

VŠET Liberec

Katedra

Fakulta

DP

NÁVRH PŘETLAKOVÉ
PNEUMATICKÉ DOPRAVY
TEXTILNÍCH ÚPLETŮ

Autorské právo se řídí směnicemi MSK, jako měřítko
na právní zkušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne
12. července 1962. Věstník MSK X/1, sešit 24. a dle
31. 8. 1962 § 19 autorského zákona z 115/53 Š.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I. STUDENTSKÁ 5

V 93/68 S

+

na'made za oří

Vypracoval : Verner Vybíral

O b s a h

list

Obsah	3
Použité označení	5
1.Úvod	7
2.Přetlaková pneumatická doprava	8
3.Návrhy pneumatické dopravy	12
a/volba optimálního $\varnothing$ potrubí	12
b/návrhy pneumatické dopravy	13
4.Popis práce pneumatické dopravy	15
5.Výpočet pravděpodobnosti variant současného otevření ventilů	21
6.Měření nejmenšího podtlaku ven- tilátoru pletacího stroje	26
7.Měření tlaků a rychlostí na zkušební trati	30
8.Výpočet pneumatické dopravy	33
a/teorie	33
b/proudění samotného vzduchu	38
1/ztráta při proudění od ven- tilátoru do tratě Is 85	38
2/ztráta výstupní	41
3/odpor kolen na konci tratě	42
4/odpor stroje	42
5/odpor odboček	42
c/výpočet všech tří variant tratě přetlakové pneumatické dopravy	45
d/zjištění zvýšení tlaku vlivem dopravovaného materiálu	47
e/rozbor odporů úpletu	48
f/rychlost vznesu úpletu	49
g/souhrn	50

VŠST Liberec	Návrh přetlak. pneumatik	tepeln. tech.
Fakulta strojni	dopravy textil. úpleť.	list 4

list

9. Srovnání pneumatické dopravy poudar s pneumatickou dopravou úpleť	53
10. Odlučovací zařízení	54
11. Konstrukční řešení zařízení na přepínání výfuku ventilátoru do dopravního potrubí	56
12. Sestava trati	56
13. Technickoekonomické srovnání tří systémů	57
14. Závěr	60
Seznam použité literatury	61

POUŽITÉ OZNAČENÍ

- α - koeficient vířivosti
- α - úhel rozšíření proudu $/^\circ/$
- d - průměr potrubí $/m/$
- e - základ přirozených logaritmů 2,71828
- F - průtočná plocha, průřez $/m^2/$
- g - zemské zrychlení $/m/sec^2/$
- G - váha úpletu $/kg/$
- γ_m - měrná váha měrné kapaliny $/kg/m^3/$
- γ - měrná váha vzduchu $/kg/m^3/$
- H - zdvih šoupátka $/cm/$
- h_c - výška sloupce odpovídající p_c $/m/$
- h_s - výška sloupce odpovídající p_s $/m/$
- k - počet ventilů
- k_1 - součinitel tvaru
- l - délka potrubí $/m/$
- n - počet ventilátorů
- N - počet strojů připojených k trati
- p_s - statický tlak $/kg/m^2/$
- p_d - dynamický tlak $/kg/m^2/$
- p_c - celkový tlak $/kg/m^2/$
- p_{cs} - celkový podtlak v sání $/kg/m^2/$
- p_{cv} - celkový přetlak ve výfuku $/kg/m^2/$
- p_{zv} - ztráta na tlaku třením $/kg/m^2/$
- p_{zv} - ztráta na tlaku u vřazeného odporu $/kg/m^2/$
- ξ - součinitel odporu
- ξ_b - součinitel odporu pro boční proud
- ξ_p - součinitel odporu pro přímý proud
- μ - směšovací poměr dopravní
- ν - kinematická viskozita vzduchu $/m^2/sec/$
- λ - součinitel odporu třením vzduchu

VSST Liberec		Návrh prototypu stroje - 1. etapa	
Patella	strojni	doprostřední část	

Re - Reynoldsovo číslo
 ρ - hustota přetoku dopravního média $[kg/sec]$
 μ - hustota přetoku viskozita $[kg/sec]$
 Q - množství výtoku z jednotky výtoku $[m^3/sec]$
 Q_1 - množství výtoku v jednotce výtoku $[m^3/sec]$
 Q_2 - množství výtoku v jednotce výtoku $[m^3/sec]$
 Q_3 - množství výtoku v jednotce výtoku $[m^3/sec]$
 T - doba plnění sípky $[sec]$
 t - čas $[sec]$
 v - rychlost přetoku výtoku $[m/sec]$
 Index "I" se vztahuje ke I. výtoku
 Index "II" se vztahuje ke II. výtoku
 Index "III" se vztahuje ke III. výtoku

VŠST Liberec		Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.techn.	
Fakulta	strojní	dopravy textil.úpletů.	op	list 7.

1 ÚVOD

Pneumatická doprava práškových, zrnitých, kusovitých, vláknitých a těstovitých materiálů se v širokém měřítku úspěšně uplatňuje prakticky ve všech odvětvích národního hospodářství. Váží se to svým přednostem, jimiž předčí jiné mechanické způsoby dopravy. K přednostem pneumatické dopravy patří :

1/ vynikající přizpůsobivost k vnitřnímu uspořádání budov, stávajícím technologickým zařízením apod.

2/ možnost vodorovné, šikmé i svislé dopravy jediným zařízením.

3/ hygiena dopravního procesu - materiál se pohybuje uvnitř potrubí, takže nedochází k znečištění ovzduší prachem.

4/ možnost kombinace dopravy s jinými technologickými procesy:

- a/ provzdušnění dopravovaného materiálu
- b/ chlazení či ohřev dopravovaného materiálu.
- c/ sušení dopravovaného materiálu.

5/ kompaktnost zařízení, minimální nároky na plochu a prostor, minimální váha.

6/ nízké pořizovací náklady a nižší provozní náklady na obsluhu, technickou údržbu a opravy zařízení.

Pneumatická doprava má ale také tyto základní nedostatky:

1/ vyšší měrnou spotřebu energie v. porovnání s mechanickými dopravníky.

2/ značné opotřebení dopravního potrubí, zejména oblouků a kolen.

3/ možnost poškození dopravovaného materiálu.

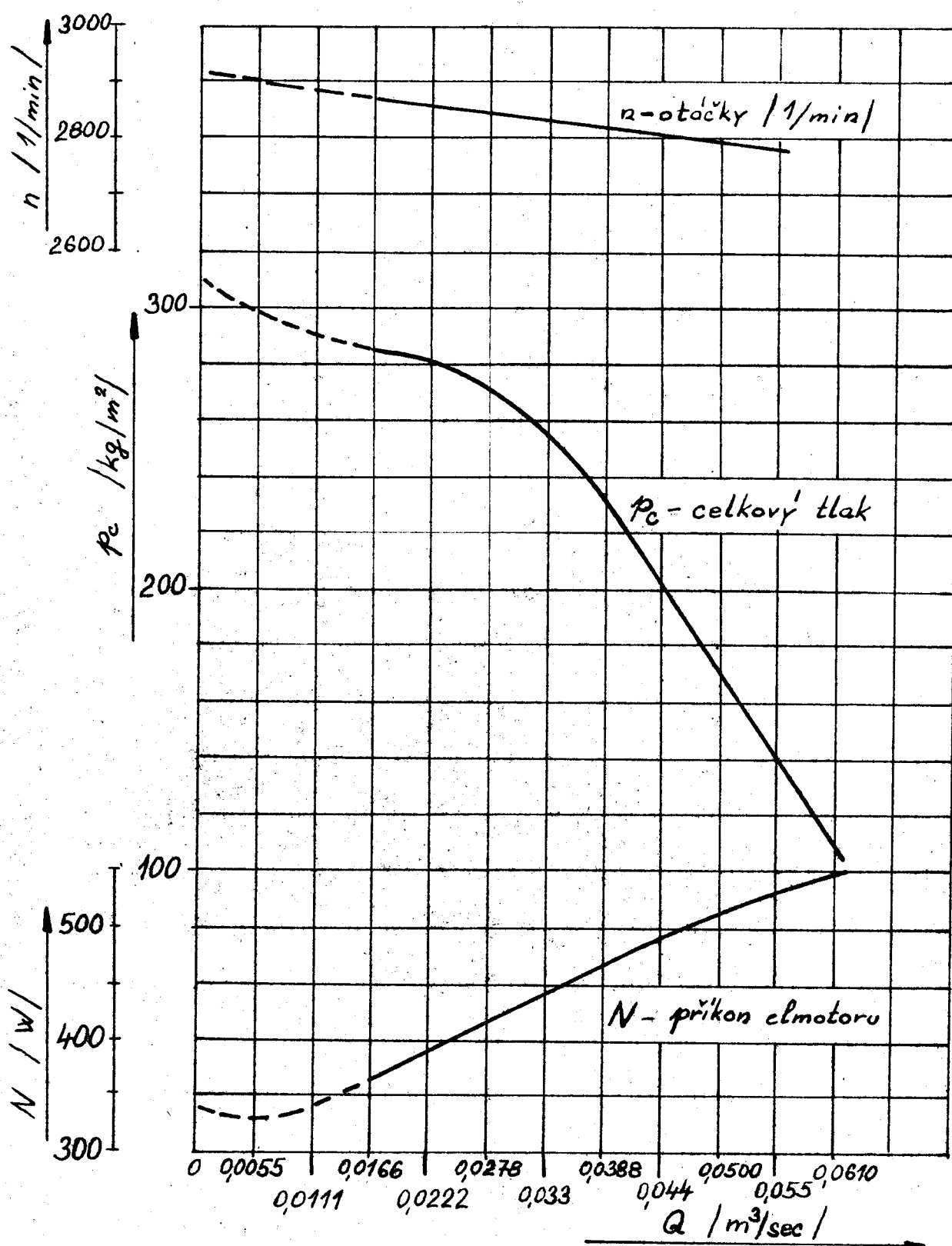
2 PŘETLAKOVÁ PNEUMATICKÁ DOPRAVA

Přetlaková pneumatická doprava má využít části výkonu ventilátorků, které jsou na stroji pro odsávání úpletu. Pokusem bylo zjištěno, že ventilátory jsou předimenzovány a pro odsávání úpletu stačí menší výkon. Charakteristika ventilátoru je znázorněna na obr.1

Část výkonu, který přebývá užijeme k dopravě úpletu o váze 20 gr od stroje až ke stanovišti kontroly. S ohledem na klimatisaci dílny by bylo vhodné, aby vzduch, jenž je zahřát průchodem ventilátory, se odváděl všechen k místu kontroly, které by bylo odděleno od dílny. Jestliže bychom docílili, aby se veškerý vzduch odváděl z dílny, dosáhli bychom stále klimatisace.

Toto řešení by ale předpokládalo, aby na každé 4 stroje bylo z dílny vyvedeno jedno skleněné potrubí o vnitřním průměru 85 mm. Z názoru plyne, že toto řešení by bylo nereálné, nehledě k tomu, že stálá klimatisace dílny by byla docílena za velmi vysokých nákladů na dopravním zařízení. Toto řešení by bylo také prostorově náročné.

Přetlaková pneumatická doprava by odstranila také přílišnou hlučnost pracovního prostředí. Pletací stroje mají ventilátory, které mají přímý výstup do dílny. Tento stav podporuje hlučnost, která se drží těsně pod dovolenou mezi 90 decibelů. Je proto nutné, v zájmu zlepšení pracovního prostředí, aby se hlučnost snížila. Využitím vystupujícího vzduchu z ventilátoru k přetlakové pneumatické dopravě úpletů dosáhneme podstatně nižší hlučnosti. Potrubí napojené na výstup ventilátorů působí jako tlumič.



obr.1

Pneumatická doprava má jisté nedostatky:

1/ vyšší měrnou spotřebu energie v porovnání s mechanickou dopravou.

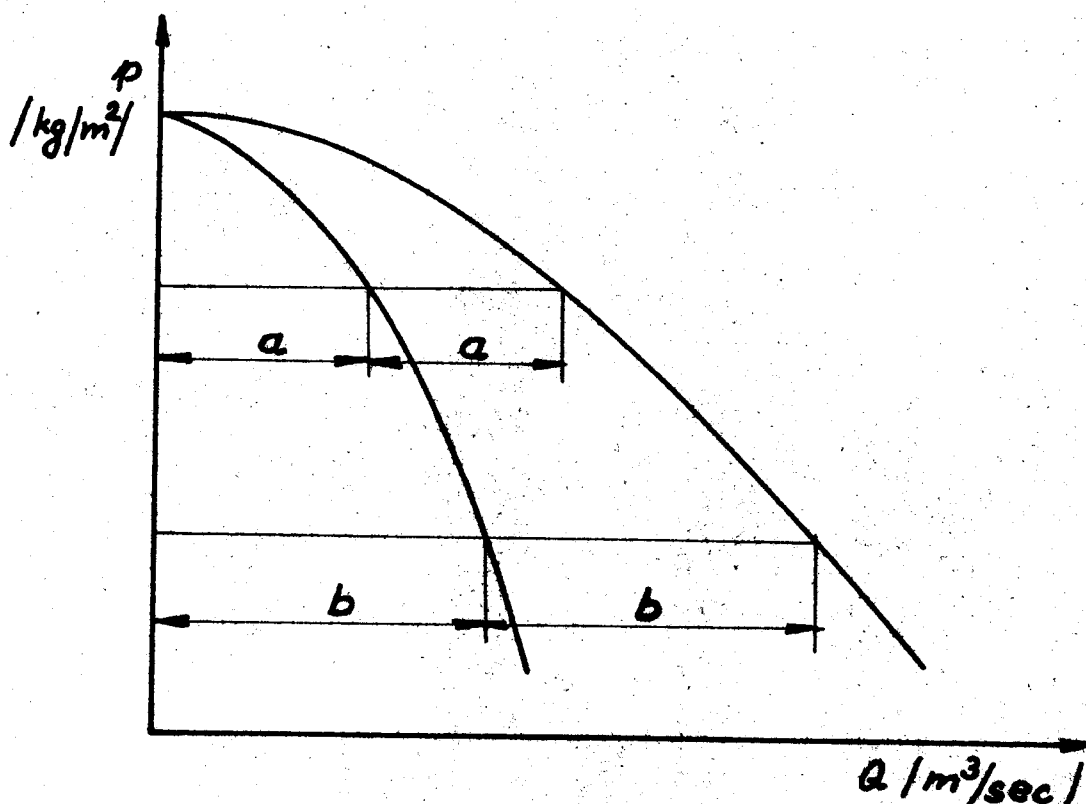
2/ značné opotřebení dopravního potrubí.

3/ možnost poškození dopravovaného materiálu.

Rozeberme si tyto nevýhody z našeho hlediska.

K bodu 1/

Zdroj energie pro naši dopravu je dán přebytečným výkonem ventilátoru u každého stroje. Pro paralelní chod ventilátorů /do pneumatické dopravy/ platí pravidlo: Tlakový spád několika stejných, paralelně pracujících ventilátorů, zůstává na původní hodnotě tlakového spádu jednoho ventilátoru, ale jednotlivé dopravované objemy se sčítají. /viz obr.2/



obr.2

Rozhodující je tedy tlakový spád jednoho ventilátoru. Tento tlakový spád musí být větší než součet všech odporů pneumatické tratě.

Není tedy třeba zabývat se bodem 1, protože využijeme přebytečného výkonu radiálních ventilátorů, které u strojů slouží k odsávání úpletů.

K bodu 2/

Značné opotřebení potrubí je nutno respektovat při pneumatické dopravě abrazivních materiálů /písek, kovářská drť, popílek/ v kovovém potrubí. Z těchto důvodů se přechází k potrubí z obdobnějších materiálů /manganová ocel, tavený čedič/. V našem případě dopravujeme měkký textilní úplet z kadeřeného polyamidového vlákna. Vybrali jsme skleněné potrubí vnitřního průměru 85 mm. Naskytla se nám ještě další možnost volit skleněné potrubí o vnitřním průměru 60 mm. Jelikož v tomto rozměru se u nás nevyrábějí potřebné armatury /odbočky 30°/ přiklonili jsme se k první alternativě.

K bodu 3/

Možnost poškození dopravovaného materiálu je velká při dopravě zrnitého materiálu /semen, obilí apod./ Zrnitý materiál se otírá o potrubí, ale poškozuje se také vzájemnými nárazy. Pro naše navrhované zařízení padá v úvahu pouze odírání úpletů o ostré nerovnosti a výstupky na vnitřním povrchu skleněné trubky. Každé zachycení jemného úpletu znamená jeho naprosté znehodnocení. Riziko poškození by bylo velké u takového potrubí, jehož vnitřní hladkost bychom nemohli předem zkontrolovat. Proto je výhodné užít trubek Is 85, které můžeme hmatem zkontrolovat.

Musíme tedy splnit jeden z nejdůležitějších požadavků: hladkost vnitřního povrchu potrubí pneumatické dopravy musí být bezvadná.

3 NÁVRHY PNEUMATICKÉ DOPRAVY

a/ Volba optimálního průměru potrubí.

Vlastní přetlaková pneumatická doprava bude tvořena skleněnými trubkami. Pro dopravu úpletů je nejvýhodnější takové potrubí, u kterého je zaručena hladkost vnitřního povrchu. Kromě skleněných trubek jsme mohli volit trubky z plexiskla. Vzhledem k tomu, že se jedná o materiál dovážený /tudiž devízově nákladný/upustili jsme od této volby.

Skleněné trubky se u nás vyrábějí o vnitřním průměru 60 a 85 mm. Srovnáme jejich výhody a nevýhody.

Potrubí o vnitřní průměru 60 mm

Výhody: Pro dané množství vzduchu větší rychlost proudění - větší dopravní rychlost úpletů.

Nevýhody: 1/ Hladkost vnitřního povrchu trubky se nedá kontrolovat hmatem.

2/ Rozbočky se vyrábějí jen pravocíhlé, které mají velký hydraulický odpor.

/pneumatická doprava má o 40 % větší odpor než pneumatická doprava z trubek 1a 85/

3/ Při případném ucpání pneumatické dopravy musíme rozebrat trať.

Potrubí o vnitřním průměru 85 mm

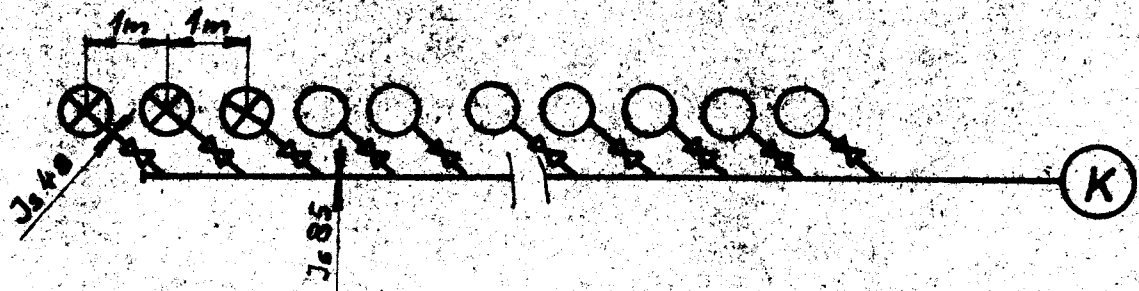
Výhody: 1/ Dopravovaný úplet o váze 20 gr se vznáší v proudu vzduchu. Jedná se o pneumatickou dopravu ve vzhledu.

2/ Hladkost stěn se dá kontrolovat hmatem.

3/ Při případném ucpání se nemusí rozebírat trať.

VKT Liberec	Savrn přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Pozice strojí	dopravy textil.úpletů.	Dř list 13
	4/ Vytváří se rozbočky s úhlem roz- vrst. 45°. 5/ Pneumatická doprava na vzdáli malý hydraulický výkon. Nevýhody: Rozbočka Is 85 je o 21,72 Kč draž- ší než provedení rozbočka s vnějším prů- měrem 60 mm. Průměr trubky Is 85 a trubky Is 50 / o prů- měru 60 mm jsou ve stejné cenové úrovní. Z uvedených výhod a nevýhod je zřejmé, že pro malý pneumatický výkon je nevhodnější trubka Is 85. Převládá provedení se Is 50 / 60 mm. 1/ 2" s koneč. Is 85 v trubce Is 85 k dopravě úpletů vnějším. b) Savrn pneumatická doprava. Přetlaková pneumatická doprava se musí přispo- sobit stávajícímu stávajícímu zařízení. Má rozmístění strojů jsou možná tři varianty přetlakové pneumatic- ké dopravy. V následujících tři schématech značí : ⊗ přetací stroj, jehož ventilátor obstará- vá "čerstvý vzduch" ⊙ přetací stroj, jehož ventilátor obstará- vá dopravu úpletů od stroje do hlavního potrubí Is 85. Ⓚ místo kontroly úpletů. 1. Varianta 60 strojů je rozmístěno ve vzdálenosti 1 m . v jedné řadě, / viz obr. 3 /	

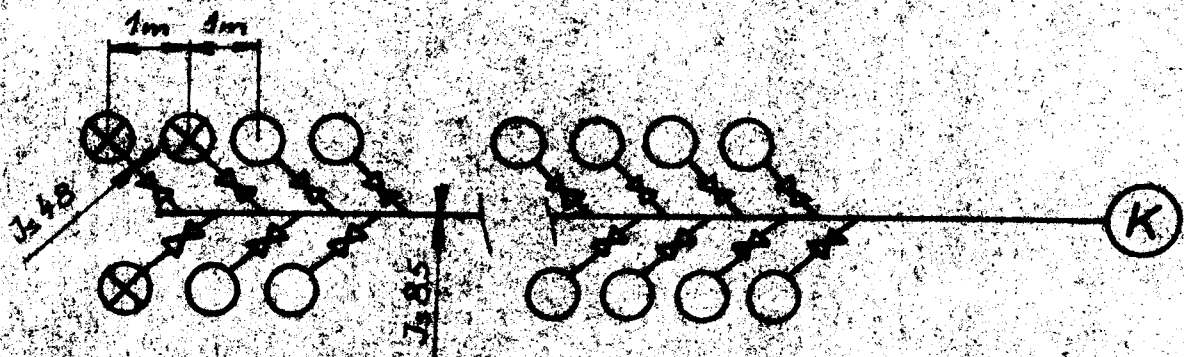
VŠET Lín 4246	Hlavní projekt, průmyslové	Strojní tepelné tech.
Rekultivační stroje	Lepravy textil, pletí	Dr List 74



obr. 3

2. Varianta

60 strojů je seskupeno ve dvou řadách po 30 strojích ve vzájemné vzdálenosti 1 m.

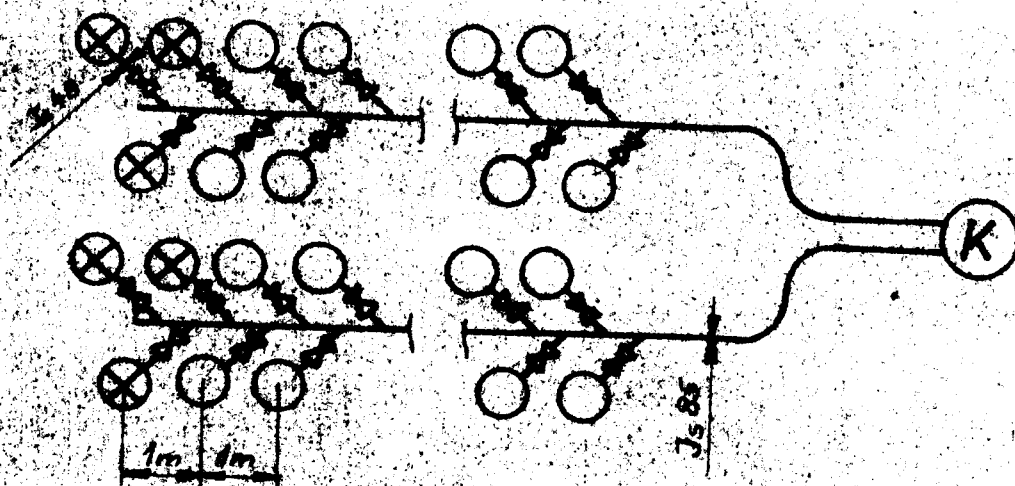


obr. 4

3. Varianta

60 strojů je uspořádáno ve čtyřech řadách po 15 strojích ve vzájemné vzdálenosti 1 m.
/viz obr. 5/

VŠETI listec	Nařta přístroj pneumatické	Kolek. a tepl. tech.
Práce	strojní dopravy textil. úpletů.	Dř. list 15.

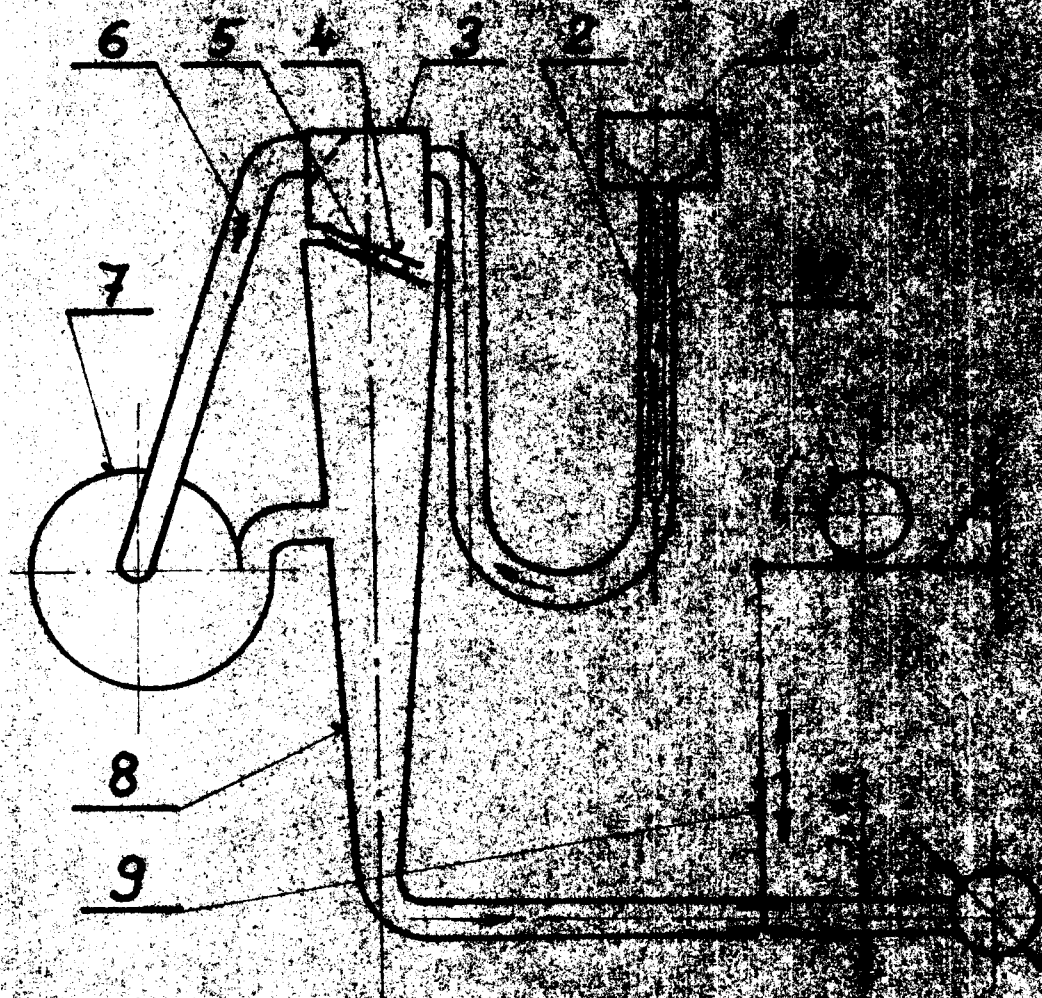


obr. 5

4. PRÁCE PRŮCH PNEUMATICKÉ DOPRAVY

Na tomto pneumatické dopravě pracují vždy tři ventilátory do kruhu a obměňují "nový vzduch". V první a druhé variantě se jsou tři ventilátory, v třetí variantě se jsou v každé variantě tři ventilátory. Rychlost proudění vzduchu 15 m/sec. Konstrukční napětí těchto vzduchových ventilátorů se jsou pneumatické dopravě je znázorněno na obr. 6.

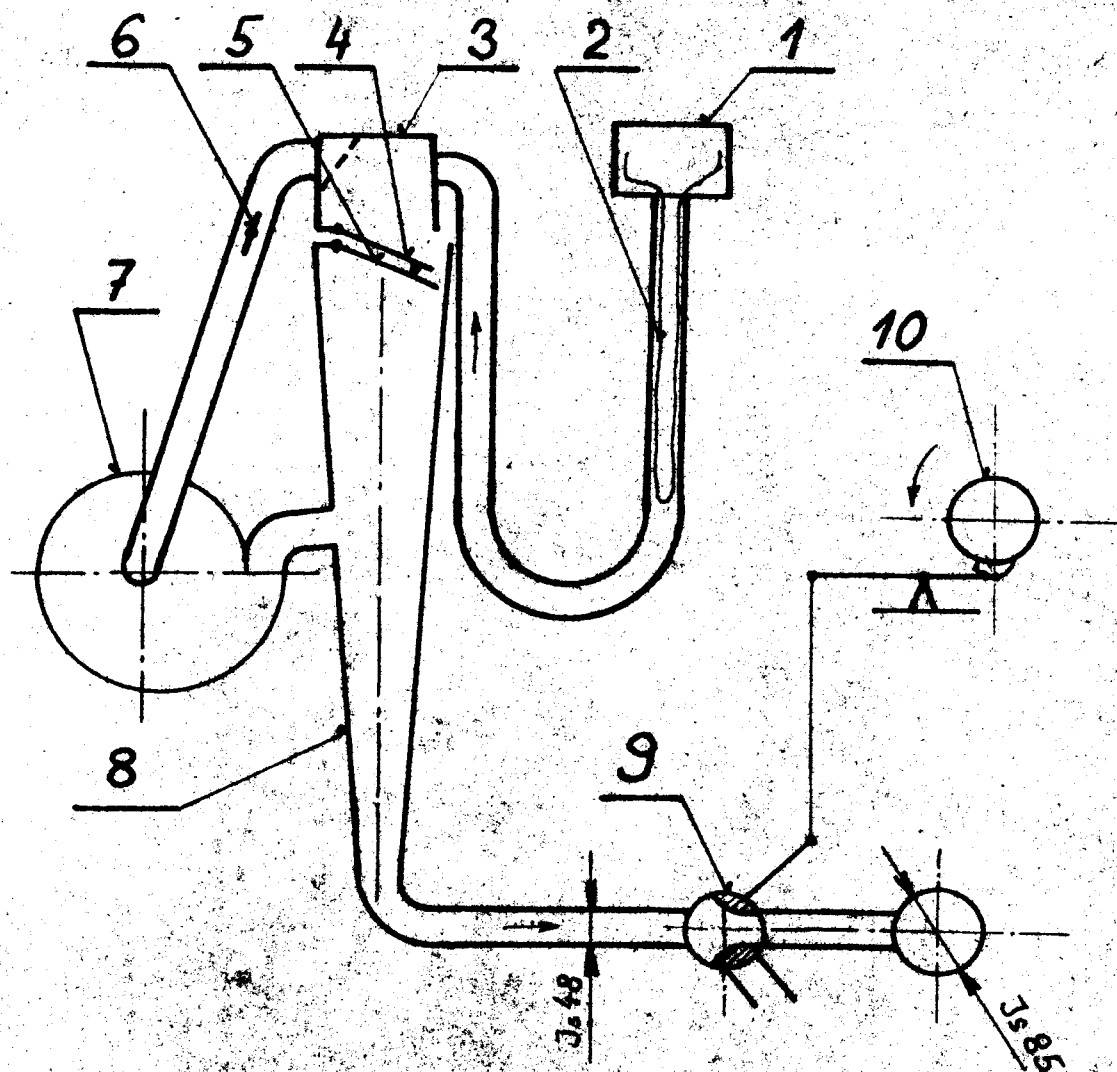
1. Průchod vzduchu /1/ se třetí křídlo /3/. Ichný je vzduch ventilátorů /7/. Po skončení plnění se vzduch dostane do kruhu /1/. Všechny ventilátory je napájen z pneumatické dopravy se jsou přes jímky /8/ a přes otvorů mechanické součástí /9/ se ti plnění v kruhu /5/ pak pásové pásy /10/ se přes součástí /9/ aby se zavřelo. Součástí se jsou vzduch /6/. Ventilátor, na který vzduch vstupuje a plnění přechází do usazeného vzduchu /11/.



1990

[illegible]

Balai stupa stupa di dalam stupa
 purnakalpa di dalam stupa purnakalpa
 stupa stupa di dalam stupa purnakalpa
 stupa stupa di dalam stupa purnakalpa
 stupa stupa di dalam stupa purnakalpa



obr. 7

Toto uspořádání je odlišné od konstrukce zobrazené na obr. 6 pouze v detailu /9/. Místo klopátka zařadíme do potrubí dvousestný ventil /9/ viz obr. 7/. Pletenina se plave v blávici /1/ a ventilátor, který ji odsává má výfuk zapojený dvousestným ventilem do ovzduší. Po skončení plávení se úplet dostane do krabice /3/. Klapka /6/ se zavře ventilátor pracuje na prázdno. Současně se otevře klapka /4/ a /5/ a úplet padne do jisky /8/. Pak se teprve otočí dvousestný ventil do polohy, kdy spojí jisku s dopravním potrubím Is 85. Těsně před tímto pohybem se uzavřou klapky /4/ a /5/ a pak se otevře klapka /6/.

VŠST Liberec		Návrh přetlak.pneumatické	Katedra	tepel.tech.
Fakulta	strojní	dopravy textil.úpletů.	DP	list 18.
Ventilátor pracuje opět s uvolněným sáním a dopravuje úplet do dopravního potrubí. K další dopravě úpletu až na místo kontroly slouží "nosný vzduch". Později se dvoucestný ventil nateče do té polohy, aby bylo uzavřeno dopravní potrubí Is 85 a výfuk směřoval do ovzduší. Stroj sám ovládá zapínání a vypínání ventilů palcovým bubnem /10/ a to tak, že po skončení pleťací operace se otevře přístup do dopravního potrubí. Otázkou je, kolik ventilů se otevře současně. Ze známého cyklu stroje se můžeme vypočítat, jak velké jsou pravděpodobnosti, že se otevře současně více ventilů. /Viz kapitola 5/. Jedna z nejdůležitějších podmínek dobrého chodu celého pracovního cyklu je konstrukční vyřešení dvoucestného ventilu. Nabízí se nám dvě varianty. Jednak můžeme využít plastických hmot a vyrobit ventil z fenoplastu a vnější obal z novoduru, který může být slepen. Vnitřní pohyblivá část může být vystříknuta z fenoplastu v celku. Další varianta využívá ohebnosti trubky z plastické hmoty Is 50, která se ohýbá pomocí kovového šoupátka. V závěru práce je tato možnost konstrukčně vyřešena. V průběhu činnosti pneumatické dopravy je možné, aby nastala tato extrémní situace, že právě poslední tři stroje /obstarávající "nosný vzduch"/ dokončí současně úplet. Aby se tento úplet dostal do jímky, je nutno odstavit ventilátory z činnosti. Nebude tedy produkován žádný "nosný vzduch" a úplety, které se budou dopravovat v potrubí se zastaví. Pokusy jsme se snažili simulovat takovou situaci a došli jsme k závěru, že budou-li v potrubí čtyři				

$$P_{ztr6} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot 8 = 0,046 \frac{0,9}{0,048} \cdot \frac{15,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 =$$

$$P_{ztr6} = 12,1 \text{ mm v.s.}$$

17/ Ztráta rozšířením o $\varnothing 48$ mm na Is 85
vypočtena dle vzorce /13/. Součinitel odporu
vypočtena dle vzorce /14/.

$$\xi_1 = \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^2 = \left(1 - \frac{0,0048}{0,00565}\right)^2 = 0,46$$

$$F_1 = 0,0048 \text{ /m}^2/$$

$$F_2 = 0,00565 \text{ /m}^2/$$

$$P_{z7} = 0,46 \frac{15,2^2 \cdot 12}{2 \cdot 9,81} = 6,5 \text{ mm v.s.}$$

Ztráta vypočtena dle vzorce /13/

Šarní ztráta při proudění od ventilátoru do pneu-
matické dopravy Is 85 bude rovna součtu všech díl-
ních ztrát.

$$P_{z1} = P_{ztr1} + P_{z2} + P_{z3} + P_{z4} + P_{z5} + P_{ztr6} + P_{z7}$$

$$P_{z1} = 12,5 + 13,3 + 1,4 + 2,1 + 9,7 + 12,1 + 6,5 =$$

$$P_{z1} = 49,6 \text{ mm v.s.}$$

2/ Ztráta výtupu je součtem celého dynamického
tlaku vzduchu na výtupu z pneumatické dopravy Is 85.
Rychlost proudění plyne ze vzorce /8/, že Q dani-
me celý objem vzduchu proudící v potrubí Is 85.

$$Q = 0,0845 \text{ /m}^3\text{/sec} / \quad F = 0,00565 \text{ /m}^2/$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,0845}{0,00565} = 15 \text{ /m/sec} /$$

VŠST Liberec	Návrh přetlak, pneumatické dopravy textilií, úpletů.	Katedra tepel. tech.
Fakulta strojí		or list 42.

Výstupní stráta je pak dána vzhledem /13/ pro $\xi = 1$.

$$p_{zv} = 1 \cdot \frac{150^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 13,8 \text{ mm v.s.}$$

3/ Odpor ohm kolen na kamei krátě počítáme dle vzorce /13/. Obě kolena jsou pravoklá, pomocí nichž se úplet transportuje nad místo kontroly a vhodným odlučovacím zařízením se dostane až na místo kontroly. Cílem takového řešení je dosáhnout toho, aby vystupující proud vzduchu neobtěžoval okolí.

$\xi = 0,1$ /Spinar: Vzdusohotechnická zařízení str.166/

$$p_{zk} = 2 \cdot 0,1 \cdot \frac{15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 2,7 \text{ mm v.s.}$$

4/ Odpor stroje t.j.tlakový spád, který musíme zaručit pro dobré odsávání úpletu zahrnuje veškeré vstupní stráty a ztráty ve vstupním vzduchovodu. Z tabulky 4 naměřených hodnot plyne, že na vstupu ventilátoru musí být zaručen tlak 115 mm v.s.

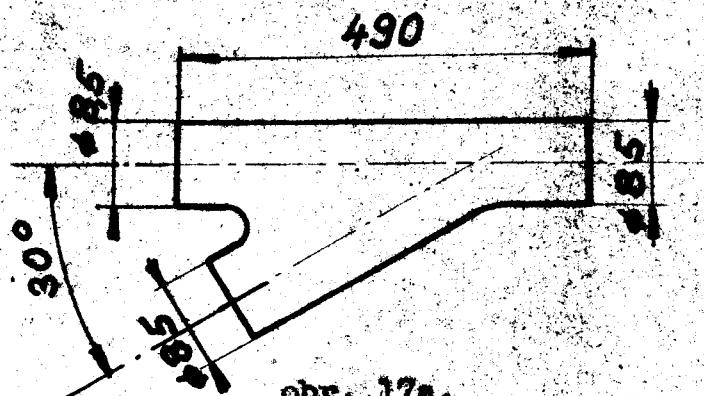
5/ Odpor odboček t.j. hodnota ξ pro jednotlivé odbočky byla jedna z nejobtížnějších otázek. Literatura udává dosti kusé informace o těchto odporech. Studium literatury námene pouze porovnávat součinitele odporu ξ a usuzovat jest-li si navzájem podobná, protože se vztahují na určité uspořádání. Vřazením odbočky do potrubí pneumatické dopravy zjistíme, že stráty zde vzniklé námene rozdělit na stráty tření a stráty na tlaku způsobené vířením. Součinitel odporu ξ odbočky zahrnuje jak stráty tření tak i víření.

Součinitel odporu f odbočky se dělí na f_p a f_b

f_p = odporu přímého proudu

f_b = odpor. bočního proudu

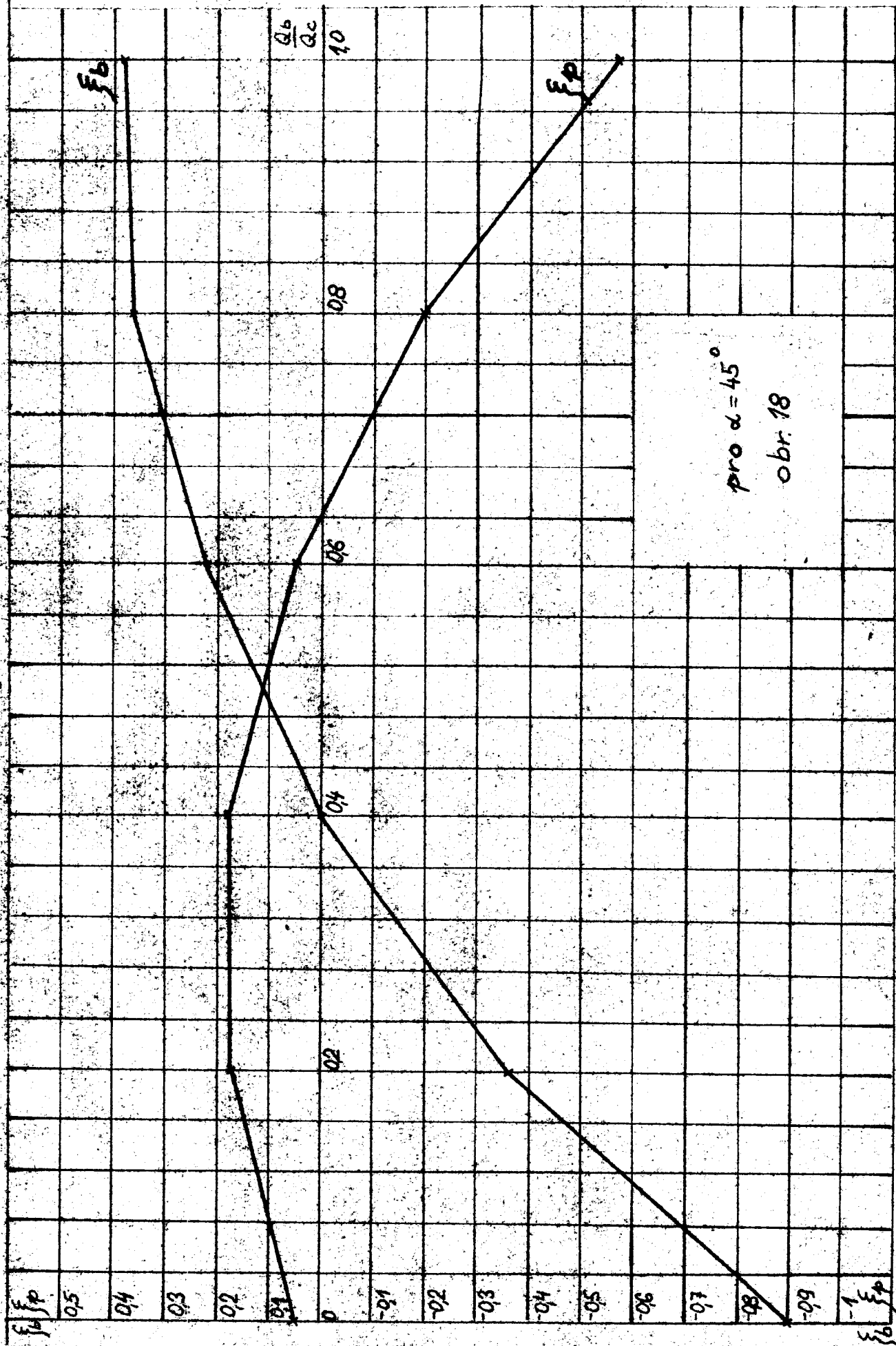
Tyto odbočky mají součinitel odporu závislý na úhlu rozsvření, poměru všech tří průměrů, vnitřních zaobleních, stavu vnitřního povrchu, poměru vstupních množství a v neposlední řadě také na tom, jestliže se jedná o ustálené nebo neustálené proudění. Nejlépe se pro náš případ hodí hodnoty, které uvádějí D. THOMA: Mitt.hydraul.Inst. Tys. École technique Maichev, sešit 1, 3 a 4. Uvedené údaje se vztahují na ostrouhanné provedení a úhel rozsvření $\alpha = 45^\circ$ viz obr. 17a.



obr. 17a.

$\frac{r}{D}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
f_b	-0,9	-0,37	0	0,22	0,37	0,38
f_p	0,05	0,17	0,18	0,05	-0,20	-0,57

tabulka 6



VŠST Liberec	Návrh přetlak, pneumatické	Katedra tepel. tech.
Fakulta strojní	dopravy textil. úpletů.	DP list 45.

Naznačeném průběhu ξ_p , ξ_b a poměru $\frac{Q_b}{Q_c}$ můžeme spojitě odečítat jejich hodnoty pro různá vstupující množství. Uvažíme-li odpory rozboček takové, jaké byly naměřeny ve zprávě Z - TT- 41/68 a vypočteme-li z nich hydraulický odpor celé tratě dojdeme k závěru, že jich nelze užít. Z těchto důvodů:

/a/ Vypočteme dle odporů jednotlivých odboček ze zprávy Z-TT-41/68 odpor jedné větve dle 3. varianty zjistíme, že má hodnotu 142,7 mm v.s. pro proudění nestálé a hodnotu 86,7 mm v.s. pro ustálené proudění. Porovnáme tyto hodnoty s naměřeným skutečným stavem. Přeměnění této větve /viz obr. 13/ dostaneme výsledky zaznamenané v grafu /viz příloha 2/ a z nich plyne, že pro takové množství, které proudí rychlostí asi 13 m/sec. dostaneme tlakový spád asi 44 mm v.s., tedy hodnotu poloviční proti nejmenší vypočtené.

/b/ Měření odporu jedné rozbočky /jak je uvedeno ve zprávě Z-TT-41/68 je měřeno s malou přesností proto, že těchto měření je malá počet. Tudiž chyba vzniklá na jediné rozbočce se pak násobí 30 nebo 60 krát. Dle varianty tratě. To pak vede k velikým rozdílům. Ze všech dostupných hodnot odporů rozboček jsme se tedy rozhodli pro hodnoty udané na obr. 18 a tabulce 8.

c/ Výpočet všech tří variant tratě přetlakové pneumatické dopravy.

Všechny varianty tratě budou mít společné odpory 1/, 2/, 3/ z odstavce b/ této kapitoly.

1. Varianta /viz obr. 3/ bude mít odpor všech 60 rozboček $\xi = 3,40$ což představuje ztrátu na tlaku vypočtenou dle vzorce /13/.

$$p_{z_{r_I}} = 3,40 \cdot \frac{15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 46,8 \text{ /mm v.s./}$$

Odbočky jsou dlouhé 0,5 m zbývá tedy 60 kusů 0,5 m dlouhých mezičlánků a 4 m potrubí pro odlučovací zařízení. Odpor přímého potrubí počítáme ze vzorce /12/ pro $\lambda = 0,036$ /užite hodnoty z výzkumné práce Z-TT-41/68/ $l = 34 \text{ m}$, $D = 0,085 \text{ m}$ a rychlost $v = 15 \text{ m/sec}$.

$$p_{z_{t_I}} = 0,036 \frac{34}{0,085} \cdot \frac{15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 198 \text{ /mm v.s./}$$

Odpor celé tratě bude souhrn všech ztrát 1/, 2/, 3/,

$$p_{z_{r_I}} \text{ a } p_{z_{t_I}}$$

$$p_I = 49,6 + 13,8 + 2,7 + 46,8 + 198 = 310,9 \text{ mm v.s.}$$

2.Varianta /viz obr.4/ má odpor všech 60 kusů rozboček $\xi = 3,40$. Ztráta na tlaku bude dle vzorce /13/ rovna

$$p_{z_{r_{II}}} = 3,40 \frac{15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 46,8 \text{ /mm v.s./}$$

Na konci tratě bude odlučovací zařízení tvořeno 4 m trubek z Is 85 s tlakovou ztrátou dle vzorce /12/ $\lambda = 0,036$

$$p_{z_{t_{II}}} = 0,036 \frac{4}{0,085} \cdot \frac{15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 23,5 \text{ /mm v.s./}$$

Odpor celé tratě bude souhrn všech ztrát 1/, 2/, 3/,

$$p_{z_{r_{II}}} \text{ a } p_{z_{t_{II}}}$$

$$p_{II} = 49,6 + 13,8 + 2,7 + 46,8 + 23,5 = 136,4 \text{ mm v.s.}$$

VŠST Liberec	Návrh přístroj. pneumatik. dopravy textil. vlákn.	Katedra tepl. tech.
Fakulta strojní		of list 47.

3. Varianta /viz obr. 5/ sestává ze dvou větví, z nichž každá má připojeno 30 strojů. Počet odboček v jedné větvi je 30. Součinitel odporu celé trati $\xi = 2,90$ a ztráta na tlak je dle vzorce /13/ rovna

$$p_{z_{v\check{r}_{III}}} = 2,9 \frac{15^2}{2 \cdot 981} 1,2 = 40 / \text{mm v.s.}$$

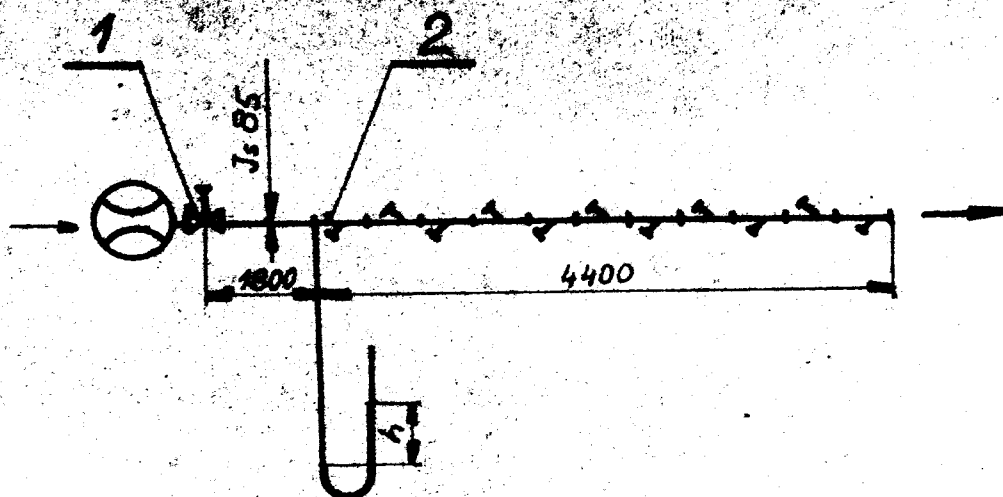
Na konci bude odlučovací zařízení tvořeno 4 m potrubí s tlakovou ztrátou stejnou jako u 2. varianty t.j. $p_{z_{tr_{III}}} = 23,5$ mm v.s.

Celková ztráta na tlak pneumatik. dopravy zhotovené dle 3. varianty bude součtem tlakových ztrát 1/, 2/, 3/, $p_{z_{v\check{r}_{III}}}$ a $p_{z_{tr_{III}}}$

$$P_{III} = 49,6 + 13,8 + 2,9 + 40 + 23,5 = 129,8 \text{ mm v.s.}$$

d/ Zjištění zvýšení tlaku vlivem dopravovaného materiálu,

Zvýšení tlaku vlivem přítomnosti dopravovaného materiálu jsme zjišťovali pokusem, jehož schéma je na obr. 19.



obr. 19

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojní	dopravy textil.úpletů	DP list 48.

Součástí 1 jsme měnili průtočná množství vzduchu, abychom získali několik různých hodnot tlakového přírůstku vzniklých vlivem přítomnosti dopravovaného materiálu. Při práci bez úpletu dosáhl tlak stejné hodnoty p . Po vložení úpletu razbočkou 2 se zvýší tlak na nějakou hodnotu $p_1, \dots, 4$ /záleží na počtu současně dopravovaných úpletů/, která nebyla během dopravy konstantní, vlivem měnicích se výšky dopravovaného úpletu. /Viz odstavec e/ této kapitoly./

Poč. úpletů	1 úplet	2 úplety	3 úplety	4 úplety	Zvýšení tlaku
p	p_1	p_2	p_3	p_4	$p_5 = p_4 - p$
5	5	8	11	15	12
10	13	15	19	24	14
15	15,5	18	22	27	14

Naměřené hodnoty jsou udány v mm lihového sloupce. Zvýšení tlaku p_5 přepočteno na mm v.s. dají hodnoty

12 mm lih.sloupce ... 10,2 mm v.s.

15 mm " " ... 11,9 mm v.s.

a/ Řešení odporů úpletu.

1/ Úplet se musí urychlit z klidu na dopravní rychlost.

2/ Úplet se tře o povrch trubky dosti nepravidelně. /V průběhu dopravy se jeho tvar mění./

3/ Každý oblouk v potrubí pneumatické tratě zbrzdí úplet a ten se musí za ním znovu urychlit.

4/ Uvažujeme, že úplet zaplní celý průřez potrubí, i když pokusy dokázaly, že úplet nezaplňuje celý průřez a nabývá velmi nepravidelný, během do-

pravy se mění tvar. Spíše se jedná o 2-3.
báhem dopravy je proudění vzduchu.

f/ Rychlost vstupu vzduchu

Rychlost vstupu vzduchu závisí na tvaru úpletu, který budeme dopravovat. Tato rychlost máli rychlost proudění vzduchu, při které se úplet ve vstupu potrubí zastaví. Při této rychlosti vzduchu přestane pneumatická doprava pracovat. Rychlost vzduchu počítáme dle vzorce :

$$V_{vzn} = \sqrt{\frac{G}{k_1 \cdot F_1}}$$

G ... váha úpletu [kg]

k_1 ... součinitel tvaru

F_1 ... aktivní plocha [m²]

Při proudění se hodnoty k_1 a F_1 mění. Závisí zejména na ploše a tvaru. Výpočet se budeme snažit aplikovat na velmi nepravidelný tvar dopravovaného materiálu, za následujících předpokladů. Vezmeme 1 dm² úpletu a zjistíme jeho váhu $G = 2,2$ g. Součinitel k_1 vezmeme pro $\frac{G}{F} = 1$, $k_1 = 0,006$ /viz. technická zařízení str. 209/

Předpokládáme, že aktivní plocha 1 dm² je rovna 0,7 dm². Úplet je tvořen soustavou různých ocelí, která jsou průhledná. Rychlost vstupu bude:

$$V_{vzn} = \sqrt{\frac{0,0022}{0,006 \cdot 0,007}} = 2,38 \text{ m/sec}$$

Toto rychlost vstupu je potvrzena praktickými pokusy, kdy pouštíme úplet z výšky 2,5 m a ten dopadne asi za 1 sec.

VŠST Liberec		Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta	strojni	dopravy textil.úpletů.	DP list 50.
Výpočtem a pokusem jsme sledovali hrubý odhad rychlosti vznosu, protože neexistuje exaktní metoda. Tvar úpletu se při dopravě mění t.j. v uvedeném vzorci se neustále mění hodnoty plochy F_1 a konstanty K_1. Pro úplety jiné, než jaký jsme vyzkoušeli je nejlepší stanovit rychlost vznosu pokusem. Je jasné, že rychlosti vznosu úpletů z polyamidového vlákna jsou menší než rychlosti vzduchu v dopravním potrubí. Jedná se tedy vždy o dopravu ve vznosu. Může nastat případ, kdy rychlost vznosu těžších úpletů by byla řádově stejná jako rychlost vzduchu. Museli bychom pak použít většího zdroje energie k pneumatické dopravě. Pravděpodobně bychom ale neměli potřebné zdroje přetlaku. Použijeme tedy podtlakové pneumatické dopravy s jedním ventilátorem. 6/ Souhrn. Do pneumatické dopravy pracuje na konci každé tratě /větve/ ventilátor, který má pracovní bod charakteristiky o parametrech $p = 275 \text{ mm v.s.}$ a $Q = 0,0278 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Poslední ventilátor překonává tedy odpor celé tratě a ještě musí uspokojivě odsát úplet. Pro dobré odsání úpletu je třeba zaručit $P_{od} = 115 \text{ mm v.s.}$ /Tato hodnota podtlaku obsahuje všechny ztráty ve vstupním vzduchovodu stroje./ Trat pneumatické dopravy má odpor : 1. Varianta t.j. 60 strojů v jedné řadě /viz obr.3/ má odpor $p_I = 310,9 \text{ mm v.s.}$ 2. Varianta t.j. 60 strojů ve dvou řadách /viz obr.4/ má odpor $p_{II} = 136,4 \text{ mm v.s.}$ 3. Varianta t.j. 60 strojů ve čtyřech řadách / obr.5/ má odpor $p_{III} = 129,6 \text{ mm v.s.}$			

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojí	dopravy textil.úpletů.	DP list 51.

Dopravou úpletů se zvýší tlak o 11,9 mm v.s.

Pro přetlakovou pneumatickou dopravu úpletu musí ventilátor vyvinout přetlak:

1. Varianta $P_{c_I} = P_d + P_I = 11,9 + 310,9 = 322,8 \text{ mm v.s.}$

2. Varianta $P_{c_{II}} = P_d + P_{II} = 11,9 + 136,4 = 148,3 \text{ mm v.s.}$

3. Varianta $P_{c_{III}} = P_d + P_{III} = 11,9 + 129,6 = 141,5 \text{ mm v.s.}$

Z uvedeného přetlaku pro 1.variantu plyne, že má příliš veliký odpor a nemůžeme ji realizovat pomocí našeho ventilátoru s charakteristikou na obr.1. Ventilátor pracující do trati dle 2.varianty a třetí musí překonávat odpor připadající na ošávání úpletu t.j. $P_{od} = 115 \text{ mm v.s.}$

Celkový tlakový spád, který překonává poslední ventilátor bude :

2. Varianta $P_{c_v} = P_{c_{II}} + P_{od} = 148,3 + 115 = \underline{263,3 \text{ mm v.s.}}$

3. Varianta $P_{c_v} = P_{c_{III}} + P_{od} = 141,5 + 115 = \underline{256,5 \text{ mm v.s.}}$

Tyto tlaky musí překonávat poslední ventilátor v trati pneumatické dopravy. Ostatní ventilátory, blíže místu kontroly překonávají pouze odpor: 1/ uvedený pod bodem b/ kapitoly 8 /t.j. odpor cesty od ventilátoru do potrubí Is 85/ a tlakový spád potřebný k dopravě úpletu z jímky do potrubí Is 85.

Poznámka : Všechny odpory třecí jsou počítány dle výsledků výzkumné zprávy Z-TT-41/68. Zde uvedené λ jsou několikanásobně vyšší než hodnoty, které by vycházely z BLASIOVA vztahu /11/. Proto budou tlakové ztráty přímého potrubí menší.

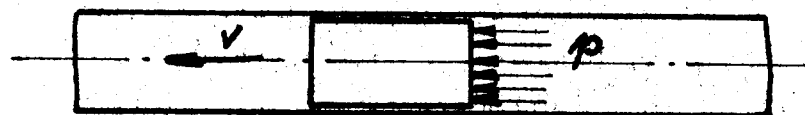
Totéž platí pro vřazené odpory odboček, když jsme uvažovali hodnoty pro potrubí ostrohranné s úhlem rozevření $\alpha = 45^\circ$. / Viz obr.18 a tabulka 6/ Rozbočky použité pro naši přetlakovou dopravu mají tvar viz obr. 14. Jsou zaoblené s úhlem rozevření $\alpha = 30^\circ$. Lze tedy očekávat, že celkový hydraulický odpor trati pneumatické dopravy zhotovených dle 2. a 3. varianty bude menší.

K realizaci se tedy hodí druhá a třetí varianta, které mají nejmenší hydraulický odpor.

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojní	dopravy textil.úpletů.	DP list 53.

9 SROVNÁNÍ PNEUMATICKÉ DOPRAVY TEXTILNÍCH ÚPLETŮ s dopravou předmětů zaplňující celý průřez potrubí / pneumatická pošta /

Doprava pouzder tedy " potrubní pošta " /viz obr.20/ má zdroj vzduchu, který svým přetlakem dopravuje pouzdro jako píst. Zanedbáme ztráty netěsnostmi, které způsobí únik vzduchu před pouz-
drem. Dojdeme k závěru, že se pouzdro dopravuje přetlakem vzduchu t.j. rozdílem tlaku za a před pouz-
drem. Dopravní rychlost pouzdra je dána ob-
jemem vzduchu, který do potrubí dodává ventilátor.

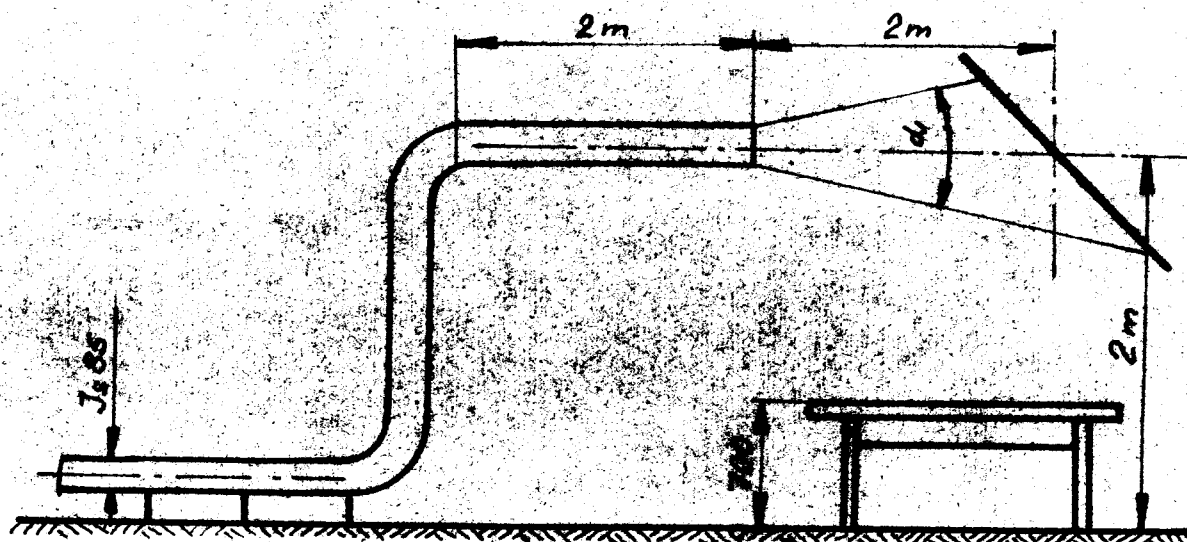


obr. 20

Naproti tomu se úplet dopravuje vznesem, /vnáší se v proudu dopravního vzduchu/ což je jiný charakter dopravy. Pneumatická pošta do-
pravuje hmoty, které jsou 1000 krát větší než
hmota vzduchu. Doprava úpletu je doprava hmot
o řádově srovnatelné hodnotě s hmotou vzduchu.
Nelze tedy srovnávat pneumatickou dopravu pouz-
der a úpletu, a považovat je za ekvivalentní.

10 ODLUČOVACÍ ZAŘÍZENÍ PŘETLAKOVÉ PNEUMATICE DOPRAVY

Odlučovací zařízení bude velmi jednoduché. Hlavní požadavek na toto zařízení bude, aby vystupující vzduch neobtěžoval okolí. Proto vyřešíme výstup vzduchu dle obr. 21.



obr. 21

Měřili jsme rychlost proudění ve vzdálenosti 2 m od ústí potrubí v ose vzduchového proudu. Zjistili jsme rychlost proudu vzduchu $v = 1,8 \text{ m/sec.}$ Z ústí potrubí proudí vzduch rychlostí $v = 15 \text{ m/sec.}$ Úhel rozšíření proudu α počítáme dle vzorce:

$$\alpha = 3,4 \text{ a}$$

Pro naše proudění / 15 m/sec. / udává G.N.Abramovič hodnota $a = 0,08$ pro ostrýhranný výstup z potrubí.

$$\alpha = 30^\circ 40'$$

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojní	dopravy textil.úpletů.	DP list 55.
Kontrolovali jsme úhel rozšíření proudu α měřením pomocí anemometru. Ve vzdálenosti 1 m od ústí proudu a 0,5 m od středu proudění nezaznamenal anemometr žádnou výchylku/lopatky přístroje se neotáčely/. Odlučovací zařízení bude tvořeno deskou, která má rozměr 500x500 mm. Materiál desky může být libovolný, jediný požadavek na ni je, aby byla dostatečně hladká. Úplety jsou vymršťovány proti desce, od které se odráží a padají na stůl. Úhel natočení desky oproti svietlici je roven 45°. Zkoušeli jsme také takový tvar a natočení desky, aby úplet po něm klouzal. Vlivem pružnosti úpletu jako celku se stále odrážel. Upevnění desky proti proudu vzduchu lze provést podle místních různých podmínek.		

11 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ NA PŘEPÍNÁNÍ výfuku ventilátoru do dopravního potrubí

Konstrukčně je toto zařízení vyřešeno na přiloženém výkresu. Řešili jsme toto zařízení s pomocí dvoupolohového kovového šoupátka. Jeho činnost plyne z výkresu a popisu k obr. 7. Připevnění šoupátka na stojan stroje lze provést pomocí šroubů / pos. 4 / Ovládání pohyblivé části se děje pomocí lanka a pákového zařízení z palcového bubnu /10/viz obr. 7.

12 SESTAVA DOPRAVNÍ LINKY

Sestava dopravní linky je znázorněna na přiloženém výkresu. Dopravní potrubí Is 85 bude ležet na dřevěném roštu. Konec dopravního potrubí bude opatřen odlučovacím zařízením, aby proud vzduchu neobtěžoval okolí a nezhoršoval pracovní prostředí. Výkres zachycuje provedení dopravní linky Is 85 dle 3. varianty.

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojí	dopravy textil.úpletů.	op list 57.
13 TECHNICKO-EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ SYSTÉMŮ pneumatických dopravních zařízení navrhova- ných s.A.Dobešem /1.alternativa/, s.J.Dvořákem /2.alternativa/ a touto prací /3.alternativa/. Po technické stránce jsou všechny alternativy vyhovující. Jsou to zařízení, která byla převážně teoreticky vypracována. První a třetí alternativy byly praktickými zkouškami ověřovány a jejich činnost se zdá být spolehlivá. Rozhodující tedy bude, jaký výsledek přinesou vlastní provozní zkoušky zkušebních tratí dle všech tří alternativ. S ohledem na pracovní prostředí je nejvýhodnější druhá alternativa, která má příznivý vliv na kli- matisaci a z největší části odstraní hluchost pra- covního prostředí. Předpokládáme ovšem, že veškerý odsaný vzduch se bude odvádět z dílny. Třetí alter- nativa sníží hluchost na nízkou hodnotu. Z hlediska příjemného pracovního prostředí je nejméně výhodná první alternativa. 2. Alternativa Pořizovací cena /zahrnující cenu veškerého materiálu, odlučovače, ventilátoru a elektromotoru výkonu 10 kw / druhé alternativy je dle údaje s. Dvořáka 14.644 Kčs. Instalaci odhaduje na 3.000 Kčs. Energie potřebná na 1000 provozních hodin je rovna 10.000 kwh t.j. 3.300 Kčs. K pořizovací ceně připočtáme 10 % součtu všech položek a dostaneme výslednou cenu pořizovací včetně 1000 hod.provozu 23.038 Kčs Nepředpokládáme prodej 60 ks venti- látorů s motorem pro odsávání úpletů à 700 Kčs t.j. 42.000 Kčs		

1151 115/100	Kč	1151 115/100	Kč
1151 115/100	1151 115/100	1151 115/100	1151 115/100

tabulka 8

	počet	cena za kus	cena celkem za kusy
potrubí 1 km 125	8	21,10	168,80
potrubí 1 km 125	140	4,80	672,00
potrubí 1 km 125	8	11,80	94,40
potrubí 1 km 125	60	100,00	6.000,00
potrubí 1 km 125	60	150,00	9.000,00
potrubí 1 km 125	120	1,30	156,00
potrubí 1 km 125	2	500,00	1.000,00
potrubí 1 km 125	4	44,00	176,00
potrubí 1 km 125	4	44,00	176,00
Celkem			21.122 Kčs

tabulka 8

Instalace tratě přetlakové pneumatické dopravy odhadujeme na 2.000 Kčs. Spotřeba elektrické energie je 60 x 0,38 kw /hodnota 0,38 kw odečtena z charakteristiky ventilátoru viz obr. 1 / t.j. 22,8 kw za 1000 hodin provozu spotřebujeme 22.800 kWh t.j. 8.350 Kčs. Celkové náklady tedy činí 21.122 + 2.000 + 8.350 + 10 % součtu všech položek na nepředvídané výdaje34.619 Kčs

1. Alternativa

Celkové náklady na provedení a pořízení tratě podtlakové pneumatické dopravy budou stejné s 3. alternativou t.j. 34.619 Kčs. Tato částka se zvýší o pořizovací cenu odlučovače, venti-

VŠPT Liberec	Návrh přetlak.pneumatické	Katedra	tepel.tech.
stavba	strojů	DP	list 59.

látanu a motoru s výkonem 2,5 kw spolu s energií
za provoz 1000 hodin.

odlučovač	4.000 Kčs
ventilátor	1.200 "
motor 2,5 kw	2.300 "
energie 2500 kWh	870 "
s toho 10 %	837 "
C e l k e m	9.207 "

Odhadová cena na pořízení a 1000 hod.provoz tratě
podtlakové pneumatické dopravy 43,826 Kčs

Z uvedených cen za 1., 2. a 3. variantu plyne,
že nejlevnější bude pneumatická doprava dle druhé
alternativy a nejdražší dle první alternativy.

Pro stávající stav zařízení pletáren /národní
podnik ELITE Varnsdorf/ je nejvýhodnější alterna-
tíva třetí, která využívá přetlaku vzduchu na vý-
stupu z ventilátorů pro dopravu. Za cenu 34.819 Kčs
dosáhneme dobré, spolehlivé pneumatické dopravy
úpletů od strojů k místu kontroly.

Některé pořizovací ceny jsme byli nuceni od-
hadnout, a proto pro přesné ekonomické hodnocení
všech tří alternativ je nutno užít přesných cen do-
hodnutých s dodavateli zařízení. Proto přisudme
témuž ekonomickému zhodnocení pouze informativní
charakter.

14 ZÁVĚR

Přetlaková pneumatická doprava se dá užít pouze tam, kde máme zdroj vzduchu již z technologických důvodů. Tento zdroj musí mít dostatečný tlakový spád, jehož je třeba na překonání všech hydraulických odporů potrubí a dopravu úpletu. Není-li tento zdroj vzduchu u jednotlivých strojů je nemožné používat přetlakové dopravy. Ke každému vstupu do trati přetlakové pneumatické dopravy bychom museli přidat zdroj přetlaku. Jednodušší je proto užít podtlakovou dopravu, kde bychom měli jenom jediný zdroj podtlaku. Přetlaková pneumatická doprava dopravuje úplety ve vzlusu. Můžeme tedy dopravovat jen takové úplety a textilní zboží, jehož rychlost vzlusu je malá. Nabízí se nám ještě doprava úpletů v potrubí o menším průměru. Úplet zaujme tvar sálky, která se přetlakem dopravuje. V případě ucpání ventilátor svíjí svůj přetlak, ovšem jak plyne z jeho charakteristiky, dosáhne určitého přetlaku, a pak přestane pracovat. Z uvedeného je jasné, že přetlaková pneumatická doprava úpletů je nejvýhodnější ve vzlusu.

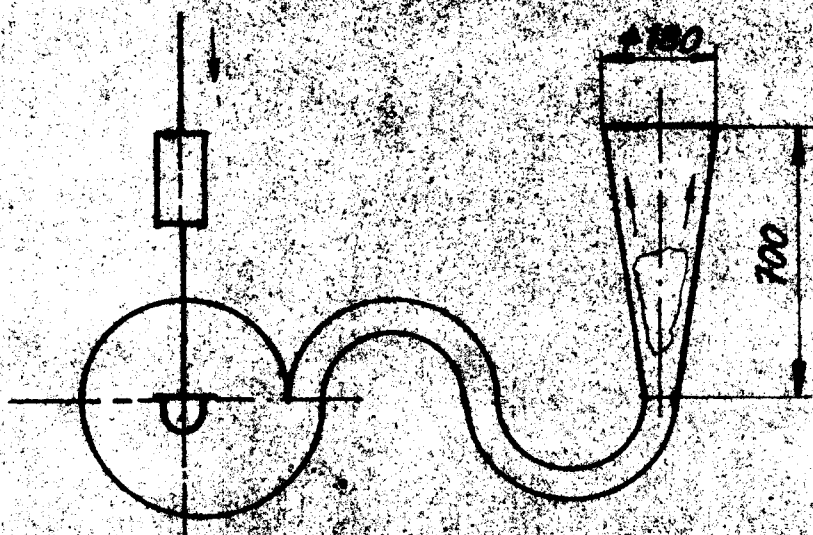
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1/ Špínan B. Vzduchotechnická zařízení
Práce - Praha 1958
- 2/ Pulkrábek J. Větrání, SNTL - Praha 1961
- 3/ Chlumský V. Pneumatické chladicí stroje,
Liška A. SNTL - Praha 1955
- 4/ Černý F., Obr J. Kotelní ventilátory
Vlach J. SNTL - Praha 1956
- 5/ Maštevský O. Hydromechanika
SNTL - Praha 1964
- 6/ Dabbel Inženýrská příručka pro stavbu
strojů SNTL - Praha 1961
- 7/ Tschuschner E. Lufttechnik - Halle 1958
- 8/ Kopecký M. Stanovení optimální rychlosti
vzduchu při pneumatické dopravě
ve vzhledu. Výzkumná zpráva -
Výzkumný ústav vzduchotechniky,
Praha - květen 1967

úlety v úplném klidu, kvůli malé rychlosti přetaku o 11,9 mm v.s., aby se byla rychleji a dopravily na místo kontroly. Toto je nutná rychlost tlaku potřebná k pneumatické dopravě úpletů.

Další námitka proti návrhu přístrojové pneumatické dopravy málo říká, že se při ventilátoru uzavře úplet, protože tlak v /5/ viz obr. 6 a 7/ uzavře pouze hlavní sání potrubí. Voda hlavní potrubí ø 50 mm, ale jsou ještě potrubí pro odvádění niti, které má ø 20 mm. Sání v potrubí, které prochází sáním odvádění niti, je proud 0,00378 m³/s. V /5/ viz obr. 6 a 7/ by proudění ve sání bylo větší, protože by bylo proti směru vstupu úpletu. V hlavní potrubí jsou dva sání, které sání vodu potrubí a odvádění niti. Jelikož rychlost vodu potrubí je větší, padne úplet do vody.

Provedení potrubí bylo také provedeno. Ventilátor a charakteristika potrubí na obr. 8 jsou připojeni na úplet a upali jsou hlavní sání. Ventilátor sání vodu potrubí přes sání odvádění niti. Toto sání proti směru vstupu proti směru vstupu úpletu. Úplet padá až na dno potrubí. Podle viz obr. 8.



VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické dopravy textil.úpletů.	Kategorie: tepel.techn. OF list 20.
Fakulta strojní		
V praktickém provozu pneumatické dopravy by mohlo dojít k případu, kdy klapka /6/ neuzavře těsně sací potrubí. Pak by bylo nutné na spojovací potrubí mezi ventilátor /7/ a tlaku /8/ umístit další šoupátko /shodné se šoupátkem /9/ viz obr.6/. K pneumatické dopravě úpletů je tedy dobré znát cyklus stroje, abychom z něho mohli odvodit práci pneumatické dopravy. K přetlakové pneumatické dopravě se budeme uchýlovat tehdy, když bude u jednotlivých strojů k dispozici přebytečný zdroj vzduchu, jehož užití. Je tedy jasné, že nebude-li tento k dispozici užití použijeme podtlakovou pneumatickou dopravu s jedním zdrojem podtlaku. Je přinejmenším netechnické dávat ke každému pletacímu stroji samostatný zdroj vzduchu, jehož přetlak bychom užili k dopravě úpletů.		

5 VÝPOČET PRAVDĚPODOBNOSTI VARIANT SOUČASNÉHO OTEVŘENÍ VENTILU

Při návrhu vhodné přetlakové pneumatické dopravy je nutné vědět, jak často se může stát, že se otevře na př. 3 nebo 5 ventilů během velmi krátké doby na př. 1 sec. To značí, že během této doby se ukončí plnění úpletu na 3 nebo 5 strojích současně. Vyskytne-li se případ, že se otevře 4 ventily současně na př. jednou týdně, musí se vést takové potrubí, aby v něm bylo možno dopravovat 4 úplety. Jinak by docházelo k častému uprázdňování potrubí.

V další označme :

N počet strojů, připojených k potrubí / 30 /
 T doba plnění jednoho úpletu / 400 vt /
 v dopravní rychlost v potrubí / 5 m/sec /

a/ Dvažujeme jakýkoliv časový interval délky t a ptáme se, jaká je pravděpodobnost, že se během tohoto intervalu otevře k ventilů / $k=0,1,2,...,30$ /.
 Tato pravděpodobnost označme p_k . Budeme předpokládat, že okamžik, kdy se otevře ventil kteréhokoliv stroje, je zcela nezávislý na ostatních strojích / t.j. na okamžicích, kdy se otvírají ventily ostatních strojů /. Tento předpoklad odpovídá skutečnosti. Jedinou výjimkou může být doba, v níž se stroje uvádějí do chodu /na počátku směny/ a kdy je nutné se vystríhat jejich současného spuštění.

Zmíněnou pravděpodobnost p_k lze vypočítat podle vzorce :

$$p_k = \binom{N}{k} \left(\frac{t}{T} \right)^k \left(1 - \frac{t}{T} \right)^{N-k} \dots \dots \dots / 1/$$

Položme $z = \frac{N \cdot t}{T}$ pak platí

$$p_k = e^{-z} \frac{z^k}{k!} \dots\dots\dots / 2 /$$

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 pro případ $t = 1$, $N = 30$, $T = 400$ a v tabulce 2 pro případ $N = 30$, $T = 400$, $t = 2$.

K tabulkám je připojen vysvětlující komentář.:
Z těchto tabulek vyplývá tento závěr :
Jestliže mohou být v potrubí čtyři punčochy bez obavy z ucpání, pak k ucpání prakticky nikdy nedojde.

b/ Spočtíme pravděpodobnost jevu, že se v potrubí setká k úpletů. Zde se setkání mění ve skutečný dotyk nebo překrytí úpletů při dopravě. Protože délka úpletů je přibližně 1 metr a rychlost transportu $v = 5$ m/sec, je pravděpodobnost, že během libovolně vybraného časového intervalu délky 0,2 sec. se setká k úpletů, daná vzorcem /1/, kde $t = 0,2$. Označme tuto pravděpodobnost $\bar{p}_k$. Hodnoty jsou dány v tabulce 3. Z ní a z připojeného komentáře vyplývá, že se setkání současně více než tři úpletů prakticky nedojde a že se stykem současně tři úpletů je možno počítat zhruba jednou za čtyři dny.

c/ Z částí a/ a b/ plyne, že potrubí se musí dimenzovat tak, aby jím bylo možno dopravovat čtyři úplety současně. Z uvedených čtyřech úpletů se mohou dva nebo tři překrývat.

Tabulární zpracování výpočtů

k	P_k	$P_k = p_0 + p_1 + \dots + p_k$	$Q_k = 1 - P_k$
0	0,92774 35	0,92774 35	0,07225 65
1	0,06958 08	0,99732 43	0,00267 57
2	0,00260 93	0,99993 36	0,00006 64
3	0,00006 52	0,99999 88	0,00000 12
4	0,00000 12	1	0
5	0	1	0

Tabulka 1 $N = 30, T = 400, t = 1$

p_k je pravděpodobnost, že se během jedné vteřiny otevře právě k ventilů.

P_k je pravděpodobnost, že se otevře nejvýše k ventilů /t.j. buď žádný ventil nebo jeden, nebo dva, nebo ..., ... nebo k /

$Q_k = 1 - P_k$ je pravděpodobnost, že se během jedné vteřiny otevře více než k ventilů.

Příklad : Pravděpodobnost, že během jedné libovolně zvolené vteřiny se neotevře víc než jeden ventil je rovna $Q_1 = 0,0026757$.

Z tabulky vyplývá, že během jednoho dne /t.j.86400 vt./ lze očekávat, že asi šestkrát nastane situace, že během jedné vteřiny budou otevřeny více než dva ventily / $1/86400 = 0,00001157...$ / a přibližně jednou za deset dní nastane případ, že bude během jedné vteřiny otevřeno více než tři ventily.

k	P_k	P_k	Q_k
0	0,86070 80	0,86070 80	0,1392920
1	0,12910 62	0,98981 42	0,0101858
2	0,00968 30	0,99949 72	0,0005028
3	0,00048 41	0,99998 13	0,0000187
4	0,00001 82	0,99999 95	0,0000005
5	0,00000 06	1	0
6	0	1	0

Tabulka 2 $N = 30$, $T = 400$, $t = 2$ sec.

Význam symbolů je stejný jako v tabulce 1.

Příklad : Pravděpodobnost, že se během libovolně zvoleného dvoutařminového intervalu, otevřou právě tři ventily je rovna $p_3 = 0,00048 41$

k	$\bar{p}_k$	$\bar{P}_k = \bar{p}_0 + \bar{p}_1 + \dots + \bar{p}_k$	$\bar{Q}_k = 1 - \bar{P}_k$
0	0,098511 194	0,98511 194	0,01488 806
1	0,014776 68	0,99988 862	0,00011 138
2	0,000110 83	0,99999 945	0,00000 055
3	0,000000 55	1	0
4	0 0	1	0

Tabulka 3 $N = 30$, $T = 400$, $t = 0,2$

p_k je pravděpodobnost, že během časového intervalu délky 0,2 sec. se v potrubí setká / překryje/ k úpletů.

$\bar{P}_k$ je pravděpodobnost, že se během časového intervalu délky 0,2 sec. v potrubí setká nejvýše k úpletů.

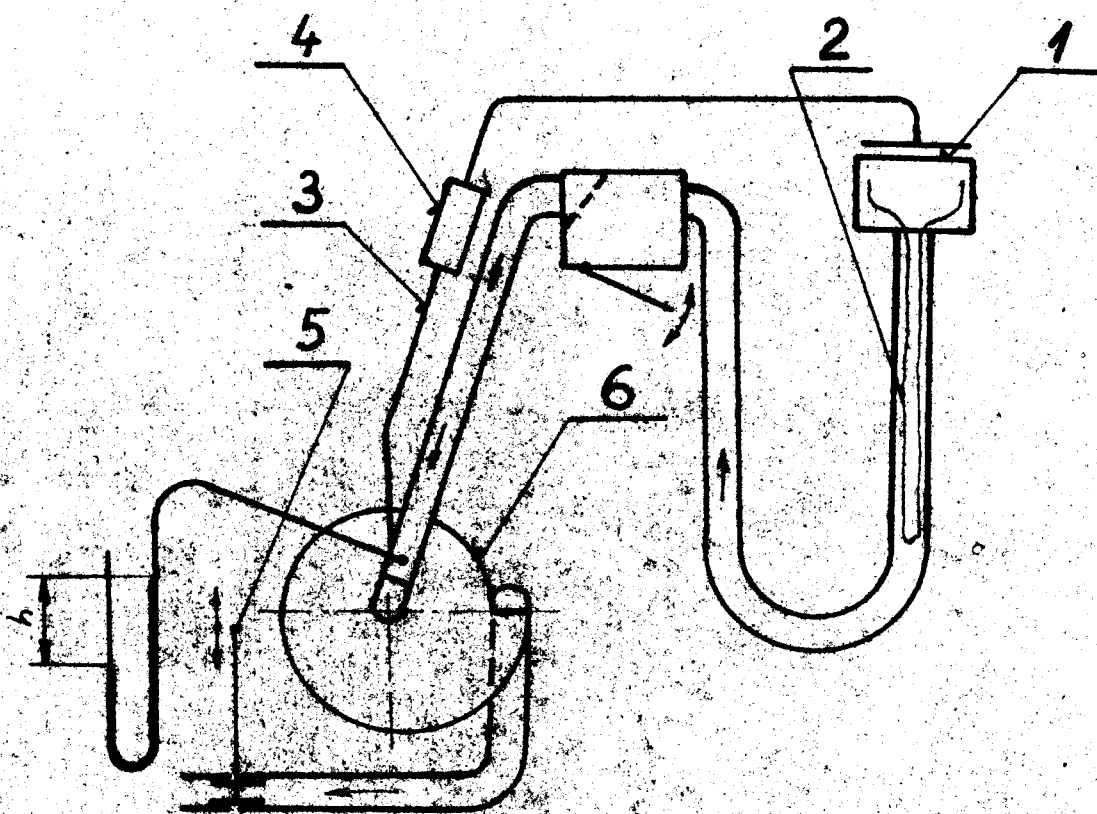
$\bar{Q}_k$ je pravděpodobnost, že se setká /během 0,2 sec./ více než k úpletů.

Příklad : Pravděpodobnost, že během libovolně zvoleného časového intervalu 0,2 sec. se setkají právě dva úplety, je rovna $\bar{p}_2 = 0,00011 083$.

Protože $t/86400 = 0,2/86400 = 0,00000 2315 \dots$ je vidět, že případ setkání dvou úpletů nastane zhruba padesátkrát denně, avšak případ setkání tří úpletů asi jednou za 4 dny. Případ setkání více než tří úpletů prakticky nenastane.

6 MĚŘENÍ NEJMENŠÍHO PODTLAKU VENTILÁTORU PLETACÍHO STROJE

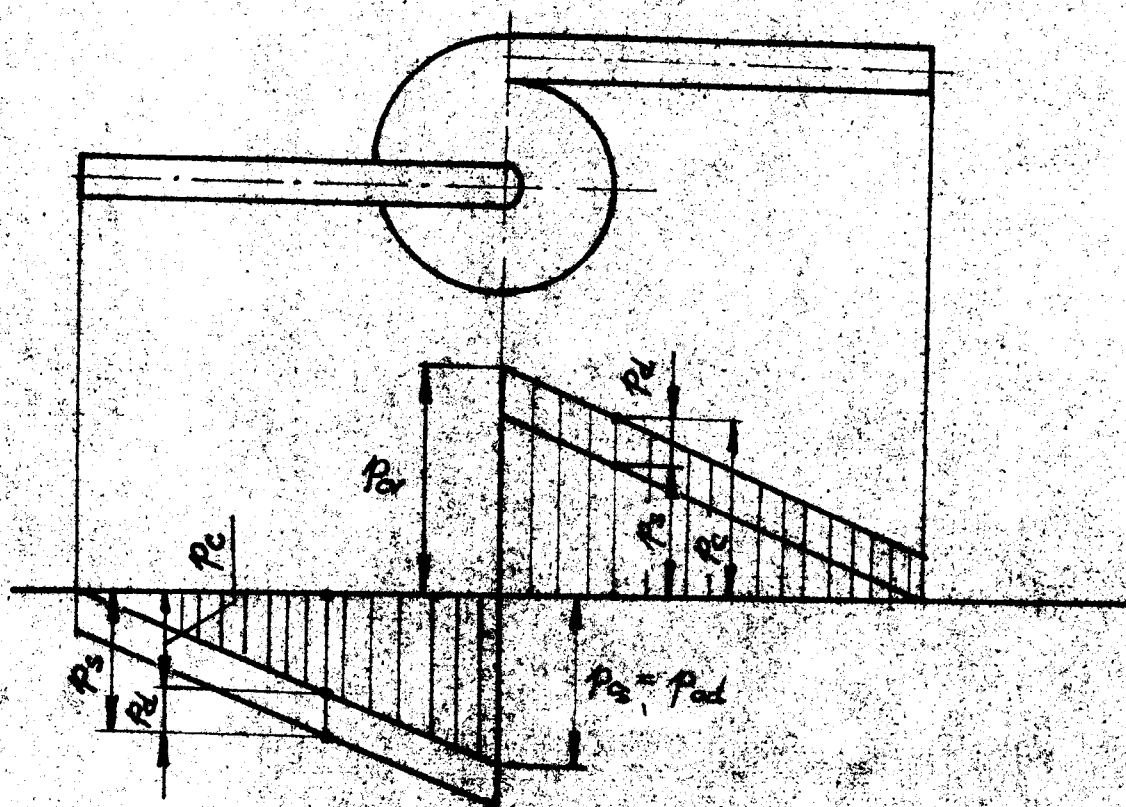
Ventilátor, která odsává úplet má přebytečný výkon. Musíme tedy stanovit jaký tlakový spád je třeba na odsávání úpletu a jaký nám zbývá na dopravu. Schema měření je na obr. 9.



Obr. 9

- 1 pleťací hlavice
- 2 úplet
- 3 odsávací nádob
- 4 filtr odsátých nádob
- 5 šoupátko
- 6 ventilátor

Tím, že použijeme ventilátor na přetlakovou pneumatickou dopravu, vložíme na jeho výstup odpor. Tím se také mění podtlak v sání ventilátoru. Účelem měření bylo zjistit podtlak, při kterém je ještě napínání /odsávání/ úpletu vyhovující a tím i dobrá kvalita úpletu. Měření bylo provedeno na čtyřsystémovém pletacím stroji ZMS Přebíč r.v. 1960, v laboratorích textilní fakulty VŠST. V měřicím místě jsme umístili Prandtlovu trubici pro měření celkového a statického podtlaku na vstupu ventilátoru. Na výstup jsme připojili šoupátko. Toto jsme postupně přivírali, čímž jsme zvyšovali odpor na výstupním potrubí. Obr. 10 nám ukazuje rozložení tlaku v sání a vytlačném vzduchovodu ventilátoru.



obr. 10

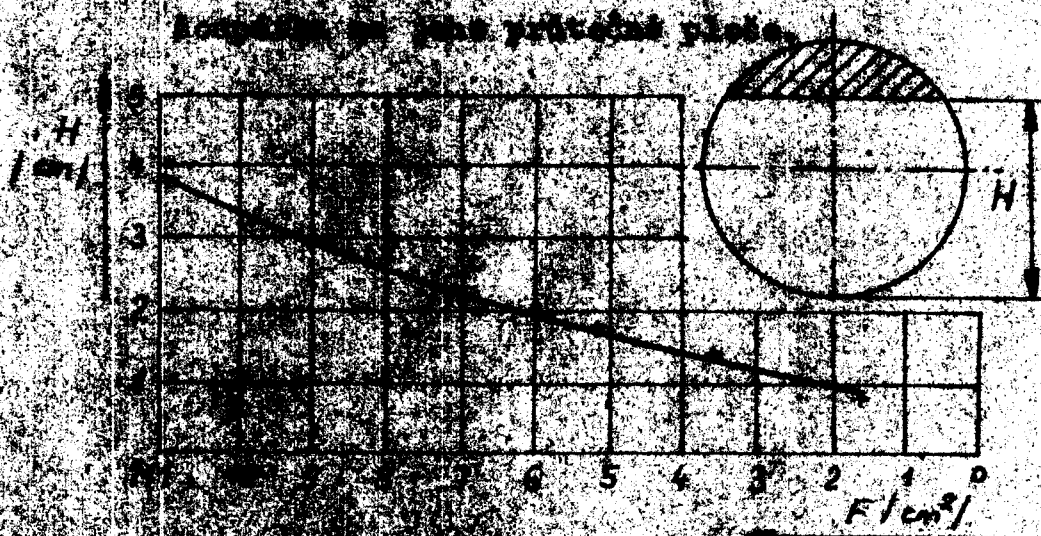
VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické dopravy textil.úpletů.	Katedra tepeln.tech.
Fakulta strojní		DP list 28.

Na obr. 10 znáš :

- P_s tlak statický
- P_d tlak dynamický
- P_o tlak oákový
- P_{os} ... celkový potřebný k překonání
odparu v sacím vzduškovodu
- P_{ov} ... celkový přetlak potřebný k překonání
odparu ve výtlakovém vzduškovodu včetně
dynamické ztráty

Z obr. 10 plyne, že pro odsávání úpletu je třeba potlak P_{os} a na pneumatickou dopravu tlakový spád P_{ov} . Celkový tlakový spád daný ventilací musí rovnat součtu $P_{ov} + P_{os}$. Vřadíme-li na výstup velký odpor sníží se nám tlakový spád připadající na vstup a stroj nestati úplet odsát.

Na obr. 11 je znázorněna závislost zdvihu soustavy na průtoku plynu.



Obr. 11

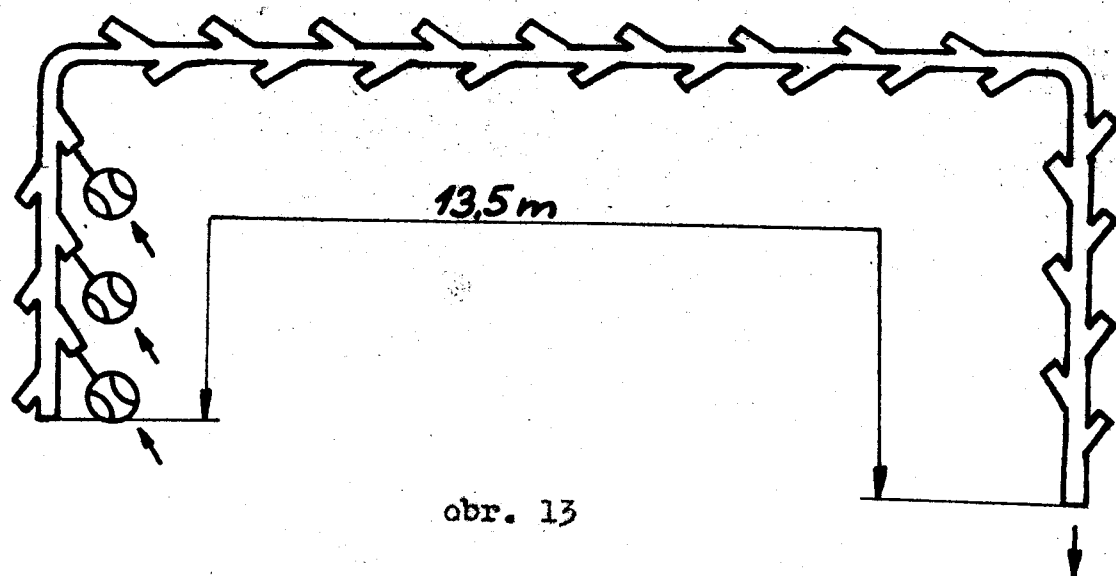
Na obr. 12 je znázorněna závislost P_o, P_{st}, P_d na průtoku plynu soustavy.

Závěr :

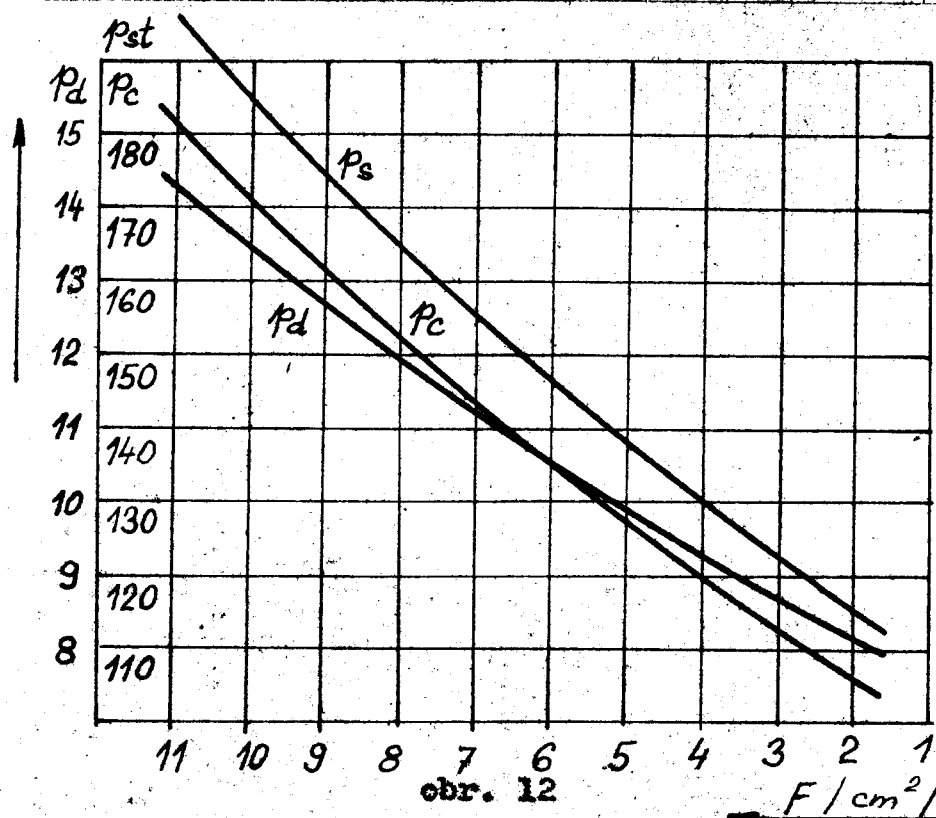
Všechna měření 1 až 4 byla vyhovující. Úplet byl kvalitní. V poloze 5 šoupátka bylo narušeno odsávání nití z pletací hlavice. Z toho důvodu jsme již nepokračovali v měření. Odsávání úpletu však bylo ještě dobré. Jelikož se projevila obava o kvalitu úpletu přikládám úplet /příloha 1/ zhotovený za stíženého odsávání /šoupátko v poloze 4/.

7 MĚŘENÍ TLAKŮ A RYCHLOSTÍ NA ZKUŠEBNÍ TRATI

Abychom získali bližší informace o přetlakové pneumatické dopravě, provedli jsme měření tlaků a rychlostí na zkušební trati. Na obr. 13 je zobrazena pokusná trať ve skutečném uspořádání. Na její konec jsme postupně připojovali jeden, dva a tři ventilátory o charakteristice zobrazené na obr.1.



obr. 13



Naměřené a vypočtené hodnoty jsou znášorněné
v tabulce 4.

Číslo měření	H	F	P _c	P _s	P _d
	cm	cm	mm v.s.	mm v.s.	mm v.s.
1	37,5	11,1	180	195	15
2	27	8,5	163	175	12
3	17,5	5,1	130	140	10
4	14	3,6	115	124	9
5	8	1,6	105	113	8

tabulka 4

V tabulce značí :

- H zvih šoupátka
- F průtočná plocha šoupátka
- P_c ... tlak celkový
- P_s ... tlak statický
- P_d ... tlak dynamický

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické dopravy textil.úpleť.	Katedra tepal.tech.
Fakulta strojí		DP list 31.

Měřili jsme tlak celkový p_c , tlak statický p_s
a z jejich rozdílů jsme dle vzorce

$$v = \sqrt{2g \frac{\gamma_m}{\gamma} (h_c - h_s)} \dots\dots\dots /3/$$

vypočítali rychlost proudění.

- v rychlost proudění / m/sec /
- g zemské zrychlení / m/sec² /
- γ_m měrná váha kapaliny měrné / kg/m³ /
- γ měrná váha tekutiny /vzduchu/ / kg/m³ /
- h_c výška v.s. připadající celk.tlaku / m /
- h_s výška v.s. připadající stat.tlaku / m /

Tabulka 5 udává všechny naměřené a vypočtené veličiny. Měření tlaků jsme prováděli pomocí U trubice naplněných vodou. Během měření docházelo ke kolísání tlaku o několik mm v.s. Proto nabývají některé hodnoty /na př.rychlosti/ pouze informativního charakteru. Grafické vyhodnocení všech tří měření jsou udána v přílohách 2, 3 a 4.

Závěr :

Z provedeného měření plyne, že pro větší dopravované množství se zvýší rychlost proudění. V důsledku toho také tlakové ztráty, které jsou funkcí druhé mocniny rychlosti. Můžeme provést také velmi hrubý odhad ztrát celé trati. Naměřili jsme

$p_c = p_z$ to jest největší tlakový spád. Měření jsme prováděli třikrát pro jednotlivá připojení ventilátorů. /viz přílohy 2, 3 a 4/.

Z naměřeného průběhu rychlosti stanovíme střední rychlost /v potrubí musí být zachována rovnice kontinuity/. Vliv zrychlování proudu vzduchu vlivem expanze můžeme pro naše hodnoty / $v=20$ m/sec, $t=20^\circ\text{C}$ a $R=29,27$ / s 1 % chybou zanedbat.

Ze vzorce /4/ plyne,

$$p_z = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma$$

...../4/

že můžeme pro známé p_z a v provést hrubý odhad celé tratě. V tabulce 5 jsou hodnoty p_s a p_c udány v mm v.s. a rychlost v m/sec.

Místo měření	1ventilátor			2ventilátory			3ventilátory		
	p_s	p_c	v	p_s	p_c	v	p_s	p_c	v
2	2	10	11,5	5	18	14,5	20	45	20,2
3	3,5			8			36		
4	6	13	10,7	12	24	14	40	65	20,2
5	9			17			50		
6	9			15			51		
7	13	20,5	11	24	35	13,5	75	85	18,1
8	13			24			80		
9	15			26,5			100		
10	18,5	25,5	10,7	32	44	14	90	110	18,1
11	19			35			100		
12	24			43,5			110		
13	25	32	10,7	50	64	15,2	118	140	19
14	30			54			130		
15	34			60			135		
16	32	40	11,5	60	75	15,7	135	155	18,1
17	33			67			145		
18	40	48	11,5	80	90	12,8	155	165	12,8
19	40			80			160		

tabulka 5

8 VÝPOČET PNEUMATICKÉ DOPRAVY

a/ Teorie

Pneumatickou dopravu zrnitých a práškových materiálů lze poměrně přesně matematicky popsat. K teoretickému řešení existuje celá řada zvláště zahraniční literatury. Četnými pokusy se zařízeními, která pracují se zrnitým či práškovým materiálem, byla dokázána a doplňována platnost teoretického řešení. Příklad vyřešení pneumatické dopravy zrnitých materiálů udává na př. výzkumná zpráva P 60 W - 114/62 vypracovaná výzkumným ústavem vzduchotechniky. Studiem dojdeme k závěru, že nemůžeme aplikovat poznatky na náš případ, jelikož dopravujeme materiál jiného charakteru o jehož pneumatické dopravě neexistuje žádná literatura. Z literární studie dojdeme k závěru, že můžeme použít principu aditivnosti tlakového spádu. Tlakový spád pneumatické dopravy je roven součtu tlakového spádu při proudění samotného vzduchu a tlakového spádu, vyvolaného přítomností dopravovaného materiálu.

$$\Delta p = \Delta p_v + \Delta p_m \quad \dots\dots\dots /5/$$

Δp ...tlakový spád potřebný pro pneumatickou dopravu / kg/m²/

Δp_v ...tlakový spád při proudění samotného vzduchu /kg/m²/

Δp_m ...tlakový spád vyvolaný přítomností dopravovaného materiálu / kg/m²/

Vypočteme si hmotnostní směšovací poměr dopravní

$$\mu = \frac{Q_m}{Q_v} = \frac{0,080}{0,100} = 0,80 \quad \dots\dots\dots /6/$$

Q_m ... hmotnostní průtok dopravovaného materiálu
/maximálně se najednou dopravují čtyři
úplety à 20 gr = 80 gr /

$Q_v = Q_m \cdot n \cdot \gamma$... hmotnostní průtok vzduchu

Q_v ... množství vzduchu z jednoho ventilátoru
 $0,0278 \text{ m}^3/\text{sec}$.

n ... počet ventilátorů pracujících do tratě

γ ... měrná váha vzduchu $1,2 \text{ kg/m}^3$

$$Q_v = 0,0278 \cdot 3 \cdot 1,2 = 0,1 \text{ kg/sec}$$

Směšovací poměr práškových a zrnitých materiálů
dosahuje hodnoty 18 - 20. Stále se jedná o dopra-
vu ve vlnosku. Z hodnoty směšovacího poměru plyne,
že i krajně nepříznivém případě /dopravujeme 4
úplety, což nastane jednou týdně/ dopravujeme vahově
více vzduchu než materiálu. Doprava úpletů se blíží
proudění čistého vzduchu.

Potrubím proudí čistý vzduch, který potřebuje
jistý přetlak, aby překonal odpory tření a odpory
vřazené. Pro proudění potrubím platí Bernoulliho rov-
nice, která vzniká aplikací zákona o zachování
energie.

$$h_1 + \frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{p_2}{\gamma_2} + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots /7/$$

h_1, h_2 ... geometrické výšky na vstupu a výstupu
potrubí

v_1, v_2 ... rychlost pohybu proudu na vstupu a
výstupu potrubí

p_1, p_2 ... tlak na vstupu a výstupu

γ_1, γ_2 ... měrná váha na vstupu a výstupu

Tento vzorec lze zjednodušit:

na $h_1 = h_2 = 0$ protože vzduch ve vzduchu nic neváží

$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$ měrná váha vzduchu se při proudění
ve vzduchovodech nemění

Dále platí rovnice kontinuity ve tvaru :

$$F_1 \cdot v_1 = F_2 \cdot v_2 = F_3 \cdot v_3 \quad \dots\dots\dots /8/$$

a rovnice

$$F \cdot v = Q \quad \dots\dots\dots /9/$$

- F průřez $[m^2]$
- v rychlost v dané průřezu $[m/sec]$
- Q průtoková množství $[m^3/sec]$

Ztráty tlaku o stěny potrubí jsou závislé na tom, zda-li proudění laminární nebo turbulentní. Ve většině případů dochází takto vždy k turbulentnímu proudění. Pro vypočítání odporu tření v potrubí v potrubí existuje řada vzorců. Negativněji a méně přesně dokazují /pro potrubí, ve kterém má být proudění hladké/ vzájemně povrchová nerovnosti stěn, je vzorec Blaschky, který platí pro Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} < 100\ 000 \quad \dots\dots\dots /10/$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt{Re}} \quad \dots\dots\dots /11/$$

- D průměr potrubí $[m]$
- v rychlost proudění $[m/sec]$
- ν kinematická viskozita tekutiny $[m^2/sec]$

Ztráty na tlaku vlivem tření se počítají dle vzorce :

$$p_{tr} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \quad \dots\dots\dots /12/$$

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatické dopravy textil.áplotá.	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojai		DP list 36.

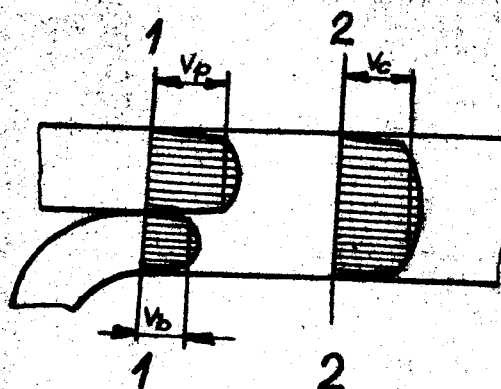
l délka potrubí /m/
 g zemské zrychlení /m/sec/
 λ součinitel tření
 δ měrná váha dopravované tekutiny /kg/m³/

Ztráty vřazené jsou veškeré místní odpory t.j. doplňující ztráty ke ztrátám třecím. Vřazené odpory můžeme rozdělit na dvě skupiny. Do první patří ty vřazené odpory, u nichž dopravovaná množství vzduchu zásávají stejná /elony, přechody, oblouky, kolena/. Do druhé skupiny patří ty vřazené odpory u nichž se dopravovaná množství mění /odbočky/. Vřazené odpory se počítají dle vzorce :

$$P_{zm} = f \frac{v^2}{2g} \delta \quad \dots\dots\dots /13/$$

f součinitel vřazeného odporu
 $\frac{v^2}{2g} \delta$ dynamický tlak /kg/m²/

Velikost odporu rozbočky t.j. tvarového dílce v němž se obvykle spojí nebo rozptýlí dva proudy, závisí nejen na tvaru tohoto dílce nýbrž i značně na vzájemném poměru rychlostí proudů vzduchu. Podrobněji si toto vysvětlíme na obr. 14.



obr. 14

VŠST Liberec		Návrh přetlak.pneumatické	Katedra tepel.tech.
Fakulta	strojni	dopravy textil.úpletů.	
			DP list 37.

V průřezu 1-1, čili na začátku spojení obou vzdušných proudů je rychlostní pole tím nerovnoměrnější, čím více se rychlosti vzdušných proudů různí. Ve skutečnosti budou v průřezu 1-1 dvě rychlostní pole, která na další cestě vzájemně splynou, čili spojí se ve vzdálenosti mezi průřezy 1-1 a 2-2. Rychlost rychlejšího proudu se přitom zmenšuje směrem od hodnoty v_p do v_c , zatím co rychlost pomalejšího proudu se zvětšuje od v_p do v_c . Za těchto předpokladů ztrácí rychlý proud část své kinetické energie, která z hlediska celkového proudu není úplně ztracena, protože se prakticky zpotřebuje na urychlení pomalého proudu. Energie pomalého proudu vzrůstá což je možno charakterizovat tak, že připišeme ke ztrátám tlaku pomalého proudu znak záporný.

Pro určení ztrát potřebí je tedy třeba znát hodnoty λ pro ztráty tření a hodnoty ξ pro ztráty vřazené. Tyto hodnoty jsou určeny ponejvíce empirickými vzorci, které vyplynuly z mnohých měření.

Odpor vřazené na př.ztráta náhlým rozšířením se počítá dle vzorce /13/. Součinitel vřazeného odporu ξ se určuje dle vzorce :

$$\xi = \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^2 \quad \dots\dots\dots/14/$$

Vztahujeme-li ztrátu k zděnému průřezu.

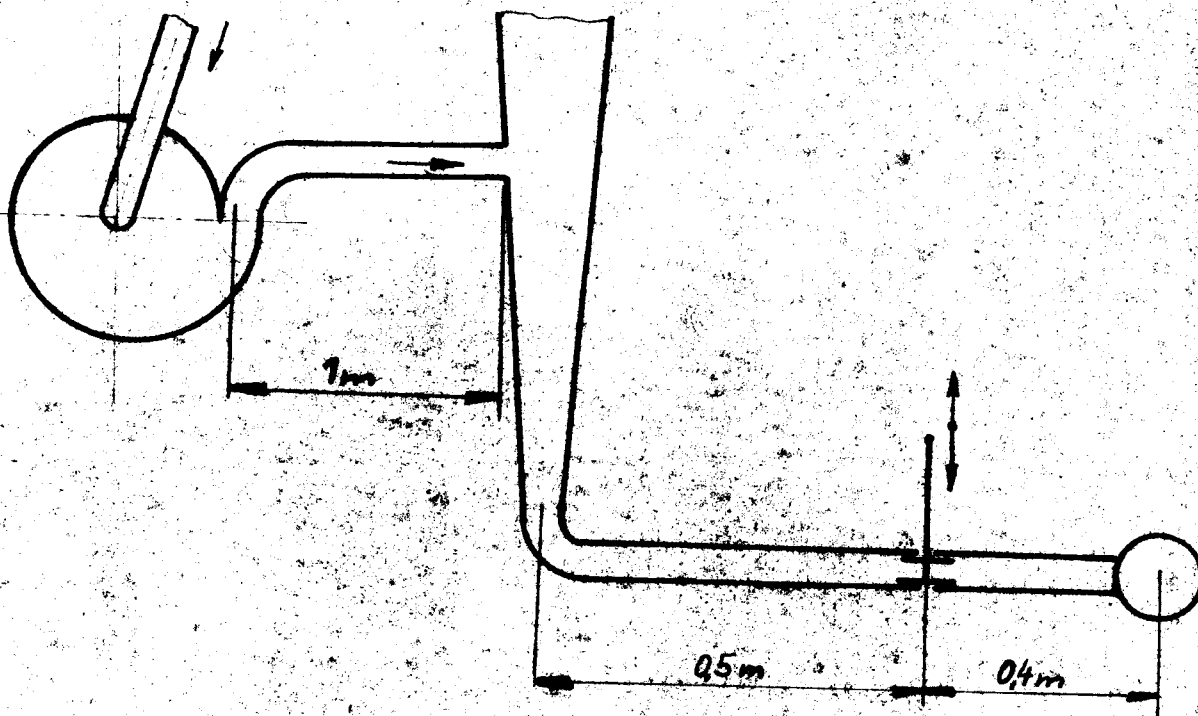
F_1 průřez nerozšířený

F_2 průřez rozšířený

b/ Proudění samotného vzduchu.

Představme-li si cestu vzduchu od ventilátoru až na místo kontroly úpletů, zjistíme, že si celkový odpor, která musí vzduch překonávat můžeme rozdělit na několik částí. Výpočet provedeme pro $q = 9,81 \text{ m/sec.}$
 $= 1,2 \text{ kg/m.}$

1/ Ztráta při proudění od ventilátoru do trati Is 85. Vzduch protéká vzduchovody v uspořádání znázorněném na obr.15.



obr. 15

/1/ Ztráta při proudění z ventilátoru k jímcu potrubím viz obr. 16 délky 1 m, $D = 0,048 \text{ m}$ se počítá dle vzorce /12/.

λ vezmeme z výzkumné práce Z - TT - 41/68

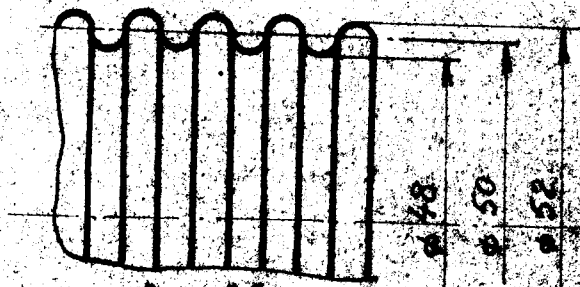
$\lambda = 0,046$ pro rychlost proudění 15 m/sec.

Ze vzorce /9/ vypočteme rychlost proudění

$$v = \frac{0,028}{0,00182} = 15,2 \text{ m/sec}$$

Q = množství vzduchu, které proudí je jeden ventilátor = 0,0278 m³/sec. odečteno z obr. 1

F = průřez potrubí dle obr. 16 = 0,00182 m²



obr. 16

Tlaková ztráta dle vzorce /13/ je rovna

$$P_{tr} = 0,046 \cdot \frac{1}{0,048} \cdot \frac{15,2^2 \cdot 12}{2 \cdot 9,81} = 13,5 \text{ mm v.s.}$$

/2/ Ztráta proudění v žince - ztráta rozšíření. Žinka má tvar přibližně dle obr. 17



obr. 17

Součinitel vřasného odporu ξ vypočítáno dle vzorce /14/

VŠST Liberec	Návrh přetlak.pneumatik	Katedra tepel.tech.
Fakulta strojní	dopravy textil.úpletů.	or list 40.

$$F_1 = 0,00182 \text{ m}^2 \quad F_2 = 0,7 \cdot \frac{0,17 + 0,048}{2} = 0,077$$

$$\xi_2 = \left(1 - \frac{F_1}{F_2}\right)^2 = \left(1 - \frac{0,00182}{0,077}\right)^2 = 0,94$$

Tlakovou ztrátu vypočteme dle vzorce /13/

$$p_{z2} = 0,94 \cdot \frac{15,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 13,3 \text{ mm v.s.}$$

/3/ Ztráty ve zúženém místě jímky

$\xi = 0,1$ /Špinar : Vzduchotechnická zařízení str.166/

Tlakovou ztrátu vypočteme dle vzorce /13/

$$p_{z3} = 0,1 \cdot \frac{15,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 1,4 \text{ mm v.s.}$$

/4/ Ztráta při proudění kolenem vypočteme dle vzorce /13/

pro $\frac{r}{D} = 2$ kde r poloměr oblouku /m/
 D průměr potrubí /m/

jsme vzali $\xi = 0,15$ /Špinar : Vzduchotechnická zařízení str.166/

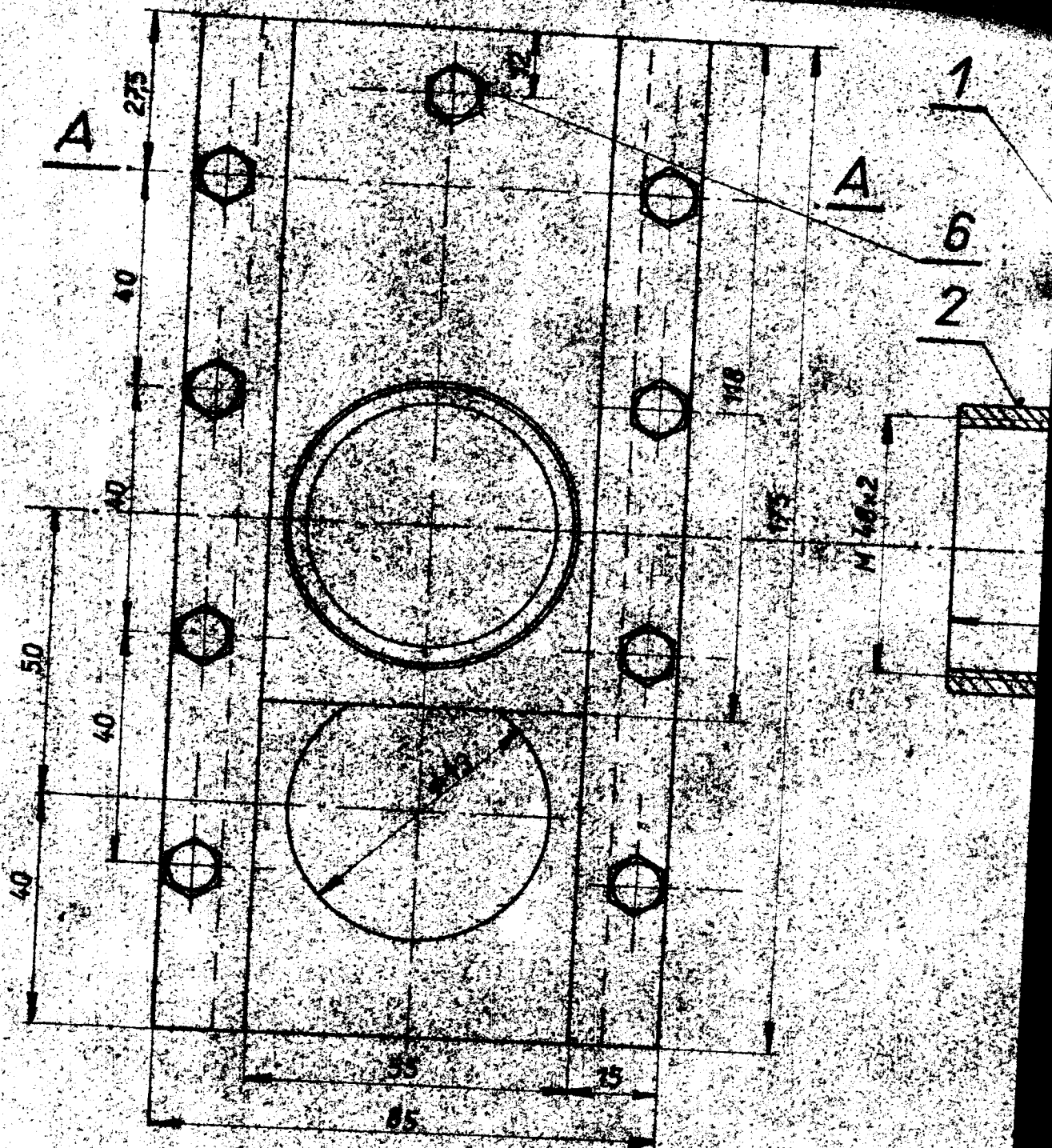
$$p_{z4} = 0,15 \cdot \frac{15,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 2,1 \text{ mm v.s.}$$

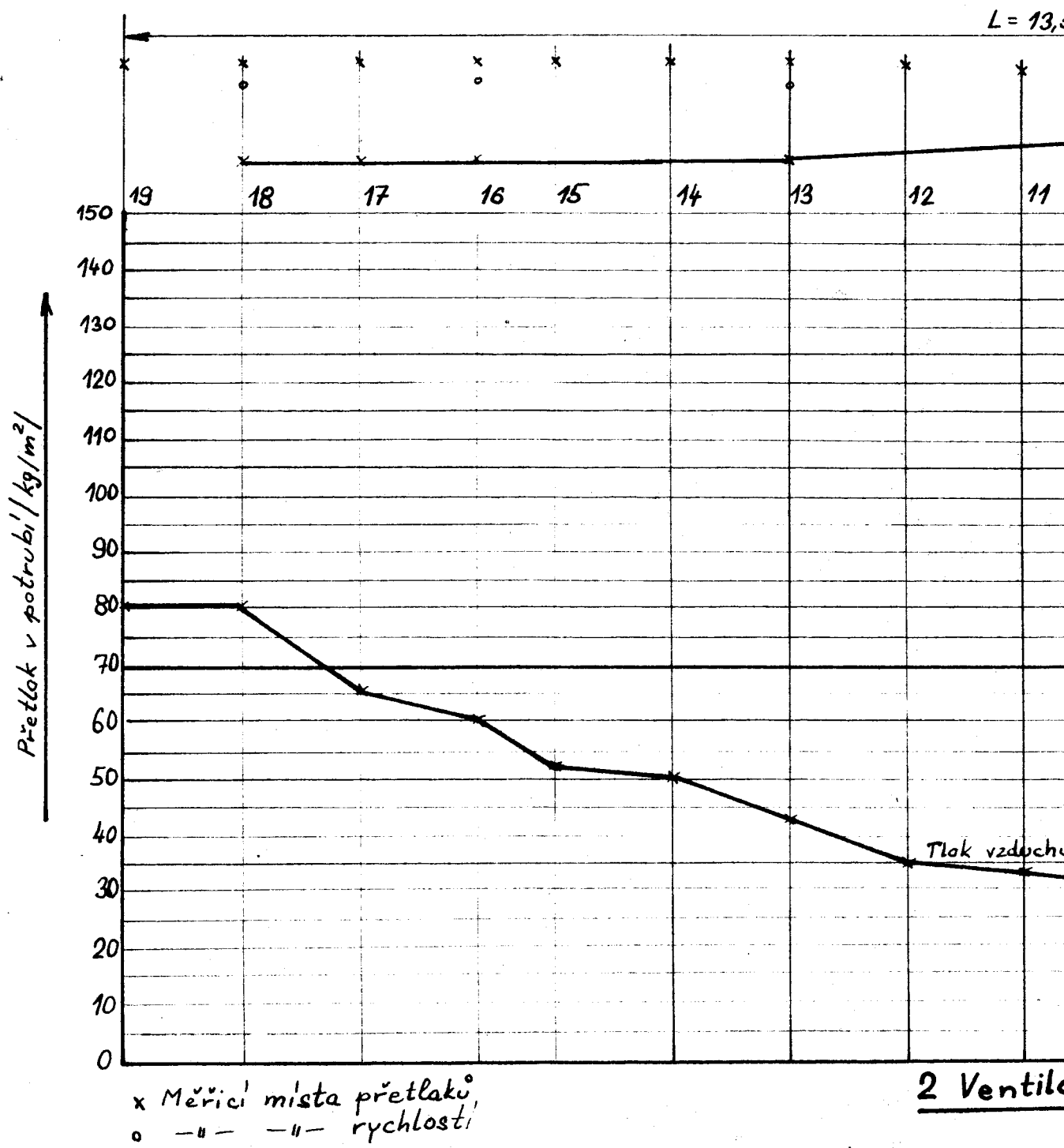
/5/ Průchod šoupátkem znamená tlakovou ztrátu kterou vypočteme dle vzorce /13/

$\xi = 0,05$ /Mašterský: Hydromechanika str. 94/

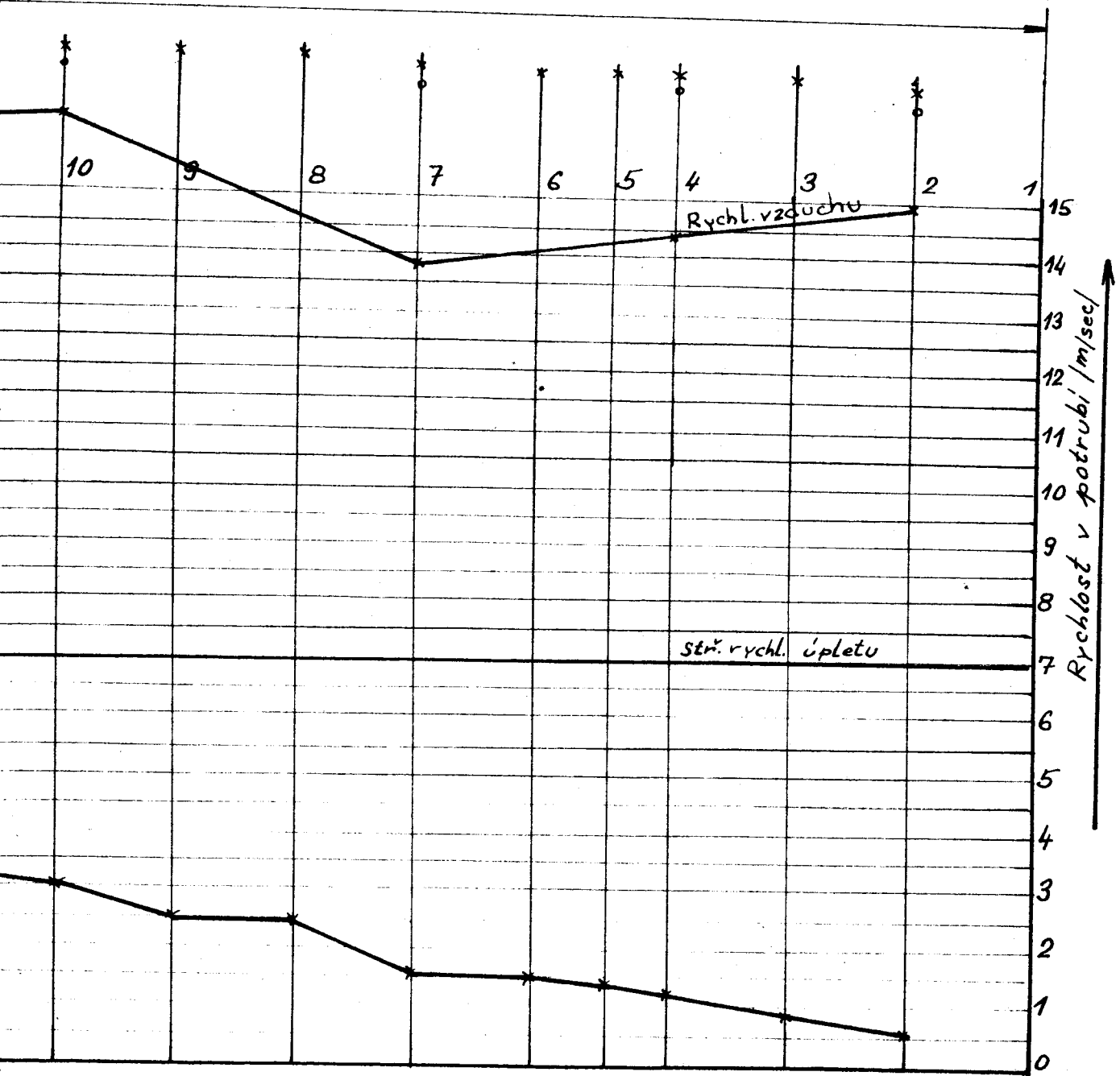
$$p_{z5} = 0,05 \cdot \frac{15,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 12 = 0,7 \text{ mm v.s.}$$

/6/ Průchod potrubím tvaru /viz obr. 16/ délky 0,9 m vypočteme dle vzorce /12/

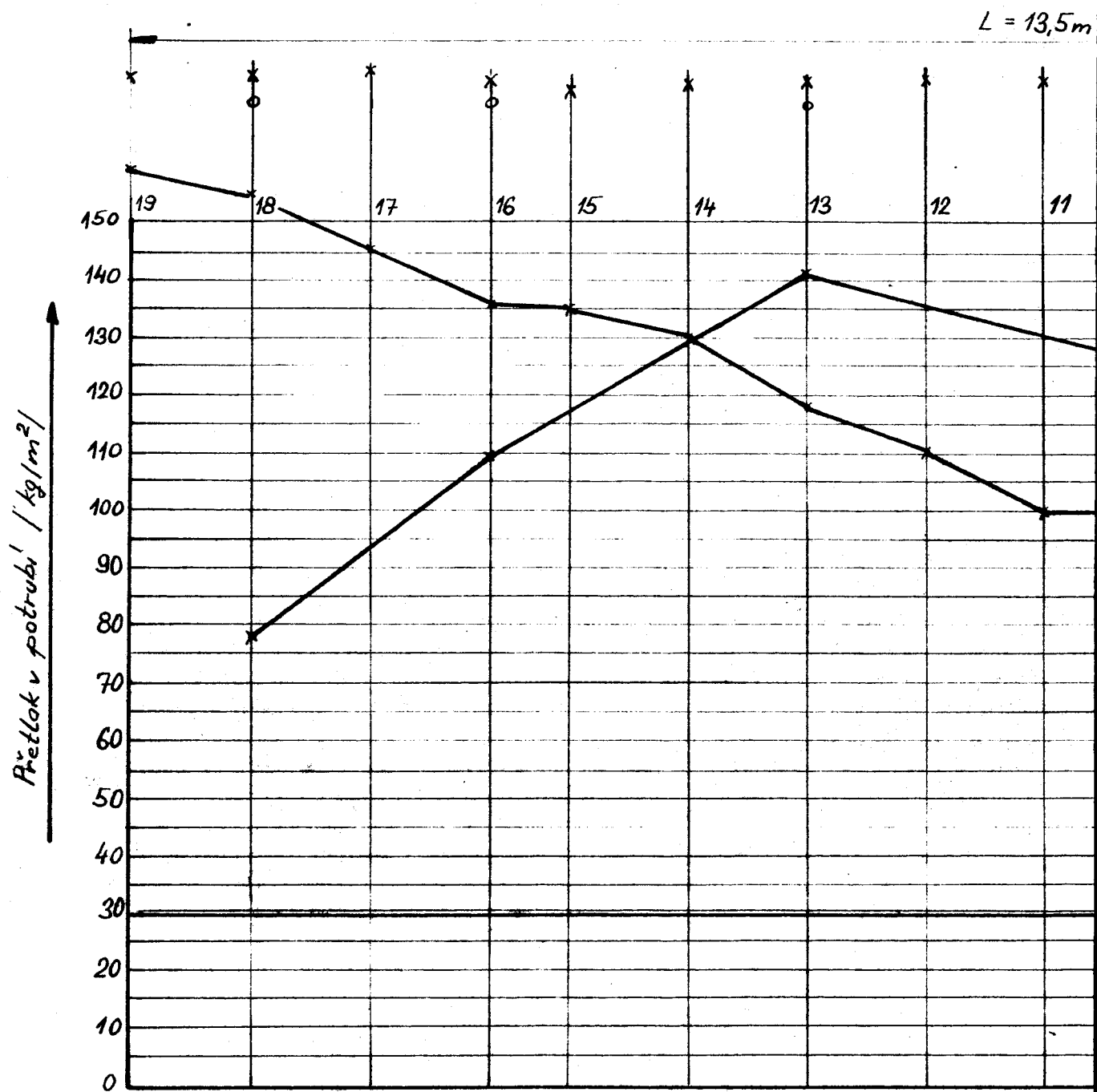




m

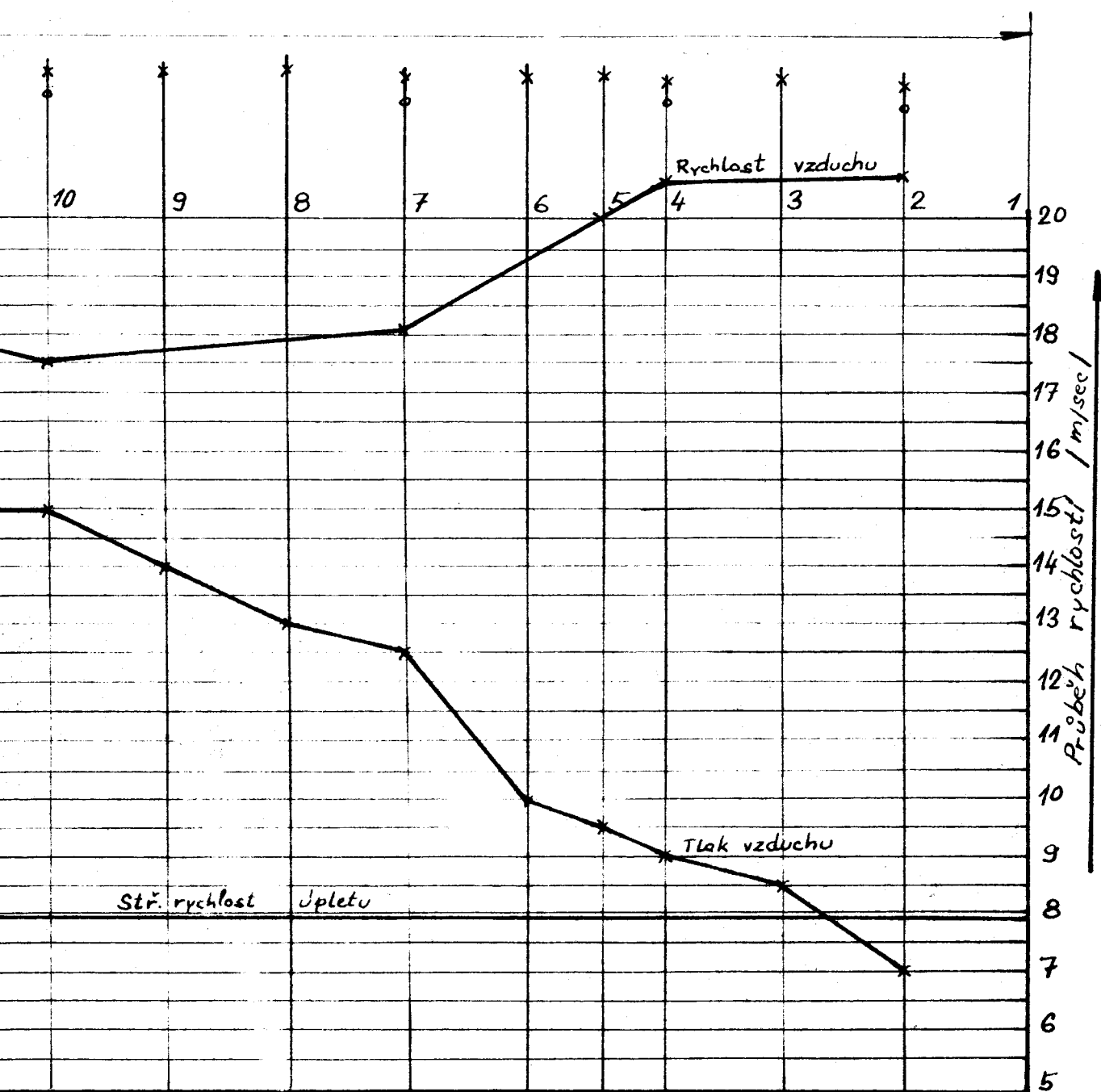


ory

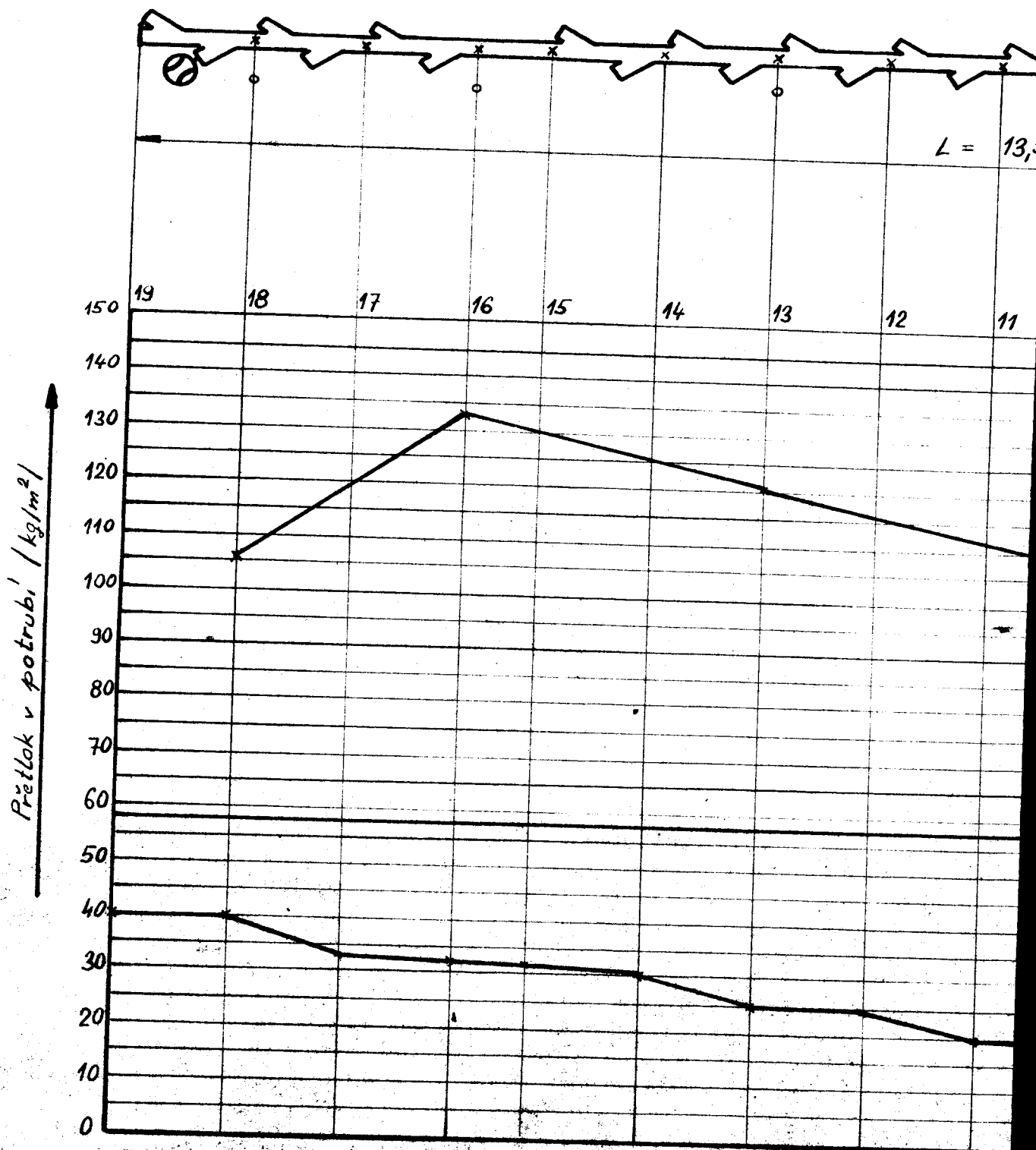


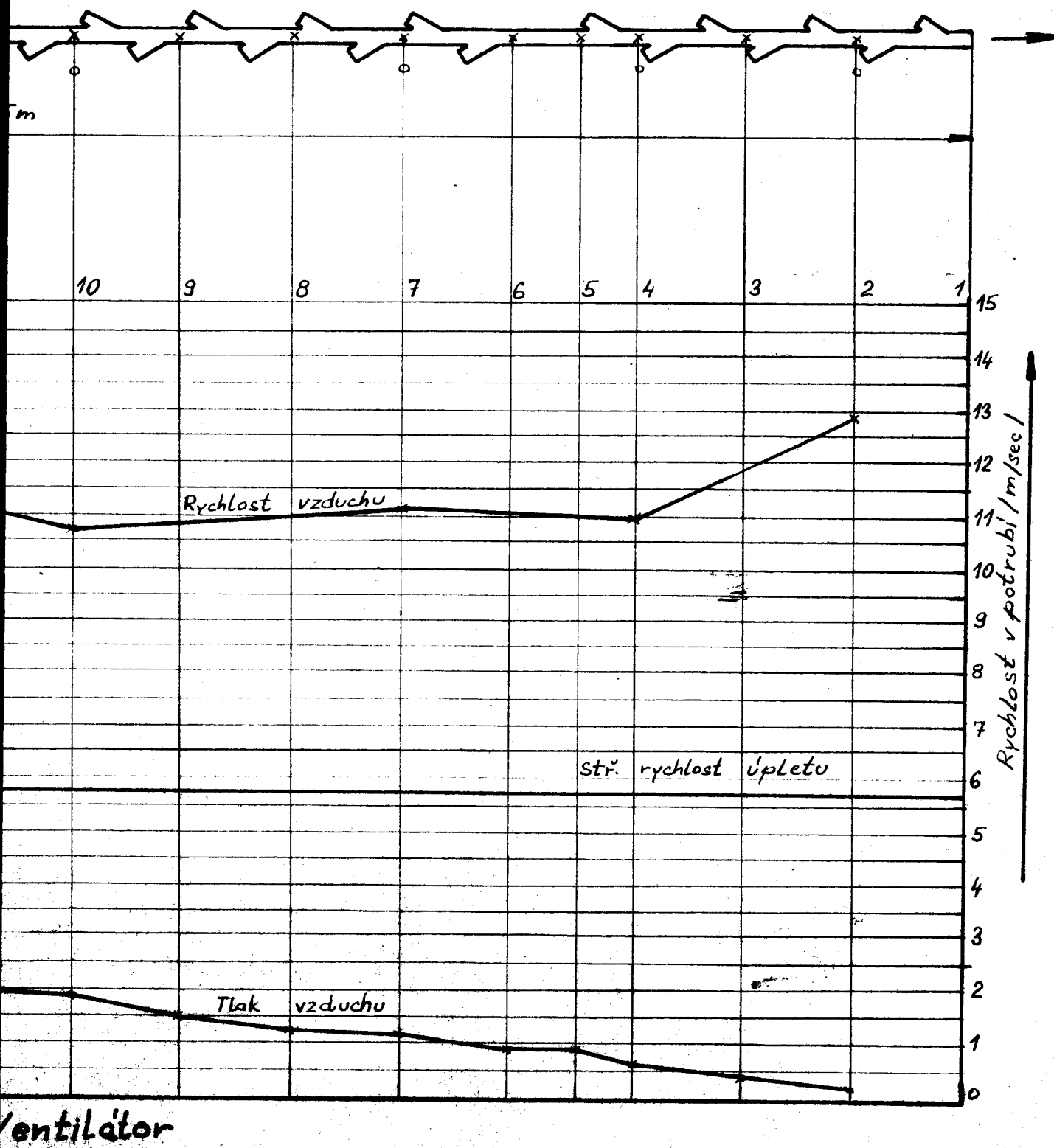
x Měřicí místa přetlaku
o - - - - rychlosti

3 Ven



ilátory

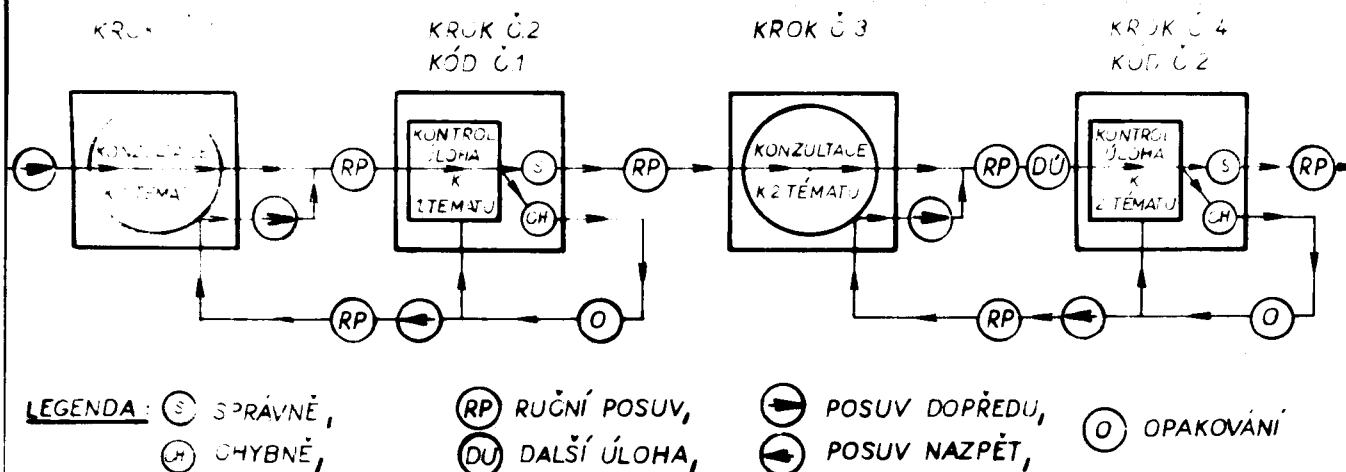




ku druhému kroku. Ukáží se, že po těchto dvou konzultacích jsme schopni druhou úlohu již správně řešit.

Při tvorbě konzultačních programů lze též postupovat tak, že nejprve vždy posluhující předložíme konzultaci určité látky a potom přidáme kontrolní úlohu. Tento druh konzultačních programů má blízko k vyučovacímu programu.

Schéma takového programu je na obr.7

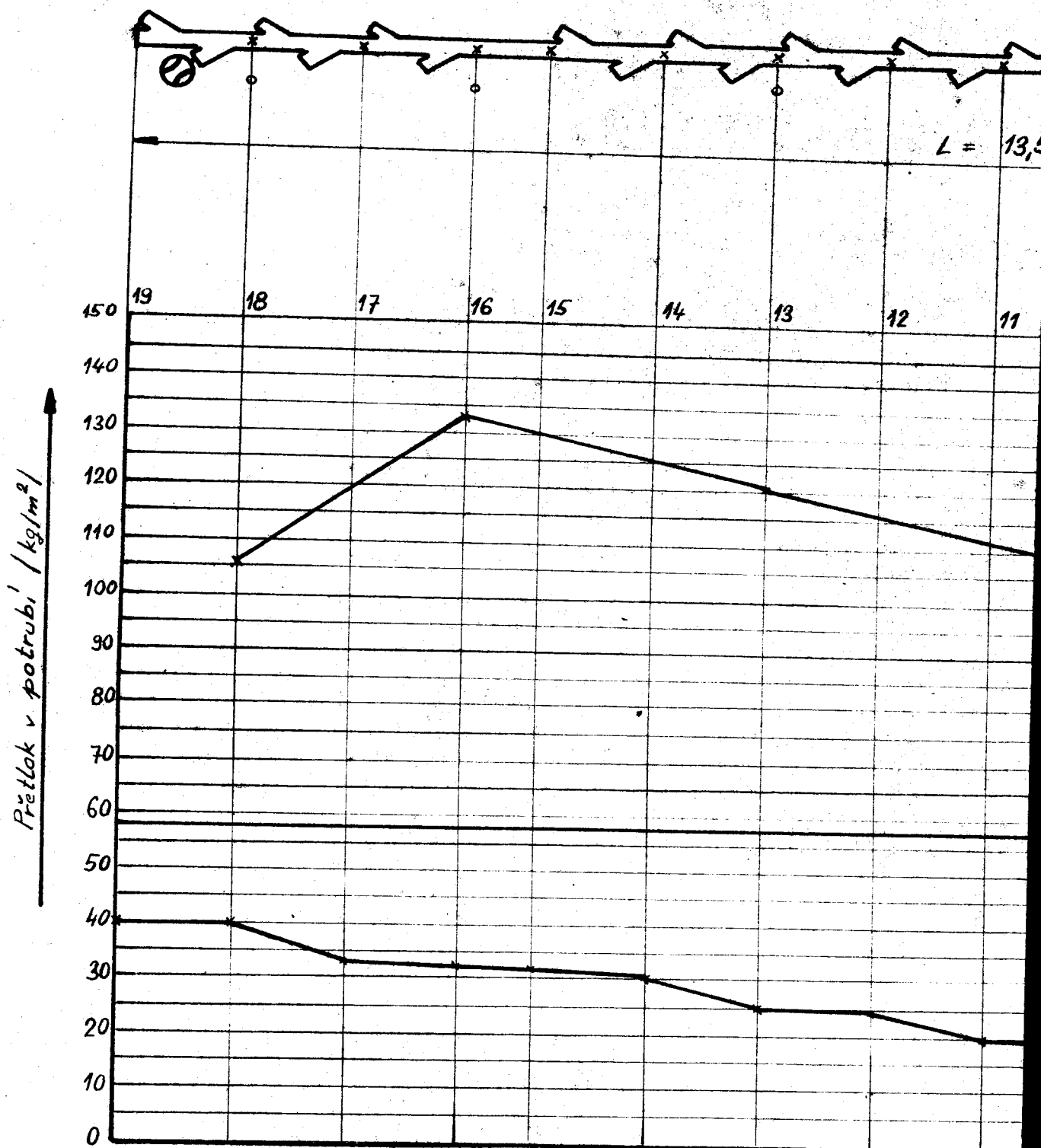


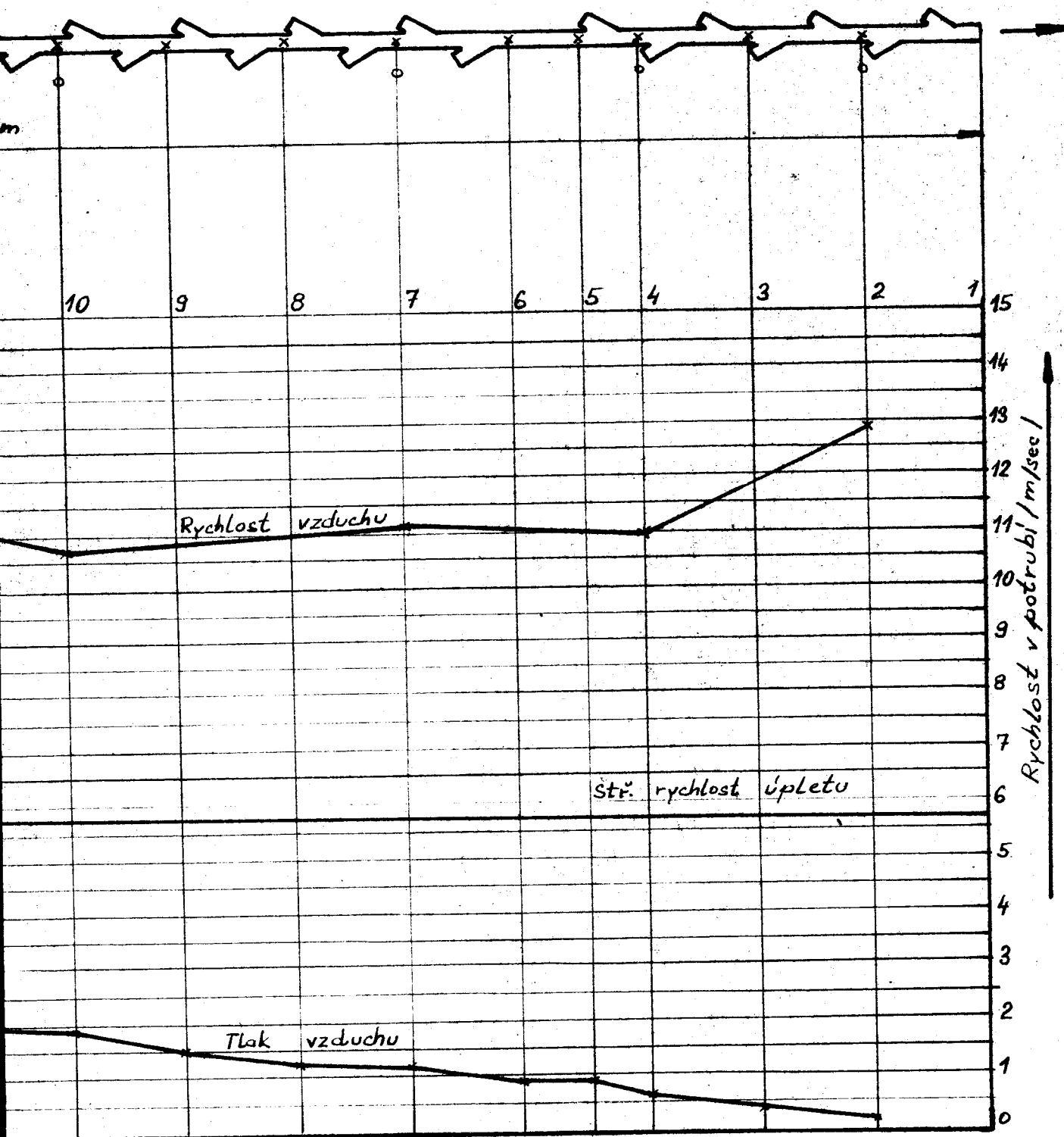
Obr.7

Řazení konzultačního programu s konzultačním krokem na začátku

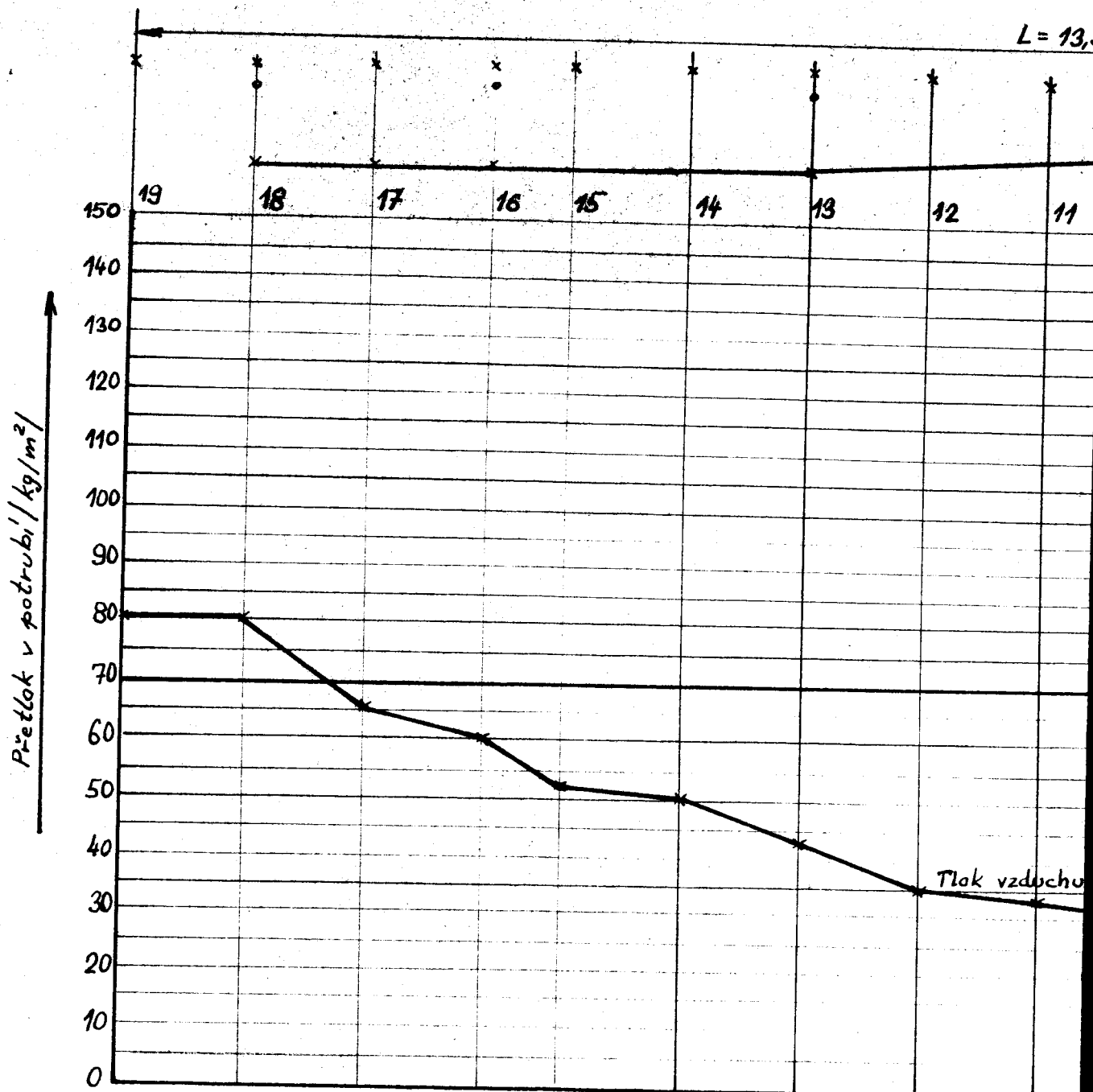
Po konzultaci k 1.tématu předložíme stisknutím tlačítka RP k řešení kontrolní úlohy. Když ji vyřešíme správně, stisknutím tlačítka RP přejdeme na konzultaci k 2.tématu. V případě, že kontrolní úlohu řešíme chybně, obrátíme chod kroků a vrátíme se podle vyznačené cesty ve schématu opět ke konzultaci. Potom opět obrátíme chod kroků, stiskneme tlačítko RP a znovu řešíme kontrolní úlohu. To lze opakovat vícekrát, až je daná látka zvládnuta. Potom teprve přejdeme na konzultaci k 2.tématu.

Na obr.8 je schéma konzultačního programu s řazením konzultace vždy před kontrolní úlohou, při čemž je možno se vrátit od více kroků zpět a soustředit tak dokonalejší konzultaci. Ze schématu se dá vyčíst, že při chybném řešení kontrolní úlohy druhého téma, je možno se vrátit jak ke konzultaci druhého téma, tak ke konzultaci prvního téma. Se vyznačené cesty pak dojit opět ke kontrolní úloze 2.tématu.

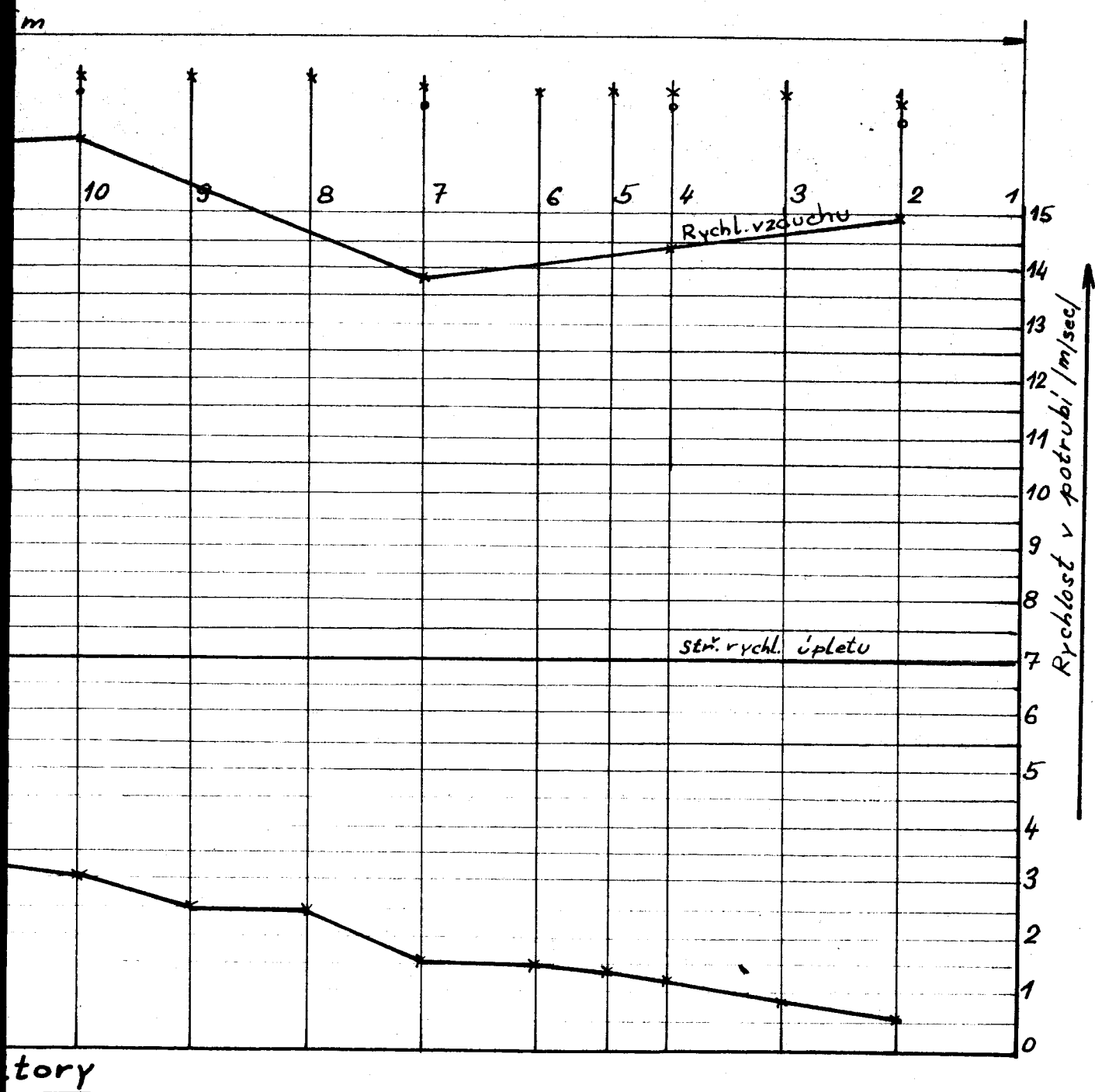




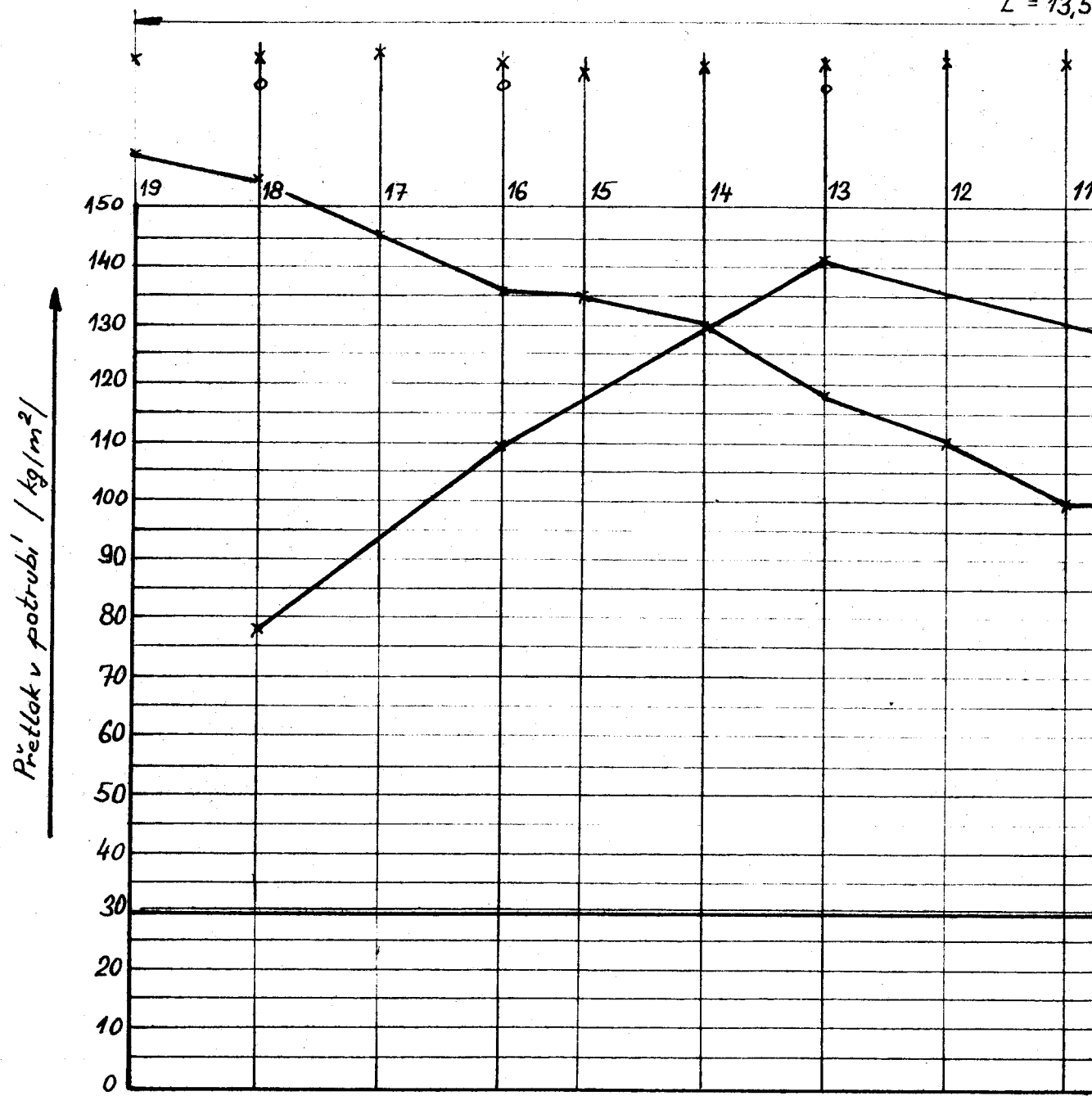
Ventilátor



2 Ventila

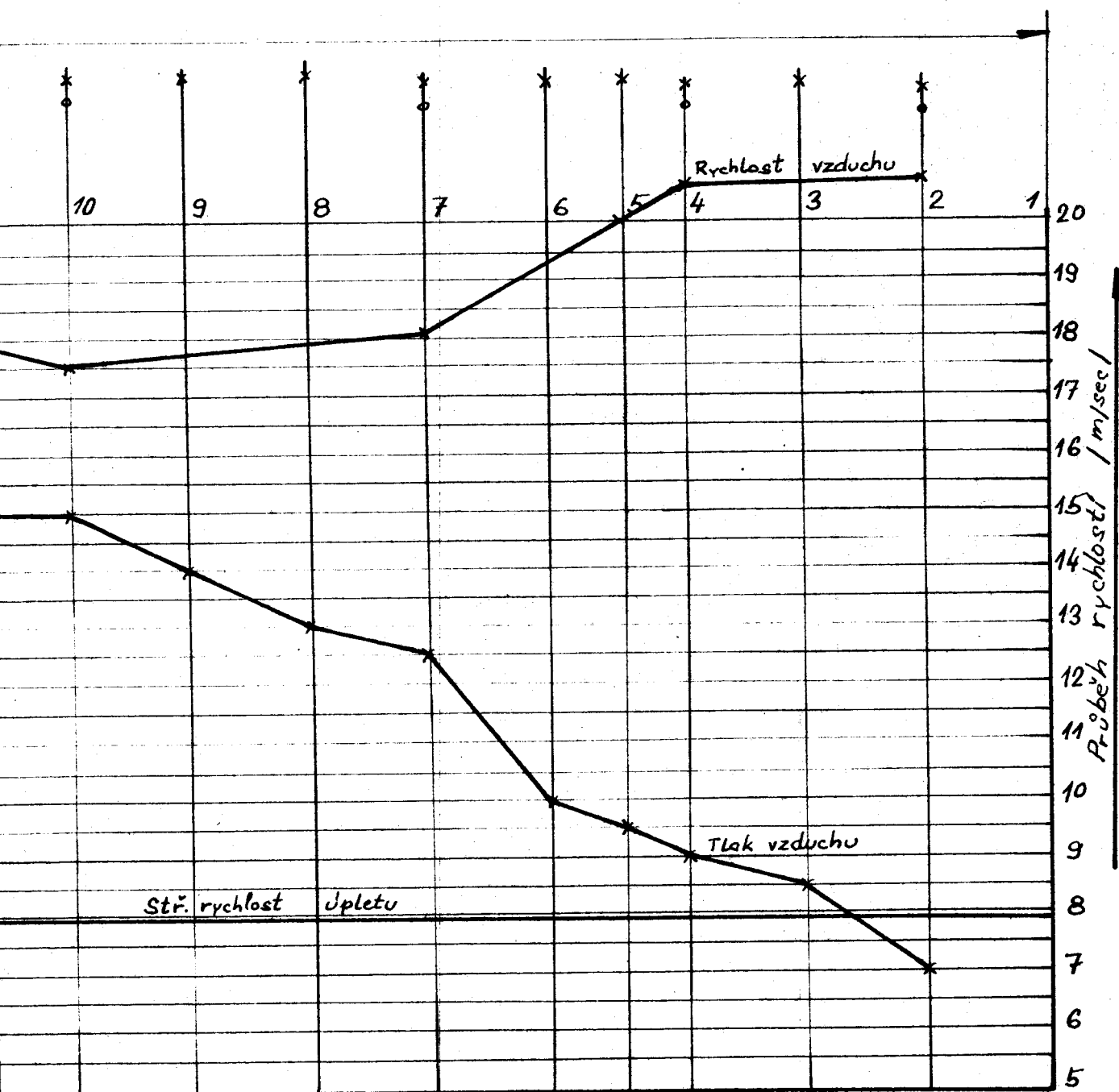


$L = 13,5$



x Měřicí místa přetlaku
o - - - - - rychlosti

3 Ve



tilátory