty A - 1 má velký význam pro značné průtočné množství $/V = 16400 \text{ m}^3\text{h}^{-1}/$. V zimním období by se vyháněný vzduch mimo fasádu musel doplňovat, což by se projevilo ve velké spotřebě tepelné energie. Prachové částice zachycené filtrem jsou lisovány a vynášeny z filtrů šnekovým dopravníkem.

Druhý skupinový systém podtlakové pneumatické dopravy / varianta A-2 / je navržen pro odsávání krátkých pásků papíru. Návrh parametrů a rozměrů varianty je uveden v tabulkách 8a, 8b. Výpočty jsou provedeny dle kapitoly 3.2.2. Odřezky jsou odsávány od linky na výrobu vazeb typu V1 a od linky LBW zakončenou třínožovým řezacím strojem SD4 - EZ. Na tyto místa výskytu je připojen sací zákryt, pomocí kterého je odpadový papír odsán automaticky po odřezu. Každá větev je opatřena ohebnou hadicí a kruhovým průběžným šoupátkem. Zavěšení potrubí sítě je provedeno ve vyšší úrovni než u varianty A - 1. K odsávání odpadu papíru je navržen radiální středotlaký ventilátor 500 PN 123237, $V = 1,17 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, $\Delta p_c = 2810 \text{ Pa}$, poháněný elektromotorem F 160 HQ4, $N_e = 11 \text{ kW}$, $n = 2300 \text{ ot. min}^{-1}$, převod klínovými řemeny. Ventilátor s elektromotorem je pružně uložen. Odpadový papír je odsán do odlučovačů DSA 800/1 umístěných na střeše budovy. Systém dvou odlučovačů a dvou zá-

Tabulka 8a. VÝPOČET PNEUMATICKÉ DOPRAVY PRO ŘEŠENÍ A-2.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty v úseku 10	Hodnoty v úseku 11	Hodnoty v úseku 12	Hodnoty v úseku 13	Hodnoty v úseku 14
Průměr dopravního potrubí	d /m/	0,18	0,25	0,18	0,55 ⁺³	0,55 ⁺³
Hmotnostní směšovací poměr	μ /l/	0,071	0,071	0,071	-	-
Rychlost dopravního vzduchu	v /m s ⁻¹ /	23	23,85	23	4,7	4,7
Objemový průtok vzduchu	V /m ³ s ⁻¹ /	0,585278	1,170725	0,585278	1,170725	1,170725
Poměr rychlostí	$\overline{w/v}$ /l/	0,622	0,622	0,622	-	-
Měrný tlakový spád	R/Pa m ⁻¹ /	36	26	36	0,46	0,46
Gasterstádtův součinitel	k /l/	0,5	0,54	0,5	-	-
Spád na počáteční urychlení						
... vzduchu	$\Delta p_{v1}/Pa$	317,4	341,2 ⁺¹	317,4	13,2 ⁺¹	13,2 ⁺¹
... materiálu	$\Delta p_{m1}/Pa$	28	-	28	-	-
Spád na tření vzduchu	$\Delta p_{v2}/Pa$	1008	208	684	5	2,8
... materiálu	$\Delta p_{m2}/Pa$	35,7	8	24,3	-	-
Spád na zdvíhání materiálu	$\Delta p_{m3}/Pa$	6,2	6,2	6,2	-	-
Spád vzduchu v odporech	$\Delta p_{v4}/Pa$	239,6	245	574,5	10,7	15,6
Spád materiálu v odporech	$\Delta p_{m4}/Pa$	16,2	17,4	16,2	-	-
Spád úseku	$\sum \Delta p_i /Pa$	1651,1	484,6	1650,6	15,7 ⁺²	18,4
Celkový spád	$\sum \Delta p /Pa$	$\Delta p_{10} + \Delta p_{11} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14} \neq \Delta p_{11} + \Delta p_{12} + \Delta p_{13} + \Delta p_{14} \neq 2670$				

+1 nepřipočítává se, uvedeno pro výpočet $\Delta p_{v4}, \Delta p_{m4}$; +2 tlaková ztráta odlučovače z tab. 8b [8]
+3 podle /3.13./

Tabulka 8b. Součinitelé vřazených odporů a výpočet ekonomických poměrů pro řešení A-2.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty v úseku 10	Hodnoty v úseku 11	Hodnoty v úseku 12	Hodnoty v úseku 13	Hodnoty v úseku 14
Redukční vložka	ξ /l/	-	-	0,577	-	-
Ohebná hadice	ξ /l/	0,395	-	0,493	-	-
Oblouk VSl ⁺¹ /90°; R/d = 1,5/	$\xi \cdot \xi$ /l/	4.0,18	4.0,18	4.0,18	-	-
Oblouk /90°; R/d = 1,5/	m. ξ /l/	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Oblouk /60°; R/d = 1/	ξ /l/	-	-	-	0,18	-
Oblouk /30°; R/d = 1/	ξ /l/	-	-	-	0,18	-
Oblouk /15°; R/d = 1,5/	m. ξ /l/	-	2.0,044	-	-	-
Rozbočka	ξ /l/	-	0,27	0,38	0,27	-
Odlučovač DSA 800/l	Δp_z /Pa/	-	-	-	500	-
Výustka	ξ /l/	-	-	-	-	1
Součet	$\sum \xi \cdot \xi$ /l/	0,72	0,72	0,72	-	-
Součet odporů v úseku	$\sum \xi$ /l/	0,755	0,718	1,81	0,81	1,18
Výkon pneumatické dopravy	N /W/	3126				
Účinnost	η /l/	0,45				
Příkon elektromotoru	Ne/kW/	8,7				
Měrný příkon na dopravu	n/kWhMg ⁻¹ .m ⁻¹ /	0,42				

Vybrán motor F 160 MO4
n=2300 min⁻¹/₊₂ 11 kW;

m - počet vřazených odporů v úseku +2 - stanoveno podle firemních materiálů [6].

+1 - podle obr.8.

sobníků je navržen pro střídavé ukládání a vybírání odpadového papíru ze zásobníků. Toto řešení je nutné z důvodů plynulé výroby u automatických linek. Střídavé ukládání je ovládáno pomocí přeřazovacích rozboček ovládaných pneumatickým válcem. Po naplnění zásobníku odpadem přeřadíme dopravní cestu do odlučovače pod kterým je zásobník prázdný a uzavřený. Zároveň s přeřazením rozbočky pro přívod vzdušiny s odpadem do odlučovače se přeřadí rozbočka umožňující sání vzdušiny z téhož odlučovače. Zásobníky se uzavírají pomocí šoupátek. Naplněné zásobníky se vybírají pomocí pásového dopravníku přímo do lisu PL 12. Na sacím i výtlačném hrdle ventilátoru jsou tlumicí vložky. Výstup z ventilátoru je vyveden nad úroveň budovy, kde je potrubí zakončeno kolenem.

4.2. Popis navrhované varianty "B".

V této variantě je pro oddělení dokončujícího zpracování navržena mechanická i pneumatická doprava. Mechanická doprava je realizována pomocí pásových dopravníků. Pásové dopravníky dopravují odpadový papír podél téměř celého oddělení od linky na výrobu vazeb typu V 1 až do zásobníků v oddělení lisování. Irvní pásový dopravník /vlastní závod je krátký, orientovaný v nízkém stoupání od linky směrem ke zdi nad další dopravník typu 720/40 SN o šířce pásu 400 mm, $L = 11200$ mm, $N_e = 0,75$ kW, se zábradlím. Tento dopravník je umístěn podél zdi oddělení a bude na něj shazován odpadový papír od dvou přemístěných jednonožových řezacích strojů. Třetí dopravník typu INFT 805 o šířce pásu 500 mm, $L = 8000$ mm, $N_e = 1,5$ kW dopravuje odpadový papír směrem ke stroju oddělení nad další dopravník. Na tento dopravník bude v dolní

části shazován odpadový papír od třetího jednonožového řezacího stroje, který je potřeba k dopravnímu pásu také přemístit. U tohoto stroje je navrhován již šikmý dopravník / korýtkového typu / z důvodu dřívějšího přechodu do úrovně pod stropem a tím menším zabráním pracovního prostoru. Následující dopravník typu 720/60 SN o šíři pásu 650 mm, $L = 21\ 200$ mm, $P_e = 1,5$ kW zavěšený pod stropem oddělení dopravuje odpad do zásobníku v oddělení lisování.

Pneumatická doprava je navržena pro odsávání odřezů od třínožového řezacího stroje SDY - EZ napojeného na linku LBW. Odsávány jsou krátké pásy papíru / varianta B /. Návrh parametrů a rozměrů varianty je uveden v tabulkách 9a, 9b. Výpočty jsou provedeny dle kapitoly 3.2.2. Na třínožový řezací stroj je připojen sací zákryt pomocí kterého je odpadový papír ihned odsán. Dále potrubní síť pokračuje ohebnou hadicí, která usnadňuje montáž potrubní sítě do požadované polohy stroje. Za ohebnou hadicí následuje kruhové průběžné šounátko umožňující v případě potřeby přerušování dopravní cesty. Potrubí je zavěšeno pod stropem oddělení. V místnostech, kde jde potrubí souběžně s pásovým dopravníkem je potrubí v takové vzdálenosti, aby byl možný přístup ke kontrolním otvorům v potrubí. Při přístavení šebříku zaházením o bočnici pásového dopravníku je možno kontrolovat jednak správnou funkci pásového dopravníku a jednak umožňuje bezpečné nahlédnutí do kontrolních otvorů v potrubí. K odsávání odpadového papíru je navržen radiální středotlaký ventilátor 400 FN 123237, $V = 0,738\text{ m}^3\text{s}^{-1}$, $\Delta p_c = 2450$ Pa, poháněný elektromotorem AP 132s-2, $P_e = 7,5$ kW, $n = 2880\text{ min}^{-1}$. Převod klínovými řemeny. Ventilátor s elektromotorem je pružně uložen pomocí pružinového izolátoru, který

Tabulka 9a. VÝPOČET PNEUMATICKÉ DOPRAVY PRO ŘEŠENÍ B.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty v úseku 1	Hodnoty v úseku 2	Hodnoty v úseku 3	Hodnoty v úseku 4
Průměr dopravního potrubí	d /m/	0,2	0,22 ⁺¹	0,346 ⁺¹	0,346 ⁺¹
Hmotnostní směšovací poměr	μ /l/	0,09	0,09	-	-
Rychlost dopravního vzduchu	v /m s ⁻¹ /	23,5	18,455	7,43	7,43
Objemový průtok vzduchu	V /m ³ s ⁻¹ /	0,7382	0,7382	0,7382	0,7382
Poměr rychlostí	$\overline{w/v}$ /l/	0,622	0,622	-	-
Měrný tlakový spád	R/Pa m ⁻¹ /	33	19	2	2
Gasterstádtův součinitel	k /l/	0,5	0,5	-	-
Spád na počáteční urychlení					
... vzduchu	$\Delta p_{v1}/Pa/$	331,4	204,35 ⁺²	33,2 ⁺²	33,2 ⁺²
... materiálu	$\Delta p_{m1}/Pa/$	37,1	-	-	-
Spád na tření ... vzduchu	$\Delta p_{v2}/Pa/$	995	4,75	20,5	10
... materiálu	$\Delta p_{m2}/Pa/$	44,8	0,2	-	-
Spád na zdvihání materiálu	$\Delta p_{m3}/Pa/$	16,7	-	-	-
Spád vzduchu v odporech	$\Delta p_{v4}/Pa/$	355,9	124,7	43,8	44,5
Spád materiálu v odporech	$\Delta p_{m4}/Pa/$	86,4	-	-	-
Spád úseku	$\sum \Delta p_i/Pa/$	1867,3	129,65	64,3 ⁺³	-
Celkový spád	$\sum \Delta p/Pa/$			+480	54,5

+1 dle /3.13./

+2 nepřipočítává se, uvedeno pro výpočet Δp_{v4} , Δp_{m4} .

+3 tlaková ztráta odlučovače z tab.9b[8]

Tabulka 9b. Součinitelé vřazených odporů a výpočet ekonomických poměrů pro řešení B.

Ukazatel	Označení /Rozměr/	Hodnoty v úseku 1	Hodnoty v úseku 2	Hodnoty v úseku 3	Hodnoty v úseku 4
Ohebná hadice VSl ⁺¹	$\beta \cdot \xi / l /$	4.0,544	-	-	-
Oblouk VSl ⁺¹ /90°; R/d = 1,5/	$\beta \cdot \xi / l /$	4.0,18	-	-	-
Oblouk /90°; R/d = 1,5/	$m \cdot \xi / l /$	3.0,18	-	3.0,23 ⁺²	0,23 ⁺²
Oblouk /60°; R/d = 1 /	$\xi / l /$	-	-	0,18	-
Oblouk /30°; R/d = 1 /	$\xi / l /$	-	-	0,11	-
Odskok /L/d = 4,5/	$\xi / l /$	0,16	-	-	-
Přechod	$m \cdot \xi / l /$	0,01	0,29	2.0,01	0,11
Rozbočka	$\xi / l /$	-	0,32	0,32	-
Odlučovač DSA 630/l	$\Delta p_z / Pa /$	-	-	480	-
Výustka	$\xi / l /$	-	-	-	1
Součet	$\sum \beta \cdot \xi / l /$	2,896	-	-	-
Součet odporů v úseku	$\sum \xi / l /$	1,074	0,61	1,32	1,34
Výkon pneumatické dopravy	N /W/	1916			
Účinnost	$\eta / l /$	0,45			
Příkon elektromotoru	Ne /kW/	5,3 /Vybrán motor AP 132s-2; n = 2880/ ⁺³			
Měrný příkon na dopravu	n/kWhMg ⁻¹ m ⁻¹ /	0,68			

m - počet vřazených odporů v úseku +2 - R/d,

+1 - podle obr.8. +3 - stanoveno podle firemních materiálů [6].

tlumí chvění přenášené do základů a ostatních konstrukcí v širokém rozsahu. Odpadový plyn je odsán do odlučovačů DŠa 630/1 umístěných na střeše budovy. Je zde navržen systém dvou odlučovačů a dvou zásobníků jako ve variantě A - 2. Výstup z ventilátoru je vyveden nad úroveň budovy kde je potrubí zakončeno kolenem / výustkou/.

5. HODNOCENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ.

Pro hodnocení a výběr optimální varianty využijeme bodovou analýzu. Cílem bodové analýzy je vybrat nejlepší variantu dle nejpříznivější technické hodnoty řešení nákladů na realizaci a celkové společenské hodnoty.

Postup hodnocení je založen na porovnání hodnocených variant s tzv. ideálním řešením. Pro hodnocení zvolíme kritéria /funkční vlastnosti/, počet kritérií označíme n .

z_j - počet bodů pro jednotlivé kritérium,

z_i - počet bodů pro ideální řešení - $z_j \text{ max.} = z_i$

KRITÉRIUM \ VARIANTA	A	B	IDEÁLNÍ ŘEŠENÍ
1. účinnost	2	3	4
2. bezpečnost	4	3	4
3. hlučnost	2	3	4
4. energetická náročnost	1	3	4
5. nároky na prostor	3	2	4
6. hygiena provozu	3	2	4
7. nebezpečí přerušení provozu	1	2	4
C E L K E M	16	18	$n \cdot z_i = 28$

Boďová stupnice:

Počet bodů z_j	hodnocení
0	nesplňuje důležité kritérium
1	uspokojující
2	dobře splňuje kritérium
3	velmi dobře
4	výborné

Technickou hodnotu vypočítáme, jestliže počet bodů jedné varianty podělíme bodovým hodnocením ideálního řešení.

$$X = \frac{\sum_{j=1}^n z_j}{n \cdot z_1} \leq 1 \quad /5.1./$$

Technická hodnota varianty "A" : $X_A = \frac{16}{28} = 0,571$

Technická hodnota varianty "B" : $X_B = \frac{10}{28} = 0,357$

Výhodnější je varianta, která se blíží číslu 1.

Společenská hodnota postihuje náklady na řešení a lze ji vypočítat

$$Y = \frac{N}{N_i} > 1 \quad /5.2./$$

N_i - náklady na ideální řešení /zvolíme odhad 130 000 Kčs/

N - náklady na reálné řešení.

Náklady na variantu "A"	Kčs
Pneumatická doprava A - 1	130 807,-
- montáž, uvedení do provozu	7 350,-
- zásobník	22 600,-
- hydraulický lis LP 120	45 700,-
- pásový dopravník 720/60 SN; L = 3200	10 200,-
- protihluková komora	1 034,-

Pneumatická doprava A - 2	33 300,-
- montáž, uvedení do provozu	6 550,-
- zásobník	24 500,-
Mechanická doprava	
- zásobník s násypkou	12 740,-
- pásový dopravník FNPT 405	4 520,-
- pásový dopravník FNPT 605	5 560,-
- pásový dopravník FNPT 805	6 650,-
- přemístění dvou řezacích strojů	648,-
Celkem N_A	312 239,-

Náklady na variantu "B"	Kčs
Pneumatická doprava B	25 064,-
- montáž, uvedení do provozu	6 250,-
- zásobník	24 500,-
Mechanická doprava	
- pásový dopravník 720/40 SM; L = 11 200	20 800,-
- pásový dopravník 720/60 SM; L = 21 200	39 200,-
- 2 x pásový dopravník FNPT 805	13 300,-
- pásový dopravník FNPT 405	4 520,-
- pásový dopravník FNPT 605	5 560,-
- zásobník s násypkou	12 740,-
- přemístění pěti řezacích strojů	1 620,-
Celkem N_B	153 554,-

Do nákladů nejsou započítány práce zednické a elektrikářské.

Podle vzorce /5.2./ pak

$$Y_A = \frac{N_A}{N_i} = \frac{312\,239}{130\,005} = 2,402$$

$$Y_D = \frac{X_D}{X_1} = \frac{153\ 554}{130\ 000} = 1,181$$

Celkovou společenskou hodnotu řešení lze vypočítat

$$S = \frac{X}{Y}$$

$$S_A = \frac{X_A}{Y_A} = \frac{0,571}{2,402} = 0,238 ; \quad S_B = \frac{X_B}{Y_B} = \frac{0,643}{1,181} = 0,544$$

Nejlepší varianta po technické i ekonomické stránce je varianta "B", protože se její celková společenská hodnota blíží nejvíce ideálnímu řešení, které by mělo tuto hodnotu rovnu 1.

6. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VARIANTY "B".

Popis funkce varianty je proveden v kapitole 4.2. Konstrukce je zřejmá z přiložené výkresové dokumentace. Představení rozboček pneumatickými přímočarými motory /viz příloha č.4./ je ovládané pomocí elektrických signálů dle přílohy č.5. Ovládání je polootomatické. Po stisknutí příslušného tlačítka, které je světelně signalizováno, se odcinkou elektromagnetické zámky, zapne elektromotor pohánějící kompresor, přesune rozveděč do příslušné polohy a rozbočka zaujme novou krajní polohu. V nové poloze sepne koncové spínače, které zajistí polohu rozbočky proti nasátí podtlakem elektromagnetickými zámky, rozsvítí druhou signalizační žárovku a vyne elektromotor. Po rozsvícení druhé žárovky může přistoupit k otevření odpojené komory zásobníku z pneumatické dopravy a odpad lisovat.

Pro doplnění komplexnosti diplomové práce bylo přistoupeno ke konstrukci zásobníků. ++/

++/ Diplomantem byla zpracována podrobnější výkresová dokumentace, která po dohodě s vedoucím diplomové práce nebyla přiložena.

Návrh byl proveden dle [11] [12] takto:

- sklon šikmých stěn zásobníků musí odpovídat vlastnostem obsahu zásobníku, aby materiál sjížděl plynule po stěnách a netvořily se klenby,
- nutnou podmínkou vyprazdňování zásobníků je, že úhel stěn α s vodorovnou rovinou

$$\alpha > \varphi_1 + 15 \text{ až } 10^\circ$$

kde φ_1 je úhel tření sypného materiálu o stěny zásobníku. Tento úhel tření byl experimentálně zjištěn na nakloněné rovině a činí $\varphi_1 = 16^\circ 4'$.

U navržených zásobníků neklesá úhel α pod 64° . Podmínka vyprazdňování je tedy splněna.

- při plném zásobníku /dále jen pro zásobník napojený na pneumatickou dopravu/ s přijatelnou přesností je podle Jansena [11], při výšce sloupce materiálu y /m/, tlak p_y /Pa/ na dno zásobníku

$$p_y = \frac{\rho_M \cdot g \cdot S_z}{f_1 \cdot O_z \cdot t} \left(1 - e^{-\frac{f_1 \cdot O_z \cdot t}{S_z} \cdot y} \right) \quad /3.2./$$

ρ_M - sypná hustota materiálu /kg m⁻³/

g - tíhové zrychlení /m s⁻²/

S_z - vnitřní plocha dna zásobníku /m²/

O_z - obvod dna zásobníku /m/

f_1 - součinitel tření mezi materiálem a stěnami zásobníku /1/

$$t = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

φ - sypný úhel materiálu

$$\rho_M = 145 \text{ kg m}^{-3}; \quad S_z = 0,56 \text{ m}^2; \quad O_z = 3 \text{ m}; \quad f_1 = 0,288;$$

$$\varphi = 40^\circ; \quad y_{\max} = 3 \text{ m};$$

$$t = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{40}{2} \right) = 0,217$$

$$p_{y \max} = \frac{145 \cdot 9,81 \cdot 0,56}{0,288 \cdot 3 \cdot 0,217} \left(1 - e^{\frac{-0,288 \cdot 3 \cdot 0,217}{0,56}} \cdot 3 \right)$$

$$= 2\,692,5 \text{ Pa}$$

- otevírací odpor u šoupátkových uzávěrů

$$F_w = (1,2 \text{ až } 1,5) \cdot p_y \cdot S_z (f_1 + f'_1) \quad /6.3./$$

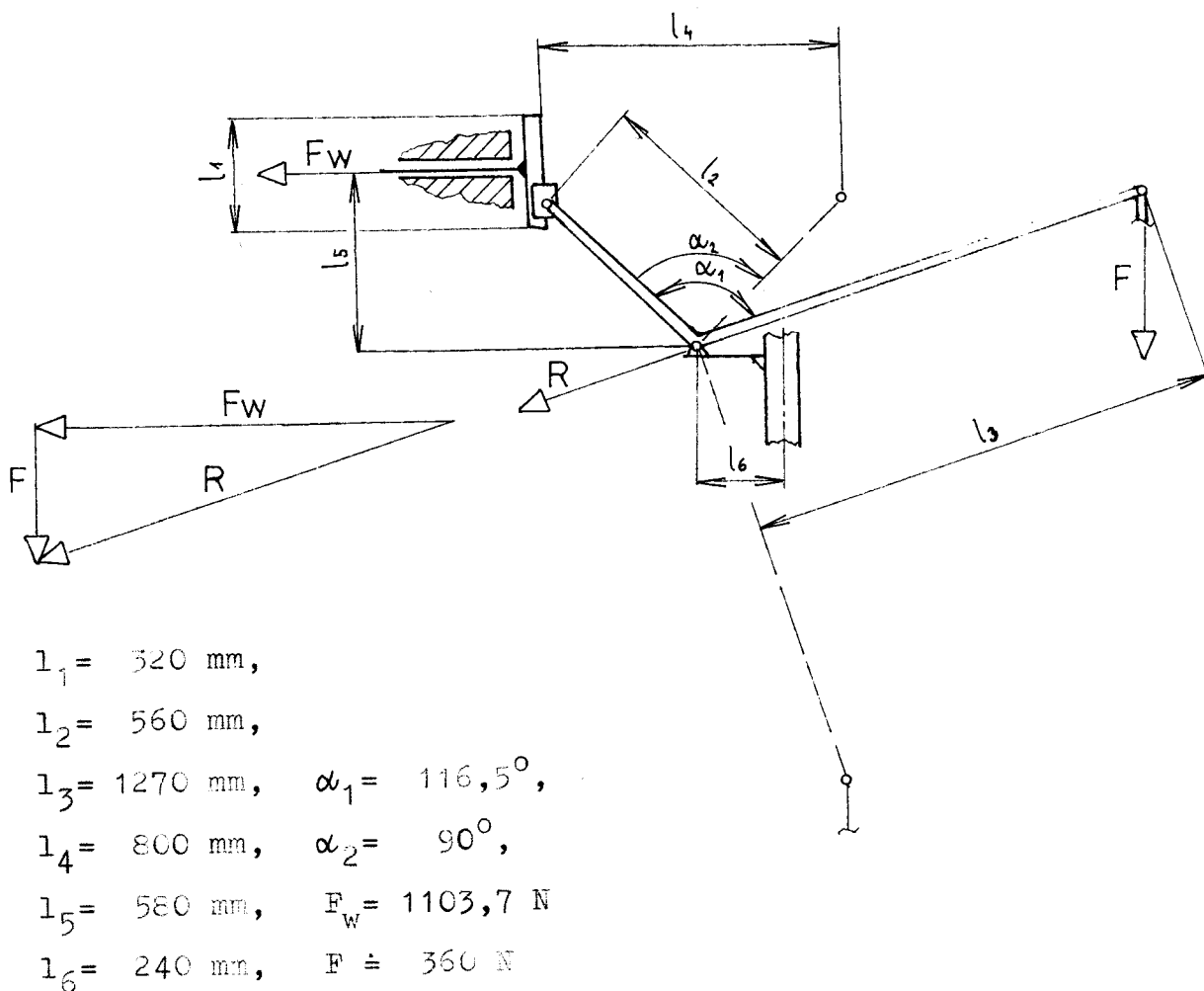
f'_1 - součinitel tření mezi uzávěrem a vedením . 1/

Vzorec /6.3./ respektuje deformace konstrukce zvýšením o
/1,2 až 1,5/. $f'_1 = 0,2$

$$F_w = 1,5 \cdot 2\,692,5 \cdot 0,56 (0,288 + 0,2) =$$

$$= 1\,103,7 \text{ N}$$

Pro otevírání je navržen tento pákový mechanismus /obr.9./



Obr.9. Pákový mechanismus otevírání komory zásobníku.

Mechanismus je navržen pro otevírání silou nohy. Při plném zásobníku je nutné vyvinout pro otevření žoupátkového uzávěru maximálně sílu $F = 360 \text{ N}$ /Řešeno grafickou metodou/. Využitelný objem komory zásobníku je $9,5 \text{ m}^3$. Při maximální nepřetržité produkci na lince LBW je třeba komoru zásobníku vybírat přibližně po 3,5 hodinách. Při vhodné organizaci lisování by nemuselo být nadále obsazována druhá směna v oddělení lisování.

7. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Instalací navrhovaných zařízení usnadňující manipulaci se ušetří v oddělení dokončujícího zpracování dvě pomocné pracovní síly. Jeden pracovník zařazený ve 4. platové třídě s průměrným, hrubým, měsíčním výdělkem 1 710 Kčs a druhý v 5.tř. s výdělkem 1 955 Kčs.

Dále je prakticky zajištěna oddělená přeprava veškerých odřezů vyskytujících se v závodě. Spolu se stržky a obalovým papírem lze tento odpad zařadit dle ČSN 50 1990 /Sběrový papír/ do třídy P2. Dle [13] lze papír s obsahem dřevoviny, bílý ve třídě P2 odprodat Sběrným surovinám za 1 100 Kčs za 1 tunu. Dle kapitoly 1.2. lze přibližně zjistit, že 80% této kvalitní druhotné suroviny lze zařadit do této třídy. Předpokladem tohoto zařazení je odpovědná a svědomitá práce dělníků lisovny. Bylo by vhodné tyto pracovníky patřičně zainteresovat na výsledku odprodeje odpadu. V současné době je veškerý odpadový papír zařazován do třídy P7, která je hodnocena 800 Kčs za 1 tunu.

V posouzení výhodnosti investiční akce použijeme těchto výpočtů:

$$T_u = \frac{JIN}{\text{p roční úspora provozních nákladů}} \quad /7.1./$$

$$E = \frac{JIN}{\rho \text{ roční přírůstek zisku}}$$

/7.2./

T_1 - doba návratnosti investice /léta/

E - zisková návratnost /léta/

JIN - jednorázové investiční náklady /Kčs/

Průměrnou roční úsporu provozních nákladů vypočítáme z uspořené náklady na uspořené pracovní síly, mínus odpisy z nově pořízené investice. Odpisy činí ročně přibližně 21 500 Kčs.

$$T_1 = \frac{153\,554}{12 \cdot (1710 + 1955) - 21\,500} = 1,8 \text{ let.}$$

Průměrný roční přírůstek zisku vyjádříme rozdílem ceny při novém a starém způsobu zhodnocování odpadu.

Způsob zhodnocování:

- starý - 653 tun ve třídě P7 k 800 Kčs 522 400,- Kčs.
- nový - 80% = 582 tun ve třídě P2 k 1100 Kčs = 640 200,-
- 20% = 171 tun ve třídě P7 k 800 Kčs = 136 800,-
-
- Celkem Kčs 687 000,-

$$E = \frac{153\,554}{687\,000 - 522\,400} = 0,75 \text{ let}$$

Z vypočtených hodnot je zřejmé, že jde o výhodnou investici. Zvláště je také příznivá zisková návratnost a tím také efektivnost celé akce.

Z Í V Ě R .

Maximální využití stávajících surovinových zdrojů, zlepšování pracovního prostředí, odstraňování fyzicky namáhavých prací a snižování vlastních nákladů ve výrobě patří k rozvojovým směrům naší současné ekonomiky. Navrhované zařízení, včetně uvedených opatření neznamenaají převratné změny v práci tiskařských závodů, jsou však podstatnými ve směru usnadňujícím vnitrozávodovou manipulaci s důrazem na efektivní zhodnocení cenné druhotné suroviny.

Navrhovaná technická opatření jsou řešena tak, že je maximálně využito převážně hotových tuzenských výrobků a materiálu. Při řešení celé problematiky byl kladen důraz hlavně na snížení fyzicky náročných manipulačních úkonů a v souvislosti s úsporami značného množství odpadového papíru je touto prací dán příspěvek k řešení aktuálního problému i pro další polygrafické závody.

LITERATURA

- [1] Hejna, J.: Vzduchotechnika v dřevozpracujícím průmyslu.
Praha, SNTL 1981.
- [2] Urban, J.: Pneumatická doprava. Praha, SNTL 1964.
- [3] Mauer, K. - Mázl, F.: Vzduchotechnická zařízení.
Praha, SNTL 1977.
- [4] Dzjadzio, A.M.: Pnevmatičeskij transport na zernopererabaty-
vajuščch predprijatijach.
Moskva, Zagtizdat 1961.
- [5] ON 12 0390. Ohebná hadice s přírubami. 1977.
- [6] FN 12 3237. Radiální ventilátory transpostní. 1968.
- [7] Firemní literatura n.p. Strojtex / mechanické odlučovače
SPIN/.
- [8] Firemní literatura n.p. Dřevostroj /odlučovač DSA/
- [9] Bindereport 8/1983.
- [10] Chýrský, J. - Oppl, L.: Větrání a klimatizace, technický
průvodce. Praha, SNTL 1973.
- [11] Dražan, F. - Jeřábek, K.: Manipulace s materiálem.
Praha, SNTL/ALFA 1979.
- [12] Pustka, Z.: Konstrukční projekt. Liberec, IŠST 1985.
- [13] Ceník velkoobchodních cen VC 30/19, 1982.

SCHEMA PNEUMATICKÉHO OVLÁDÁNÍ

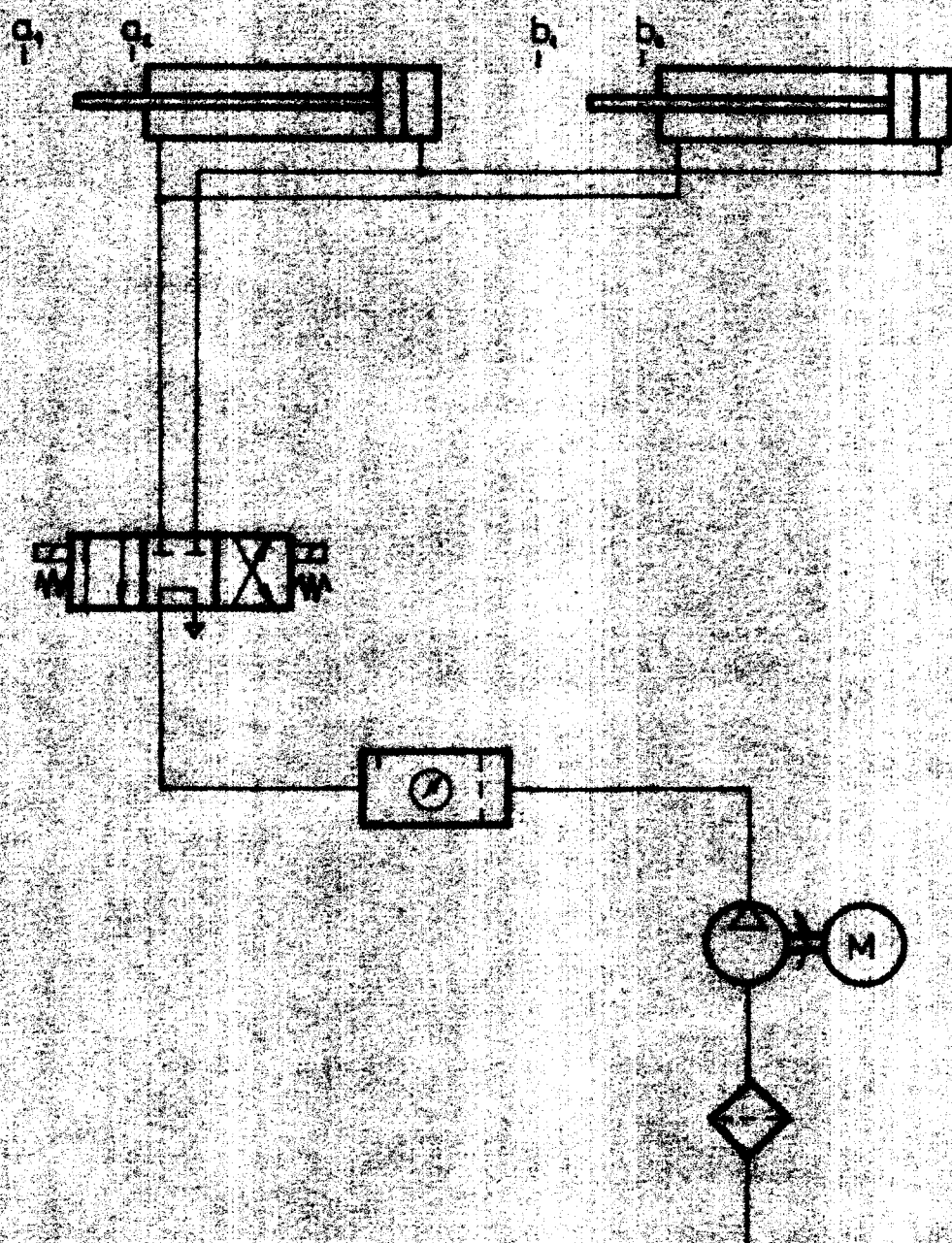
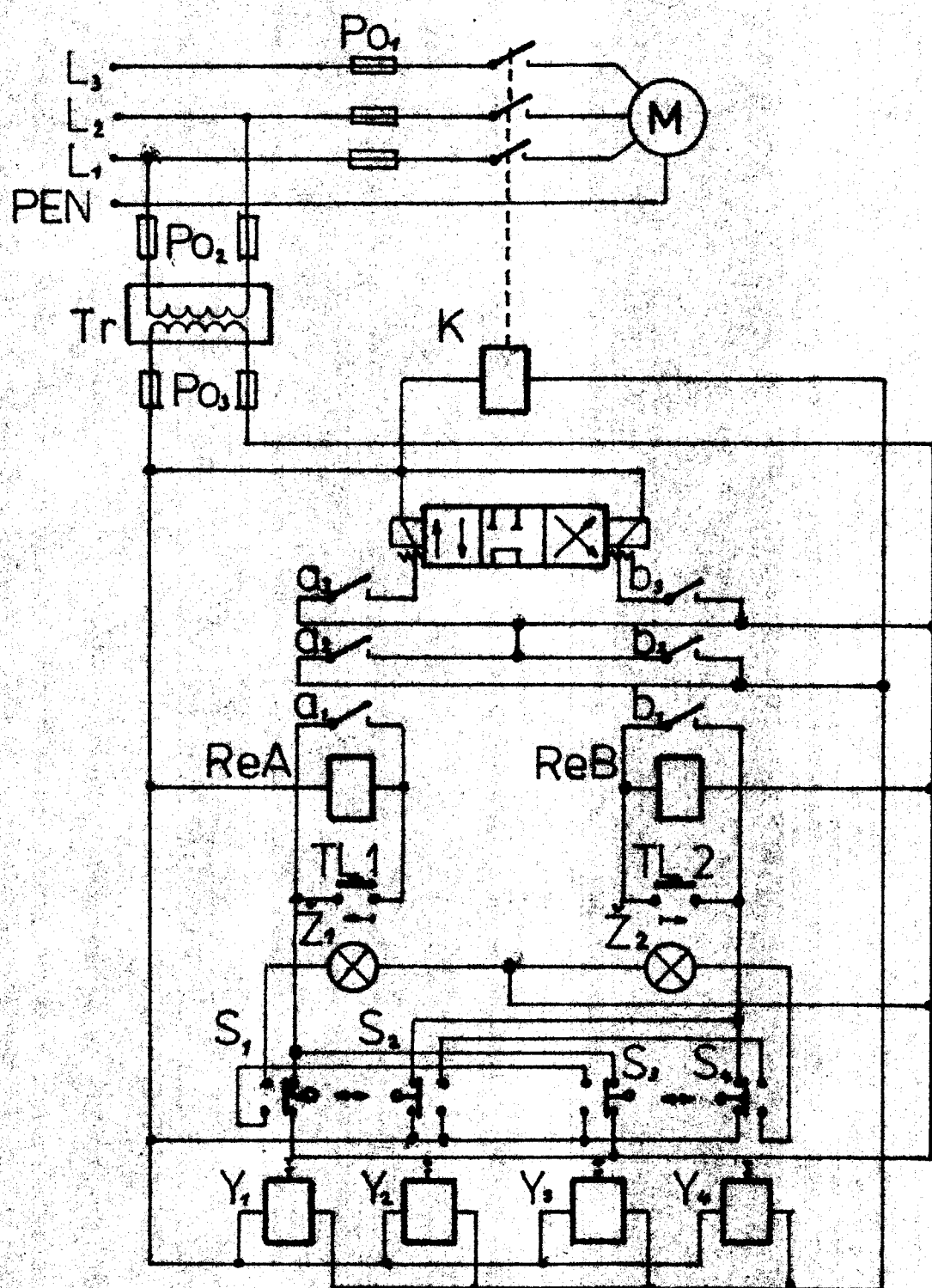


SCHÉMA ELEKTRICKÉHO OVLÁDÁNÍ A JIŠTĚNÍ ROZBOČEK



Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Tržba odp.	C. br. přenos	Císlo vč. kresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Přesah 355/355	PM 12 0439.0				10,4		21
2	Oblouk 355x355/355/90°	PM 12 0419				24		22
2	Rameno 315	PM 12 1076.5				57		23
2	Oblouk 315x315/315/90°	PM 12 0419				18,2		24
1	Truba 315x315-996	PM 12 0419				33,2		25
1	Oblouk 315x315/315/60°	PM 12 0419				13,7		26
4	Truba 315x315-1996	PM 12 0419				56,9		27
4	Truba 315x315-1496-VP	PM 12 0419				48		28
1	Oblouk 315x315/315/30°	PM 12 0419				8,7		29
1	Oblouk 315x315/315/90°	PM 12 0419				18,2		30
2	Oblouk 315x315/315/15°	PM 12 0419				35,7		31
1	Přesah 315/315	PM 12 0439.0				7,9		32
1	Přesah 315/250-200	PM 12 0313				5,5		33
1	Vložka tlumič 250	PK 12 0251.0				4,5		34
1	Vložka tlumič 315x315	PK 12 0251.0				4,5		35
1	Ovládač DSA650/1-Prv.					161,1		36
1	Ovládač DSA650/1-1.prv.					161,1		37
1	Ventilátor 400 3P-AP152a-2-2000	PM 12 3237.5P				65		38
12	Objímka 200	OM 12 0590				0,646		
1	Základní 5-50	PM 02 0160						

Město	Kreslil <i>Milomir</i>	C. sním.
Přezkoušel		
Norm. ref.		
Vyr. pojednal	Schválil	C. transp.
	Dne 20. 4. 1986	

Číslo	Datum	Podpis	Index změny	x
				x
				x
				x
				x

Typ	Název	Skupina	Číslo vč. kresu	Výkres
Typ	Název	Skupina	Číslo vč. kresu	Výkres
Typ	Název	Skupina	Číslo vč. kresu	Výkres
Typ	Název	Skupina	Číslo vč. kresu	Výkres
Typ	Název	Skupina	Číslo vč. kresu	Výkres

VYST
LINIEK

PNEUMATICKÁ
DOPRAVA

2-KST-78-10-00

Počet kusů	Název - rozměr	Požadavek	Mat. kódový	Mat. výchozí	Přid. odp.	C. množství		Císlo výrobku	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Bočník		11373.0		001	35,5	4-KST-78-21-00		1
2	Bočník		11373.0		001	35,5	4-KST-78-21-00		2
2	Box		11373.0		001	50,3	5-KST-78-22-00		3
2	Box vnitřní spodní		11373.0		001	49,4	5-KST-78-23-00		4
2	Box vnitřní vrchní		11373.0		001	75,4	5-KST-78-24-00		5
1	Otvorák		11373.0		001	97,2	2-KST-78-25-00		6
4	Právek		11373.0		001	11,6	4-KST-78-20-01		7
2	P2x1250-2200	OSK 42 5301.01	11373.0		001	42			8
4	P2x900-1250	OSK 42 5301.01	11373.0		001	17			9
2	P2x900-2100	OSK 42 5301.01	11373.0		001	28,3			10
2	P2x900-2100	OSK 42 5301.01	11373.0		001	28,3			11
4	P2x35-35	OSK 42 5301.01	11373.0		001	0,02			12
4	P10x100-350	OSK 42 5310.12	11373.0		001	1,1			13
4	P10x100-150	OSK 42 5310.12	11373.0		001	2			14
4	L30x20x3-800	OSK 42 5545.01	11373.0		001	0,9			15
4	L30x20x3-2590	OSK 42 5545.01	11373.0		001	2,9			16
8	L30x20x3-832	OSK 42 5545.01	11373.0		001	0,9			17
4	L30x20x3-460	OSK 42 5545.01	11373.0		001	0,5			18
4	L30x20x3-1652	OSK 42 5545.01	11373.0		001	1,9			19
4	L30x20x3-660	OSK 42 5545.01	11373.0		001	0,7			20

MÉNKA	Kresla <i>Mapla</i>	C. snímek
Přezkoušel		
Not. ref.		
Výr. pracovní	Schválil	C. transp.
	Dne 20.4.1986	

Datum	Podpis		

VÝST KST-78-20-00	Typ Název	Stavba	Název výrobku
	ZÁSOBNÍK		0-KST-78-20-00

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	C. množství		Číslo výkresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Boční stěna násyvky		11373.0		001	4,9	4-KST-78-31-01		1
1	Boční stěna násyvky		11373.0		001	4,9	4-KST-78-31-01		2
1	Bočnílice násyvky		11373.0		001	8,7	4-KST-78-31-02		3
1	Bočnílice násyvky		11373.0		001	8,7	4-KST-78-31-02		4
1	Přední stěna násyvky		11373.0		001	3,8	5-KST-78-31-03		5
1	Přední stěna násyvky		11373.0		001	3,8	5-KST-78-31-03		6
2	Výstupka		11373.0		001	0,18	4-KST-78-31-04		7
1	L 30x20x3-1500	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	1,23			8
2	L 30x20x3-1040	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	1,16			9
1	L 30x20x3-1160	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	1,29			10
1	L 30x20x3-687	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	0,74			11
1	L 30x20x3-657	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	0,75			12
2	L 30x20x3-838	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	0,6			13
1	L 30x20x3-435	ČSN 42 5545.01	11373.0		001	0,46			14

MČRKO	Kresla <i>Mapla</i>	Č. sním.	Č. sním.	Datum	Podpis	Index změny	X	
	Průzkoušet							Č. transp.
	Notná ref.							
	Výr. provedl							
Schv. 20.4.1986								
Typ		Skupina						
Název		NÁSYPKA						
VÝST		LIBEREC		1-KST-78-31-00				
				počet listů 2				
				List 2				

Počet kusů	Název - rozměr	Položka	Mat. konečný	Mat. výchozí	Hída osa	Č. hmotnost	8.	9	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
2	L30x20x3-2090	CSN 425545.01	11373.0			001 2,4			21
2	L30x20x3-730	CSN 42 5545.01	11373.0			001 0,8			22
2	L40x5-3590	CSN 42 5545.01	11373.0			001 7,6			23
1	W80x2250	CSN 42 5570.	11373.0			001 19,4			24
4	W80-2250	CSN 42 5570	11373.0			001 19,4			25
3	W80-2590	CSN 42 5570	11373.0			001 22,4			26
4	W80-3525	CSN 42 5570	11373.0			001 28,7			27
2	Krčlo odlučovač 315/1100					16			28
4	Fryš 5x28-600	CSN 62 2456.07	Fryš 436						29
4	Organické sklo 4x157x15	CSN 64 3410	PRHA 4						30

MZK 110	Kreslí <i>Bojlan</i>	
	Přezkoušel	
	Norm. ref.	
	Výt. provedení	8. 11. 1986
		Des 20.4.1986

C. sním

C. trans

VŠST
LIBERO

Typ

Název

ZÁSOBNÍK

Skupina

Stary výkres

Nový výkres

0-KST-78-20-00

Počet listů 3

List 3

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Hřída odp.	C. hmotnost		Císlo výrobku	Posl.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Přechod 190x190/200x200							4-KST-78-10-01	1
2	Přechod 200x200/450x200							4-KST-78-10-02	2
2	Přechod 355x355/315x315							4-KST-78-10-03	3
1	Přechod 315x315/300x150							4-KST-78-10-04	4
1	Korbovka							0-KST-78-20-00	5
1	Korbovka							3-KST-78-11-00	6
1	Přechod 200/200	PH 12 0439.1				2,3			7
1	Oběžná hadice 200x2000	OH 12 0590.1				36,36			8
1	Pozvedací lehký 200	PA 12 0453				2,9			9
7	Trouba 200-996-P0	PH 12 0513				15,6			10
2	Trouba 200-1987-VF	PH 12 0513				20,5			11
4	Obložek 200/300/90°	PH 12 0513				6			12
9	Trouba 200-1987	PH 12 0513				20,5			13
1	Trouba 200-301	PH 12 0513				6			14
1	Obložek s tryskou 200/300/15°-VF	PH 12 0513				11			15
1	Obložek s tryskou 200/300/15°	PH 12 0513				11			16
2	Trouba 220-996	PH 12 0513				11			17
1	Přechod 200/200	PH 12 0435.0				3,6			18
1	Korbovka 200	PH 12 1076.5				29,5			19
2	Trouba 200x200-301	PH 12 0439				11,9			20

Měřičko	Kreslí / <i>Bojars</i>	C. sním.	Datum	Podpis	Index	x	
	Prekousel						C. tržní
	Název						
	Výr. předání						
	Schvál.						
	20.4.1986						

TÝST LÍKING	Typ	Skupina	Stav výrobku	Návy výrobku
	Název			
PNEUMATICKÁ DOPRAVA			2-KST-78-10-00	
Počet kusů			List 3	

0-KST-78-30-00

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odd.	C. výrob.	8	9	10
4	U65-3525	OSN 42 5570.0	11373.0		001	25			21
2	U65-2200	OSN 42 5570.0	11373.0		001	15,6			22
2	U65-2284	OSN 42 5570.0	11373.0		001	16,2			23
1	Organické oklo 4x320x340	OSN 54 3410	ENKA 4						24
24	Izolat 20x20	OSN 02 1103.0				0,012			25
24	Podložka B	OSN 02 1740.00				0,004			26
24	Matice M8	OSN 02 1401.20				0,005			27

Měřítko	Kreslí <i>M. Bala</i>	C. směr	
Přezkoušel			
Norm. ref.			
Vyr. předán	20.4.1986	C. trasp.	
YEST LITINGO		ZASOBNÍK S NÁSYPKOU	
0-KST-78-30-00		List 3	

L i t e r a t u r a

- /1/ ČSN 01 0250 Statistické metody v průmyslové praxi,
ČSN Praha 1973
- /2/ ZP - 018 - SZ 202 Praha
- /3/ TGL - 46 - 0144
- /4/ FOGRA praxis report Nr. 21/September 1975
- /5/ Olehla M., Olehla J., Věchet V. : Řešení úloh matematické statistiky ve fortranu, NADAS
Praha 1982
- /6/ Dráb V., Moc L. : Teorie spolehlivosti a řízení jakosti,
skripta VŠST Liberec, 1984
- /7/ Syrový V. : Využití matematické statistiky při hodnocení jakosti tisku