VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta textilní

Obor: 31 - 12 - 8

Technologie textilu a oděvnictví

zaměření

textilní materiály a předení

VLIV PODMÍNEK V PROHOZNÍ TRYSCE NA ZMĚNU VLASTNOSTÍ SETKÁVANÉHO ÚTKU

Katedra nauky o textilních materiálech - 155

Jana W E I N F U R T O V Á

Vedoucí práce : ing. Jana Hynčicová, VŠST Liberec

Konzultant : prof. ing. Jiří Šinták, CSc

Rozsah práce a příloh :

počet stran 83

počet obrázků 13

počet tabulek 21

počet grafů 17

počet příloh 1

počet fotografií .. 14

V Liberci, dne 23.5. 1986

Vysoká škola: strojní a textilní Liberec Fakulta: textilní

Katedra: nauky o textil. mater. Školní rok: 1985/86

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Janu Weinfurtovou

obor 31 - 12 - 8 technologie textilu a oděvnictví

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

Název tématu: Vliv podmínek v prohozní trysce na změnu vlastností setkávaného útku.

Zásady pro vypracování:

1. Definujte podmínky v prohozní trysce z hlediska její konstrukce a energetické náročnosti.
2. Proveďte rozbor nitě před setkáním.
3. Vyberte vhodné hodnoticí parametry nitě po setkání a ověřte je experimentálně.
4. Určete optimální případ prohození tryska - jakost setkané nitě.

V 48 /86 T

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

POUŽITÉ SYMBOLY

σ_e [N]	- elastické napětí
σ_v [N]	- viskózní napětí
σ [N]	- výsledné napětí
E [N]	- modul pružnosti v tahu
ε [%]	- deformace
F_o [N]	- předpětí
P_K [W]	- kompresní příkon
$\dot{m}$ [$kg.s^{-1}$]	- hmotnostní tok
r [$J.kg^{-1}.K^{-1}$]	- plynová konstanta vzduchu
T_1, T_2 [K]	- teplota před a za tryskou
p_1, p_2 [Pa]	- tlak před a za tryskou
S_1, S_2 [m^2]	- vstupní a výstupní průřez
c_1, c_2 [$m.s^{-1}$]	- vstupní a výstupní rychlost
S_K [m^2]	- kritický průřez
c_K [$m.s^{-1}$]	- rychlost v kritickém průřezu
ρ_K [$kg.m^{-3}$]	- hustota v kritickém průřezu
φ [1]	- rychlostní součinitel
μ [1]	- součinitel kontrakce
ψ [1]	- proudová funkce
β [1]	- expanzní poměr
F [N]	- aerodynamická síla
O_h [m]	- hydraulický obvod nitě
c_x [1]	- součinitel tření nitě o vzduch
w [$m.s^{-1}$]	- relativní rychlost
c [$m.s^{-1}$]	- absolutní rychlost vzduchu
v [$m.s^{-1}$]	- unášivá rychlost nitě

F_Z [N] - třecí síla

S [N] - setrvačná síla

l_o [m] - délka směšovací trubice trysky

s [jednotka měřené veličiny] - směrodatná odchylka

v [%] - variační koeficient

p_b [Pa] - barometrický tlak

Δl [m] - úsek nitě

z [m^{-1}] - počet zákrutů

$\dot{V}$ [$l.h^{-1}$] - objemové průtočné množství

F_T [N] - tahová síla

a - hledaná konstanta

- daná konstanta

i - index

m, M jednotlivé členy a celkový rozsah funkce

A - symetrická matice soustavy

B - M-rozměrný vektor hledané množiny konstant a_m

C - vektor sestavený z pravých stran systému algebraických rovnic

O B S A H

str.

1. ÚVOD 1

2. OBECNÁ ČÁST

2.1. Tryskové tkací stroje 3

2.2. Prohozní tryska 7

2.2.1. Modelování zatížení útku 8

2.2.2. Vývoj prohozní trysky pro pneumatické tkalcovské stavy v posledních letech 10

2.3. Analýza procesu prohozu útku 16

2.3.1. Energetická náročnost prohozu 16

2.3.2. Spolehlivost prohozu tryskou 19

2.3.3. Rychlost proudu vzduchu a vyhodnocení tahové síly nitě 21

2.3.4. Agresivita jako charakteristika trysky 25

2.3.5. Ztráty zákrutu útku během tkaní na tryskovém stavu 27

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1. Modelové zařízení 33

3.1.1. Popis a schéma modelového zařízení 33

3.2. Popis měřicích metod 35

3.2.1. Měření zákrutové hustoty příze 35

3.2.2. Měření tahových sil 39

3.2.3. Měření průtočného množství vzduchu 40

3.2.4. Zviditelnění proudu vzduchu 41

3.3. Zpracování zjištěného souboru parametrů 44

3.3.1. Vliv rotační složky proudu vzduchu 44

str.

3.3.2. Měření zákrutové hustoty příze 50

3.3.3. Měření průtočného množství vzduchu a výpočet kompresního příkonu 64

3.3.4. Měření tahové síly příze a výpočet součinitele tření příze o vzduch 66

3.3.5. Regresní analýza a chyby měření 73

3.3.6. Rozbor tkaniny z n.p.Seba Liberec 76

4. ZÁVĚR 79

LITERATURA 82

1. ÚVOD

Jedním z výrazných znaků současné doby je urychlování růstu technické úrovně a užitných vlastností výrobků. Poznatky vědy a techniky umožňují zavádět do výroby dokonalejší výrobní metody a výrobky, zvyšovat jejich výkonové parametry, spolehlivost, estetickou úroveň, bezpečnost, tj. soustavně zvyšovat jejich kvalitu.

Tkací technika zůstává stále v popředí zájmu při výrobě plošných textilií. Neortodoxní tkací stroje - mezi něž patří i tryskové tkací stavy - si zajistily své postavení nejen z hlediska podstatného zvýšení výkonů, ale hlavně použitelností při zpracování různých druhů textilních materiálů a na základě vazebních možností. Dle prognóz světových odborníků má dojít v roce 1990 k vyrovnání poměru ortodoxních a neortodoxních typů tkacích stavů a v roce 2000 má neortodoxní technika činit dokonce 40% všech tkacích strojů na světě [1].

Tryskové tkací stavy jsou významným československým příspěvkem ke tkací technice. Úspěšná konstrukční propracování koncem padesátých let znamenala kvalitativní skok ve vývoji tkalcovských stavů. Návrh byl patentově chráněn a když později s podobným řešením přišel japonský výrobce, dopadl mezinárodní spor v jeho neprospěch. Hydraulické tryskové stavy vyráběl n.p. ZTS Týniště n. Orlicí a pneumatické stavy jsou vyráběny v n.p. Zbrojovka Vsetín a K.p. Elitex. Československé tryskové tkací stroje jsou úspěšně vyváženy i do nejvyspělejších kapitalistických zemí světa.

Důležitým členem tryskového tkacího stavu je prohozní tryska a ovládací mechanismus. Konstrukční provedení prohozní trysky a ovládacího mechanismu rozhoduje o kvalitě tkaniny, hospodárnosti a hygieně provozu.

Při posuzování moderní konstrukce tkacího stroje hodnotíme zejména následující vlastnosti zařízení:

- spolehlivost prohozu tryskou
- energetickou náročnost provozu
- agresivitu trysky na prohazovanou nit
- hlučnost prohozu.

Cílem zadané diplomové práce k.p. Elitex Chrastava je zhodnotit základní vlastnosti nové konstrukce trysky s periferními tryskami a stanovit základní kritéria provozu - jeho energetickou náročnost s ohledem na minimalizaci agresivity trysky na útek. Agresivita trysky má značný vliv na základní vlastnosti příze. Snižuje se pevnost příze, je větší možnost poškození příze /vznik přetrhů/ a to vlivem snížení počtu zákrutů příze.

2. O B E C N Á Č Á S T

2.1. TRYSKOVÉ TKACÍ STROJE

Nejvyšší podíl na výrobě textilních plošných útvarů ve srovnání s jinými postupy tvorby textilií nese tkaní. Není to konečně jen skutečnost připisovaná reprezentativní jakosti a výborným užitným vlastnostem těchto výrobků. Svůj podíl nese i další vývoj pracovní rychlosti - stoupá výrobnost strojů na jednotku času. Zvýšení pracovní rychlosti ovšem s sebou přináší také zvýšení požadavků na vlastnosti nitě a stavbu stroje.

Nejvíce vzduchových tkacích strojů vyrobilo Československo. Výroba textilních strojů v naší zemi má dlouholetou tradici a výrazného rozmachu dosáhla zejména v posledních letech. Ve více než sto zemích pracují výrobky československého textilního strojírenství. Naše stroje představují z hlediska technické úrovně převážně dobrou světovou úroveň a v některých oblastech udržujeme stroje na světové špičce. Je to proto, že jsme přinesli společně s výzkumně vývojovými základnami textilního průmyslu a ostatních oborů v poslední době nové textilní technologické principy jako byl vynález a průmyslová realizace tryskového tkaní /prohozním médiem je voda nebo vzduch/ [2].

Předběžné pokusy s tkaním vzduchovým proudem se konaly v roce 1947 na normálním člunkovém stavu. Původní prohozní zařízení bylo nahrazeno tryskou a místo člunku bylo použito stlačeného vzduchu z kompresoru. Útková cívka byla umístěna pevně na držáku mimo bidlo. Vynálezci V. Svatý a S. Zahradník začali řešit princip tryskového tkacího stroje. Při

Při dalším průzkumu vzduchového prohozu se ukázalo, že vzduchovým proudem lze značně zvýšit prohozní rychlost, ale nelze dosti dobře dosáhnout běžně používaných šíří tkanin. Prototyp stroje byl zkonstruován pro šíři 44 cm.

V té době byli oba vynálezci přeřazeni do Výzkumného ústavu textilní technologie v Liberci. Vedoucím konstrukce se stal Josef Mohelnický, který se stal spolu s jinými, dalším význačným spoluvynálezcem tryskového tkacího stroje. Byl dořešen princip odměřování útkové nitě a její spolehlivý prohoz. Toto řešení se pak stalo základem pro další typ vzduchového tryskového stavu P 45 /pro šíři 45 cm/ [3].

Ve výzkumu se pokračovalo a z této činnosti vyplynulo zaměření dalšího vývoje - tryska pro prohoz kapalinou. Návazně na získané zkušenosti s vodními nebo tryskovými stavy se v první polovině sedmdesátých let přistoupilo k instalaci vzduchových tkacích strojů řady P z n.p. Zbrojovka Vsetín. Využívání bylo nasměrováno na zpracování vizkózového hedvábí v sortimentu podšívkových tkanin. Jednalo se převážně o sortiment hladkých tkanin v jednoduchých vazbách - plátnové a keprové.

Dobré provozní výsledky jsou přímo závislé na kvalitě používaného materiálu, a to jak pro osnovu, tak i pro útek. Vlastní prohoz útku podstatně závisí na prohozní trysce a ovládacím mechanismu. U pneumatických tryskových stavů musí být používaný vzduch zcela zbaven vlhkosti, která by umožňovala kondenzaci na vodní kapky v přívodním potrubí a jejich vnikání až do prohozní trysky. Stejně tak je nutné odstranit z prohozního vzduchu jakékoliv částice olejů.

Odlučovače vody a mastnoty jsou v celém systému vzduchotechnického zařízení tkalcovny jedním z nejdůležitějších. [4].

V posledním období zaznamenaly právě vzduchové tkací stroje prudký vzestup nabídky. Jestliže na výstavě ITMA v roce 1975 v Miláně vystavovala kromě Československa pouze švýcarská firma RÜTTI, obeslaly výstavu ITMA v roce 1979 v Hannoveru, a to úspěšně, japonské firmy NISSAN, TSUDAKOMA i TOYODA. [4]. V roce 1983 v Miláně to bylo celkem jedenáct výrobců. Avšak pouze jediný výrobce - československá INVESTA - zůstal u zanášení útku monotryskou, zatímco ostatní dali, s ohledem na trend směřující k větším tkacím šířím, všeobecně přednost štafetovému principu zanášení útku. INVESTA předváděla i čtyři pneumatické tryskové tkací troje Jettis s principem štafetových trysek, jež byly schopny vyrábět tkaninu maximální šíře 380 cm s výkonem nad 1400 m/min. S monotryskou byla dosažena paprsková šíře 190 cm /což je pro tento princip zřejmě hranice/. Jeden ze strojů pracoval s konfuzory /konfuzor je složen z lamel, které usměrňují proud vzduchu z trysky/. Druhý vyráběl tkaninu z nití z nekonečných vláken a byl proto vybaven tunelovým paprskem.

Anglická firma BONAS upoutala pozornost třemi pneumatickými tryskovými tkacími stroji s vysokým zanášecím výkonem nad 1500 m/min pro paprskovou šíři 220 cm. Jeden typ byl vybaven konfuzory, které se při zanášení útku uzavíraly a při přírazu paprsku otevíraly, čímž se zlepšilo proudění vzduchu.

Západoněmecká firma GÜNNE uvedla na trh první pneumatický tryskový tkací stroj pro výrobu smyčkových tkanin.

Japonská firma NISSAN předvedla pneumatický tryskový

tkací stroj s libovolnou volbou dvou barev útku, stroj ovšem nepracoval s velkým výkonem. Všechny stroje této firmy pracovaly s konfuzory, což téměř vylučuje zpracování osnov z nekonečných vláken.

Belgická firma PICANOL vystavovala stroje s tunelovým paprskem, který ale vyžaduje vyšší spotřebu vzduchu než konfuzor. Na druhé straně ho lze použít pro výrobu téměř všech druhů tkanin. Během předvádění se u firmy PICANOL hovořilo o počtu otáček, kterých v praktickém provozu dosud nikde nebylo dosaženo.

Švýcarská firma SAURER využila mikroprocesor k řízení a optimalizaci tlaku, intervalů foukání hlavní i štafetových trysek, k přerušení dodávky útku i k poloze klidového stavu. Bylo možno vyvolat i informační údaje o zpracování.

Firma ze Švýcarska SULZER - RÜTTI předváděla v Miláně pneumatický tryskový stroj s efektivně nejvyšším zanášecím výkonem 1583 m/min ze všech vystavovaných strojů tohoto druhu a dosáhla tak vedoucí postavení v této kategorii strojů. Firma vystavovala celkem šest strojů s rozsáhlým výrobním programem /od podšívek přes popelíny až po denimy/ pro šíři i 400 cm, zatímco před čtyřmi lety v Miláně bylo možno tkát maximálně do šíře 280 cm. Opět byl použit mikroprocesor.

Velmi dobrý dojem zenechaly pneumatické tryskové tkací stroje japonské firmy TSUDAKOMA. Zajímavé byly údaje o spotřebě vzduchu: spotřeba vzduchu se zvyšuje se zvětšující se tkací šíří nadproporcionálně. Stroje byly vybaveny tunelo-

vými paprsky a dosahovaly výkonu 1531 m/min při šíři 360 cm.

Z uvedeného vyplývá, že systém se vzduchovým prohozem má vysokou perspektivu a můžeme říci, že i přes značný počet vyrobených strojů jsou stále rezervy v použitelnosti těchto strojů.

2.2. PROHOZNÍ TRYSKA

Důležitým členem vzduchového tkacího stavu je prohozní tryska. Při procesu prohozu dochází ke spojení dynamiky strojního elementu a jeho vlivu na útek [5].
Do dutiny prohozní trysky je přiváděna útková nit. Jednoduchý přívodní otvor by ovšem vedl ke ztrátě tlakového vzduchu a vyvozovala by se v něm nežádoucí síla na útek proti směru pohybu. Vynálezce stavu problém vyřešil uspořádáním dle obr. 1(str.15).

Bude - li útkový /sekundární/přívod tvořen dostatečně dlouhým kanálem s průměrem několikanásobně větším než průměr útku, aby jím protékal dostatečný sekundární průtok, může strhávání tímto způsobem představovat značnou sílu pohybující útkem při prohozu. Další část tahu se vyvodí ve směšovací trubici a zbývající třetina celkové síly se vyvozuje v proudu před tryskou. Primární ústí má však zbytečně velkou délku a poměr L/D směšovací trubice je příliš nízký.

Rozdílné cesty prohozu různých strojů jsou navzájem srovnatelné z hlediska pracovních rychlostí. Funkce prohozní rychlosti jsou mnohotvárné, proto můžeme pozorovat rozdílná zatížení, při kterých se nitě tkají.

Zatížení při tkaní působí nejen ve směru délky nitě, nýbrž i příčně. Přehled stovek prací v oblasti aerodynamiky o podobných otázkách ukázal, že jejich výsledky nejsou použitelné pro pneumatické tkaní, protože se zde mění mezní podmínky. Proto je reálnější možnost sestavení jednoduších modelů procesů v trysce.

2.2.1. MODELOVÁNÍ ZATÍŽENÍ ÚTKU

Základní myšlenkou modelování je znázornění souvislostí mezi poměry systému matematicky. Tím vzniká obraz reálného systému [6] .

Textilní příze vykazuje nejen čistě elastické chování, ale i viskoelastické. Viskoelastický model se skládá z Hoockova tělesa /elastický element/ a Newtonova tělesa /viskózní model/. Počet kombinovaných možností je nekonečně velký. Bylo uskutečněno sériové a paralélní zapojení. Se stoupajícím počtem jednotlivých elementů v modelu rostou komplikace matematického zápisu. Z tohoto hlediska se užívá dvouparametrový model, který nazýváme Maxwellův a Kelvin-Voigtův model. Pro tkací stroje ovšem nejsou tyto varianty vhodné. Je nutné do modelu přidávat další základní elementy. Například pro bavlněnou-vlněnou přízi je model znázorněn na obr. 2.

Pružina zde reprezentuje elastické vlastnosti /schopnost látek deformovat se vratně/ a dle Hoockova zákona platí pro napětí vztah $\sigma_e = E \cdot \varepsilon$, kde E je modul pružnosti v tahu /kvantitativní míra odporu materiálu/ a ε je dosažená deformace.Plastické /nevratné/ vlastnosti představuje píst s ka-

palinou o viskozitě η a dle Newtonova zákona můžeme vyjádřit velikost napětí $\sigma_v = \eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}$.

Výsledné napětí $\sigma = \sigma_e + \sigma_v$.

Pomocí viskoelastického modelu jsou u reálně existujícího tělesa napodobovány reakce elementu na určité zatížení srovnáním teoretického a reálného chování můžeme ověřit správnost výběru určitého modelu. Charakteristiku chování ukazuje časové protažení křivky. Tento průběh pro bavlněnou přízi, který se blíží vodorovné asymptotě, ukazuje obr. 3.

S postačující shodou teoretického a reálného průběhu křivky dokazuje Zennerův model příznivou variantou k napodobení chování útkové příze při tkacím procesu (obr. 2).

Poněvadž Zennerův model je předložen ve formě diferenciální rovnice, je možné zpracování na analogovém počítači s cílem přezkoušení při působení rozdílných vlivů. Soubor vypočtených výsledků ukazuje obr. 4.

Můžeme zde pozorovat lineární závislost tahové síly na prodloužení při rázovém zatížení s předpětím Fo = 1N. Zaznamenávají se hodnoty maxim tahových sil, pomocí nichž je možné pro určité zatížení nitě předpovědět stroje, jež mají předpoklad špiček tahových sil. Z praktického přezkoušení vyplývá, že vypočtené a experimentální hodnoty dobře konformují. Tím je možno dokázat, že hodnoty tahových sil vypočtené analogickým počítačem v praxi reálně vznikají. Znamená to, že byl sestaven vhodný model nitě při nárazovém zatížení, které vzniká na začátku zanášení útku.

Pomocí modelu nitě je možné předem vypočítat tahové síly vznikající během vnášení útku pro různé druhy příze.

Dle toho lze potom předpokládat zpracovatelské vlastnosti příze a jejich souvislost s konstrukcí příze. Další možnost je v kombinaci více modelů pro rušivá, např. slabá místa v niti.

Znalost vnitřních souvislostí mezi textilními materiály a zpracovatelskými stroji je další krok k optimálnímu utváření textilních zpracovatelských procesů.

2.2.2. VÝVOJ PROHOZNÍ TRYSKY PRO PNEUMATICKÉ TKALCOVSKÉ STAVY V POSLEDNÍCH LETECH

Cílem prováděných průzkumných a vývojových prací [7] bylo zlepšení trysek provádějících v tkalcovském stavu prohoz útku prošlupem vytvořeným v osnovních nitích. Ideální zlepšení se týkalo třech směrů /v rostoucím pořadí důležitosti/:

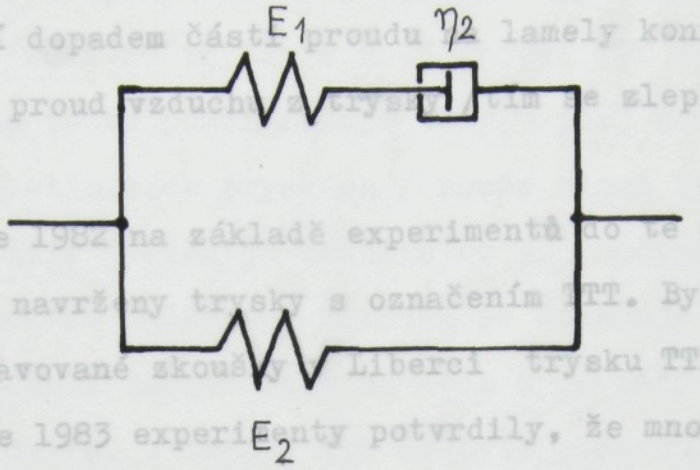
1/ snížení generovaného hluku

2/ zmenšení spotřeby tlakového vzduchu

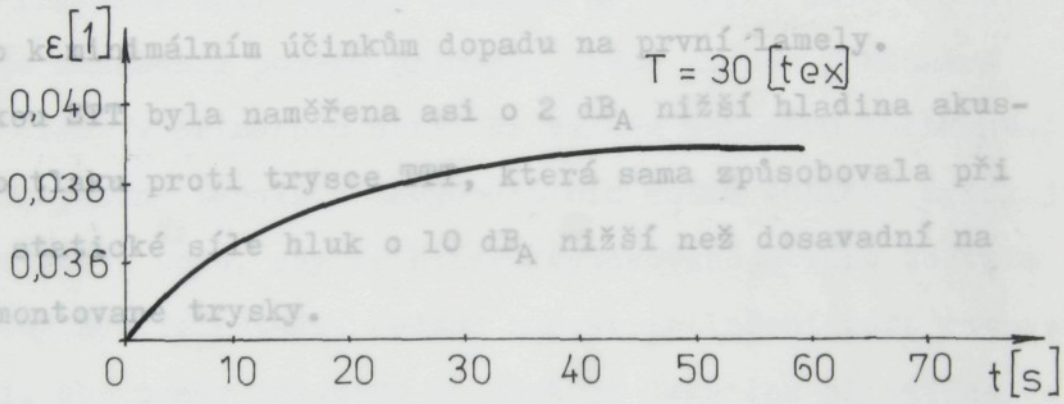
3/ zvětšení rychlosti a dráhy prohozu.

Vzhledem k obtížné realizaci laboratorních experimentů byla měření prováděna s nehybným útkem, jež procházel vyšetřovanou prohozní tryskou.

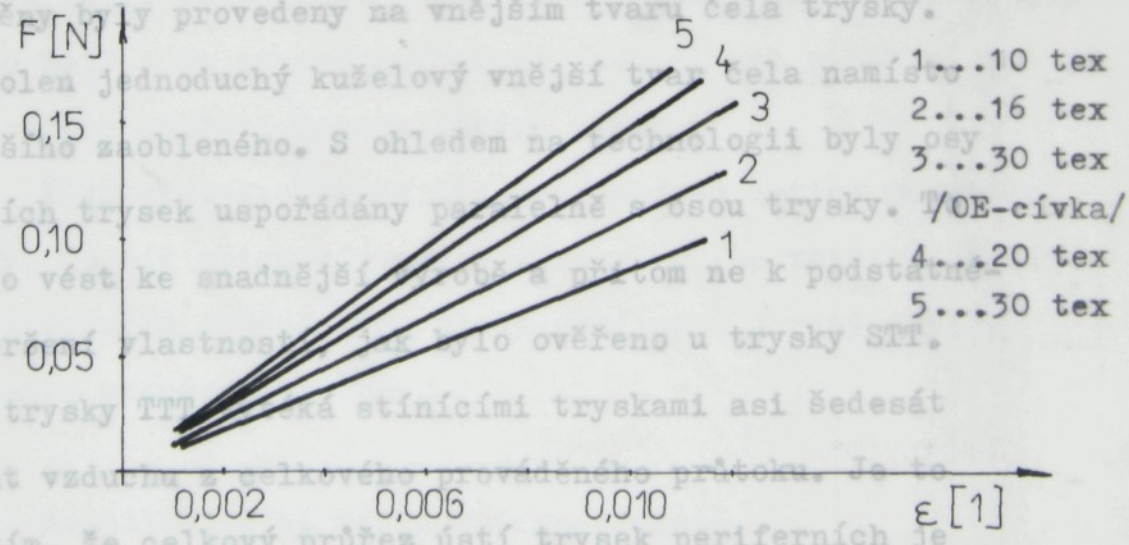
Již v roce 1981, na základě Lighthillovy teorie aerodynamického hluku generovaného při výtoku tekutinového proudu, bylo navrženo řešení uspořádání trysek. Experimenty prokázaly, že lze skutečně vyvodit podstatně větší síly při menším pneumatickém příkonu /tj. nižším průtoku nebo přetlaku vzduchu/, přičemž hluková emise je podstatně nižší. Ukazuje se, že u dobrých trysek je jejich vlastní aerodynamický hluk již



Obr. 2 Model pro bavlněnou - vlněnou přízi



Obr. 3 Průběh časové závislosti protažení bavlněné příze



Obr. 4 Grafická závislost tahové síly a prodloužení příze při rázovém zatížení

velmi malý, ale podstatným vlivem přispívá impaktní hluk, vznikající dopadem části proudu na lamely konfuzoru, jež usměrňuje proud vzduchu z trysky /tím se zlepšuje vedení útku/.

V roce 1982 na základě experimentů do té doby provedených byly navrženy trysky s označením TTT. Byl požadavek pro připravované zkoušky v Liberci trysku TTT přepracovat.

V roce 1983 experimenty potvrdily, že mnohaotvorová tryska je zatím nejvýhodnější. U trysky s označením STT byla jednotlivá ústí víceotvorové trysky blízko sebe, aby docházelo k minimálním účinkům dopadu na první lamely. S tryskou STT byla naměřena asi o 2 dB_A nižší hladina akustického tlaku proti trysce TTT, která sama způsobovala při stejné statické síle hluk o 10 dB_A nižší než dosavadní na stavy montované trysky.

Konstrukce trysky TTT84 se sníženou hlučností

Změny byly provedeny na vnějším tvaru čela trysky. Byl zvolen jednoduchý kuželový vnější tvar čela namísto dřívějšího zaobleného. S ohledem na technologii byly osy stínicích trysek uspořádány paralelně s osou trysky. To by mělo vést ke snadnější výrobě a přitom ne k podstatnému zhoršení vlastností, jak bylo ověřeno u trysky STT.

U trysky TTT vytéká stínícími tryskami asi šedesát procent vzduchu z celkového prováděného průtoku. Je to dáno tím, že celkový průřez ústí trysek periferních je zhruba u trysky TTT stejný jako plocha centrálního ústí,

přičemž výtok periferními stínícími tryskami je snadnější. Při volbě rozměrů trysky v nové úpravě TTT 84 (obr. 5) bylo rozhodnuto tento poměr změnit ve prospěch centrálního ústí při šesti stínicích tryskách / poměr ploch byl 0,457 /.

Dalším důležitým ukazatelem je poměrná délka směšovací trubice. Ve směšovací trubici se dosahuje velmi účinné vyvození části tahové síly na útek a je tedy žádoucí co možná největší délka. U trysky TTT 84 byla poměrná délka L/D zvětšena na hodnotu 9,28 z hodnoty 7,1 u původní trysky TTT.

Primární ústí trysky doznalo největších změn v souvislosti se zmenšením poměrů průměrů, které vzduch překonává na své dráze v primárním ústí. Na velkém poloměru totiž stačí docela nepatrný impuls v tangenciálním směru udělený vytékající tekutině k tomu, aby se blízko výtokového otvoru dostala do značně rychlé rotace. Jednou z cest potlačení této rotace se jeví, aby poměr poloměru na němž je tekutina přiváděna do primárního ústí k poloměru na němž primární ústí opouští, byl co možná malý. Tato úprava však vede k tomu, aby vstup do primárního ústí i na straně směšovací trubice byl zaoblen, což je nezbytné pro snížení hydraulických ztrát.

Významným krokem je zmenšení objemu dutiny rozváděcí komůrky, do níž přichází vzduch z uzavíracího ventilu. Počítá se se zlepšením dynamických vlastností nové úpravy trysky v důsledku zmenšení komůrky.

Nejdůležitější výsledky experimentů

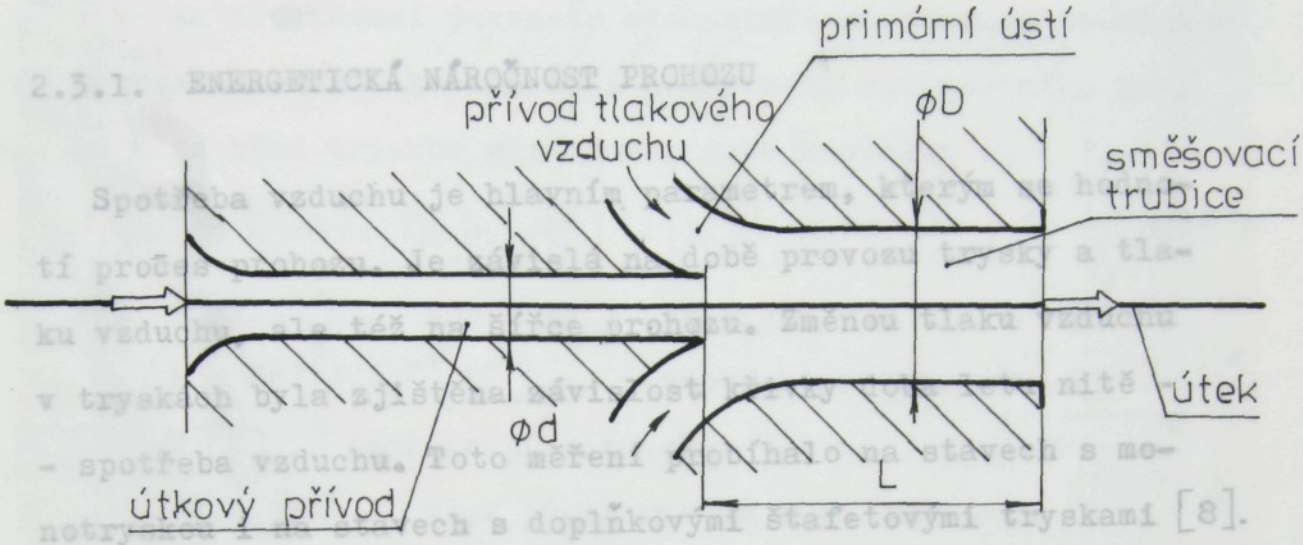
Jedním z pozorovaných efektů u trysky TTT 84 je rotační pohyb vytékajícího proudu vzduchu kolem osy prohozní trysky

/ tzv. "vířivý proud",v angličtině "swirling jet" /. Na jedné straně jde možná o efekt příznivý. Je možné, že umožňuje účinnější generaci tahové síly efektivnějším předáváním hybnosti tekutiny. Na druhé straně je však nebezpečí, že s rotačním pohybem bude útek vkládán do osnovy méně pravidelně. Je také možné, že odstředivé zrychlení působící na vytékající tekutinu vede ke zvětšení impaktní složky hluku.

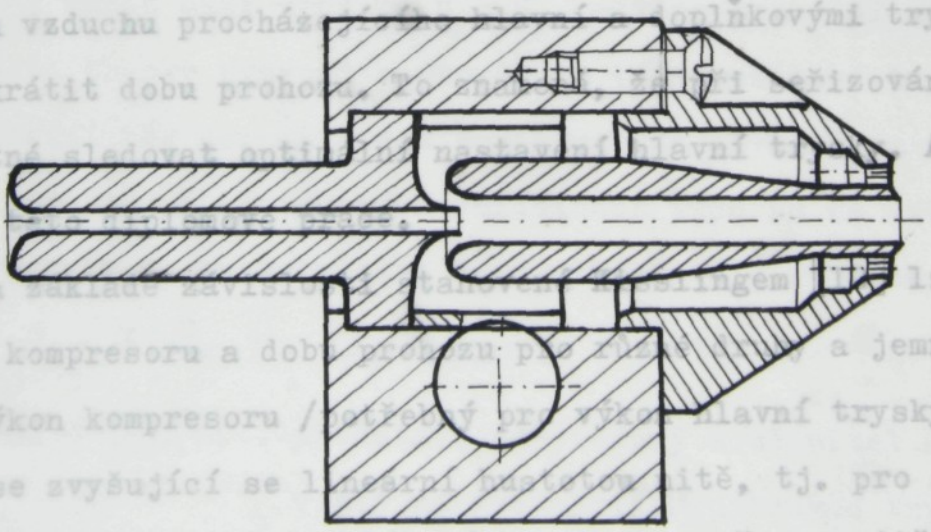
Odstředivé zrychlení při rotaci totiž musí vést ke zvětšení šířky proudu a tím ke zvětšenému dopadu okrajových částí proudu na lamely konfuzoru. Lze také očekávat, že rotace vede ke zhoršení pokud jde o dosah proudu a rychlost na ose, kde by měl být unášený útek.

Potlačení mělo být dosaženo zmenšením radiální vzdálenosti, překonávané proudícím vzduchem v primárním ústí. Nejslibnější možnost /již vyzkoušená/ však je v umístění směrovacích radiálních lopatek do primárního ústí. Uspořádání vycházející z těchto hledisek bylo zpracováno jako tryska TTT 85.

Síla je zde v axiálním směru přenášena přímo lopatkami.



Obr. 1 Schéma uspořádání dosavadních prohozních trysek



Obr. 5 Prohozní tryska TTT 84

2.3. ANALÝZA PROCESU PROHOZU ÚTKU

2.3.1. ENERGETICKÁ NÁROČNOST PROHOZU

Spotřeba vzduchu je hlavním parametrem, kterým se hodnotí proces prohozu. Je závislá na době provozu trysky a tlaku vzduchu, ale též na šířce prohozu. Změnou tlaku vzduchu v tryskách byla zjištěna závislost křivky doba letu nitě - - spotřeba vzduchu. Toto měření probíhalo na stavech s monotryskou i na stavech s doplňkovými štafetovými tryskami [8]. Při zvýšení tlaku vzduchu v monotrysce se zvyšovala rychlost vzduchu v konfuzoru a tím i rychlost nitě, čímž se snižovala doba prohozu. Analýza výpočtu průměrné doby prohozu útku v závislosti na spotřebě vzduchu provedená na základě výsledků měření v lo bodech v průběhu více než 50 prohozů ukazuje, že doba prohozu se zkracuje úměrně se zvětšením spotřeby vzduchu, který umožňuje zvýšit rychlost prohozu [9] Rovněž při změně objemu vzduchu procházejícího hlavní a doplňkovými tryskami lze zkrátit dobu prohozu. To znamená, že při seřizování stavu je nutné sledovat optimální nastavení hlavní trysky. A to je i cíl této diplomové práce.

Na základě závislosti stanovené Kisslingem [10] lze určit výkon kompresoru a dobu prohozu pro různé druhy a jemnosti nití. Výkon kompresoru /potřebný pro výkon hlavní trysky/ se zvyšuje se zvyšující se lineární hustotou nitě, tj. pro silnější nit je nutné dodat dvakrát více vzduchu než pro nitě dvakrát slabší při stejné době prohozu. Např. pro nitě lineární hustoty 40 tex snížení doby prohozu ze 120 na 100 ms je potřebný

doplňující výkon 0,1 kW a ze 100 na 80 ms výkon 0,3 kW.

Za srovnávací parametr ekonomické náročnosti použijeme kompresní příkon ke stlačení potřebného hmotnostního toku na tlak před tryskou při izotermické kompresi :

$$P_K = \dot{m} \cdot r \cdot T_1 \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right) \quad [W] \qquad (1)$$

kde $\dot{m}[kg.s^{-1}]$... hmotnostní tok tryskou

$r = 287[J.kg^{-1}.K^{-1}]$... plynová konstanta vzduchu

$T_1[K]$... teplota před tryskou

$p_1, p_2[Pa]$... tlak před tryskou a za tryskou .

Hmotnostní tok tryskou je závislý na stavu plynu před tryskou. Průtočný kanál trysky lze rozdělit na dvě základní části. Na vstupní část, která dle obr. 6 odpovídá části mezi průřezy 1 a K, mezi vstupním S_1 a nejužším /kritickým/ průřezem trysky S_K a na výstupní část mezi průřezy K a 2, mezi nejužším a výstupním průřezem trysky S_2.

Na základě skutečnosti, že v konstrukci trysek platí zásadní vztah mezi průřezy $S_2 > S_K$, můžeme proudění ve vstupní části trysky srovnat s prouděním v nerozšířené trysce. Hmotnostní tok nerozšířenou tryskou bude závislý na velikosti průřezu S_K, stavových veličinách vzduchu na vstupu do trysky a na geometrickém tvaru trysky dle rovnice :

$$\dot{m} = \alpha \cdot S_K \cdot c_K \cdot \rho_K \quad [kg.s^{-1}] \qquad (2)$$

kde $\alpha = \varphi \cdot \mu[1]$... představuje výtokový součinitel závislý na geometrii konstrukce trysky

$\varphi[1]$ ... rychlostní součinitel

$\mu[1]$ ... součinitel kontrakce
$S_k[m^2]$ ... nejmenší /kritický/ průřez
$c_k[m.s^{-1}]$ ... rychlost v nejmenším průřezu
$\rho_k\ [kg.m^{-3}]$ ... hustota vzduchu v nejmenším průřezu

Po dosazení kritického expanzního poměru, tj.

$$\beta = \frac{p_2}{p_1} \geq \frac{p_k}{p_1} = \left(\frac{2}{\varkappa+1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}} = 0{,}528\ [1] \qquad (3),$$

kde $\varkappa = \frac{c_p}{c_v} = 1{,}4$ ... Poissonova konstanta vzduchu,

rychlost v kritickém průřezu zůstává konstantní a lze ji vyjádřit rovnicí :

$$c_k = \varphi\sqrt{\frac{2\varkappa}{\varkappa+1}\cdot r\cdot T_1}\ \ [m.s^{-1}] \qquad (4).$$

Hmotnostní tok tryskou stanovíme následovně :

$$\dot{m} = \alpha\cdot S_k\cdot\psi\,\frac{p_1}{r\cdot T_1}\ [kg.s^{-1}] \qquad (5),$$

kde $\psi = \sqrt{2\,\frac{\varkappa}{\varkappa-1}\left(\beta^{\frac{2}{\varkappa}} - \beta^{\frac{\varkappa+1}{\varkappa}}\right)}\ [1]$ ... proudová funkce.

Pro atmosférický vzduch použitý v tryskách bude platit :

$$\psi = 0{,}685.$$

Porovnávací kompresní příkon můžeme potom stanovit z rovnice (5) a (1) :

$$P_k = \alpha\cdot S_k\cdot\psi\cdot p_1\sqrt{r\cdot T_1}\cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right)\ [W] \qquad (6).$$

Vypočtenou hodnotu porovnávacího kompresního příkonu použijeme pouze při hodnocení provedených měření. Hodnota odpovídá ustálenému stavu proudění ideální izotermické komprese - nerespektuje ztráty spojené s dopravou stlačeného vzduchu na místě spotřeby ani ztráty vznikající při regulaci tlaku vzduchu v přívodním a rozváděcím potrubí. Skutečná energetická náročnost v provozu bude tedy podstatně větší.

2.3.2. SPOLEHLIVOST PROHOZU TRYSKOU

Zvyšování rychlosti a délky prohozu tryskovými stavy vede ke zvyšování velikosti aerodynamické síly na nit. Aerodynamická síla F působí v daném čase na nit celkové aktivní délky l dle obr. 6 . Podle Newtonova kritéria proudění v automodelní oblasti ji určíme ze vztahu uvedeného v [10] :

$$F = O_h \cdot c_x \int_{x=0}^{x=l} \rho \cdot w^2 \cdot dx \quad [N] \qquad (7),$$

kde $O_h [m]$ ... hydraulický obvod obrysové kružnice nitě

$\rho \; [kg.m^{-3}]$ ... hustota vzduchu

$c_x [1]$ ... součinitel tření nitě o vzduch

$w = c - v [m.s^{-1}]$ ... relativní rychlost

$c [m.s^{-1}]$ ... absolutní rychlost vzduchu

$v [m.s^{-1}]$ ... unášivá rychlost nitě.

Skutečná délka obvodu kružnice nitě O_h je díl obvodu nitě, který je skutečně omýván proudem vzduchu. Hedvábí s vysokým zákrutem mají podstatně nižší hodnotu tohoto parametru než nitě s nižším zákrutem nebo nitě objemové. Délka obvodu kružnice nitě se určuje z průměru nitě.

Napětí se zvětšuje se zvýšením pracovního tlaku, zvětšením délky a průměru trysky. Avšak vliv délky trysky není všude stejný a u některých nití není vůbec, jestliže délka je přibližně dvacetinásobek průměru nitě. Při délce trysky větší než 100 mm /průměru 3,2 mm/ je naměřené napětí menší než vypočtené a to v důsledku předpokládaného poklesu napětí vlivem kmitání nitě v dlouhých tryskách.

Autor práce [11] doporučuje dle svých experimentálních zkušeností pro výpočet součinitele tření vztah :

$$c_x = 0{,}02 + \frac{1}{w+2} \; [1] \qquad (8),$$

kde $w\,[m.s^{-1}]$ ... relativní rychlost.

Absolutní rychlost proudícího vzduchu klesá v závislosti na vzdálenosti od ústí trysky dle rovnice :

$$c = \frac{13\,c_2}{300\,(x-l_0)+1} \; [ms^{-1}] \qquad (9),$$

kde $c_2\,[m.s^{-1}]$ ... rychlost vzduchu bezprostředně za ústím trysky

$x\,[m]$ ... vzdálenost

$l_0\,[m]$ ... délka směšovací trubice trysky

$x-l_0\,[m]$ ... délka nitě za tryskou.

Dle starší práce Duxburyho z roku 1959 lze změnu absolutní rychlosti popsat rovnicí :

$$c = c_2 \cdot e^{\frac{-(x-l_0)\cdot 100}{30}} \; [ms^{-1}] \qquad (10).$$

Tohoto vztahu bylo použito v experimentální části diplomové práce (viz. kapitola 3.3.4.) při výpočtu součinitele tření nitě o vzduch s využitím rovnice (12) .

Celková aerodynamická síla F působící na nit daná rovnicí (7) snížena o setrvačné síly S úměrné časové změně hybnosti aktivní části nitě za kritickým průřezem S_k působící jako tahová síla (F-S) na nit v místě odpovídající průřezu K. Tato síla způsobuje změnu hybnosti další části nitě připravené k prohozu a překonává odpovídající třecí síly F_z při pohybu nitě. Za těchto předpokladů platí pohybová rovnice :

$$F_z + m\frac{dv}{d\tau} = F - S \; [N] \qquad (11),$$

kde význam jednotlivých členů je :

$m \cdot \frac{dv}{d\tau}$ ... setrvačná síla nitě před vstupem do trysky

F_z ... třecí síla spojená s pohybem nitě

F ... aerodynamická síla dle rovnice (7)

$S = \int_{x=0}^{x=l} \frac{d(m_a \cdot v)}{d\tau}$ ... setrvačná síla aktivní části dopravované nitě.

Všechny síly jsou vyjádřeny v [N] .

Z rozboru dynamiky procesu prohozu nitě tryskou vyplývá, že maximální tahová síla (F-R) bude na počátku časového intervalu prohozu. V tomto okamžiku je rychlost nitě malá, relativní rychlost velká, aerodynamická síla se zvyšuje s rostoucí délkou a setrvačná síla aktivní části nitě je velmi malá vzhledem k malé hmotnosti. Velká tahová síla (F-S) na počátku prohozu může způsobit přetrh nitě. Nebezpečí přetrhu se zvyšuje zejména tehdy, kdy vlivem agresivity cirkulační složky rychlosti vzduchu dochází při předcházejícím prohozu ke ztrátě zákrutů nitě a snížení její pevnosti.

2.3.3. RYCHLOST PROUDU VZDUCHU A VYHODNOCENÍ TAHOVÉ SÍLY NITĚ

U pneumatických stavů je zrychlení udělované prohazované útkové niti funkcí součtu všech sil působících na ni mezi zásobníkem a přijímací stranou [9] . Tyto síly

jsou závislé jednak na struktuře povrchu nitě, která má kromě toho vliv také na síly působící v opačném směru než je pohyb nitě, jednak na rychlosti proudu vzduchu. Při sledování rychlosti proudu vzduchu v příčném řezu konfuzoru byla zaznamenána změna rychlosti , kdy uprostřed konfuzoru byla maximální.

Rychlost proudu vzduchu při prohozu je v úzkých mezích podmíněna konstrukcí trysky a konfuzoru, ale také tlakem v trysce. Tím se vysvětluje, že oblast použití pneumatických stavů s monotryskou se omezuje na zpracování lehké " kypré " nitě, jejíž křivka závislosti dráhy na čase letu nitě se nejvíce blíží počátečnímu úseku proudu vzduchu [9] .

Použití konfuzorů, případně přídavných trysek, umožňuje při stejné délce prohozu pracovat s relativně nižší počáteční výtokovou rychlostí vzduchu a menší aerodynamickou silou. Toto konstrukční řešení tedy snižuje také nebezpečí přetrhu útku. Srovnání průběhu absolutní rychlosti vzduchu v daných případech je uvedeno na obr. 7 dle práce [11] .

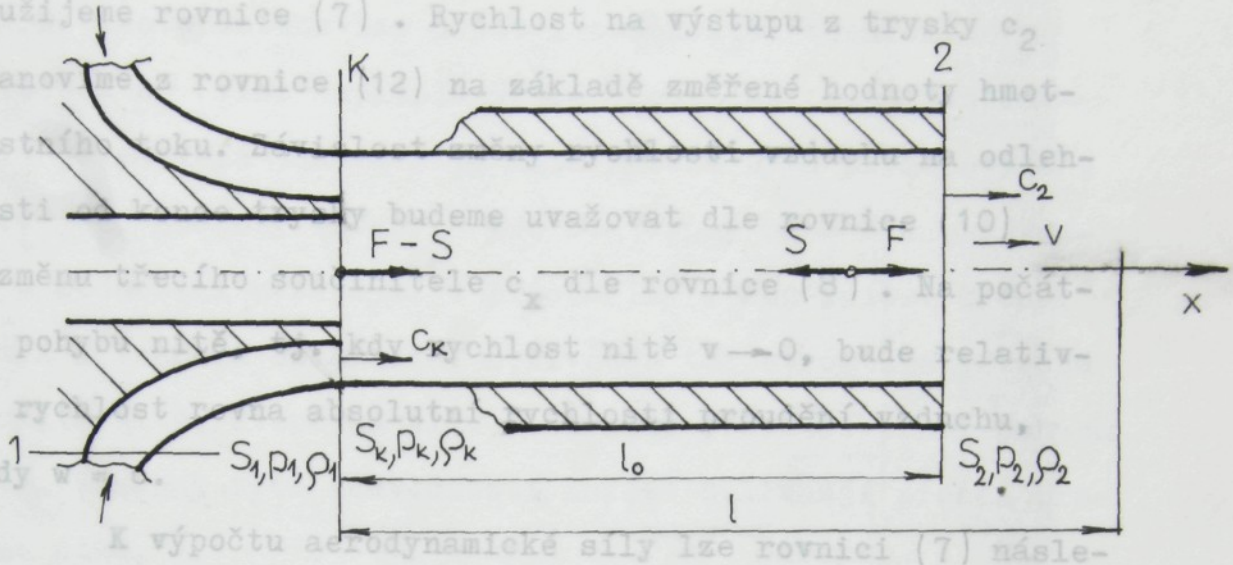
Při výpočtu rychlosti vzduchu na výstupu z trysky budeme vycházet ze změřených hodnot průtočného hmotnostního množství vzduchu $\dot{m}\,[kg.s^{-1}]$:

$$c_2 = \varphi \frac{\dot{m} \cdot v_{k_{ad}}}{S_2} \; [m s^{-1}] \qquad (12),$$

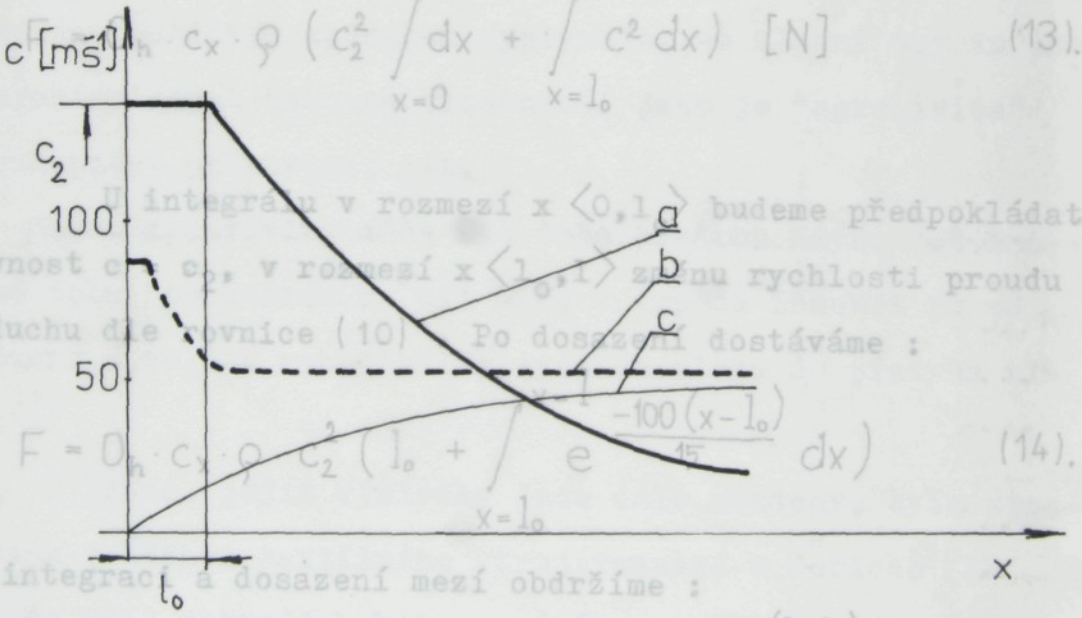
kde $v_{k_{ad}} = v_1 \left(\frac{p_1}{p_k}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} \; [m^3 . kg^{-1}]$ ... měrný objem vzduchu po adiabatické expanzi v nejužším průřezu

$S_2 [m^2]$ ... výstupní průřez trysky

φ (=0,94) [1] ... rychlostní součinitel respektující ztráty při proudění



Obr. 6 Vstupní a výstupní část prohozní trysky



Obr. 7 Závislost mezi rychlostí vzduchu a rychlostí příze :

a - rychlost vzduchu bez přídavných trysek

b - rychlost vzduchu s přídavnými tryskami

c - rychlost příze

K vyhodnocení aerodynamické síly působící na nit použijeme rovnice (7) . Rychlost na výstupu z trysky c_2 stanovíme z rovnice (12) na základě změřené hodnoty hmotnostního toku. Závislost změny rychlosti vzduchu na odlehlosti od konce trysky budeme uvažovat dle rovnice (10) a změnu třecího součinitele c_x dle rovnice (8) . Na počátku pohybu nitě, tj. kdy rychlost nitě $v \rightarrow 0$, bude relativní rychlost rovna absolutní rychlosti proudění vzduchu, tedy $w = c$.

K výpočtu aerodynamické síly lze rovnici (7) následujícím způsobem zjednodušit :

$$F = O_h \cdot c_x \cdot \rho \int_{x=0}^{x=l} c^2 dx$$

$$F = O_h \cdot c_x \cdot \rho \left(c_2^2 \int_{x=0}^{x=l_o} dx + \int_{x=l_o}^{x=l} c^2 dx \right) \quad [N] \qquad (13).$$

U integrálu v rozmezí $x \langle 0, l_o \rangle$ budeme předpokládat rovnost $c = c_2$, v rozmezí $x \langle l_o, l \rangle$ změnu rychlosti proudu vzduchu dle rovnice (10) . Po dosazení dostáváme :

$$F = O_h \cdot c_x \cdot \rho \cdot c_2^2 \left(l_o + \int_{x=l_o}^{x=l} e^{\frac{-100(x-l_o)}{15}} dx \right) \qquad (14).$$

Po integraci a dosazení mezí obdržíme :

$$F = O_h \cdot c_x \cdot \rho \cdot c_2^2 \left[l_o + \frac{15}{100} \left(1 - e^{\frac{-100(l-l_o)}{15}} \right) \right] \qquad (15),$$

kde zlomek v závorce pro délku volného konce nitě za tryskou $l - l_o = 0{,}1 [m]$, což platí pro měření v experimentální části

nabývá hodnoty $7,299.10^{-2}$.

Z tohoto vztahu lze určit i součinitel tření nitě o vzduch c_x (viz. kapitola 3.3.4.). Neboť na tomto součiniteli je závislá tahová síla nitě /která byla proměřována/, byly jeho hodnoty určeny - pro dva druhy nitě - a porovnány s hodnotami uvedenými v práci [11] . Součinitel tření, a tím i tahovou sílu nitě, ovlivňuje též struktura povrchu použité nitě, která má vliv i na síly působící proti pohybu nitě. Všechny tyto skutečnosti značně ovlivňují proces prohozu útku.

2.3.4. AGRESIVITA JAKO CHARAKTERISTIKA TRYSKY

Při zkoumání vlivu základních parametrů na prohoz útku pneumatickým způsobem vyplynulo, že hlavní trysku lze charakterizovat takovou vlastností jako je "agresivita" - schopnost poškozovat nit.

Mírou agresivity může být doba přetrhu nitě, což znamená dobu, po kterou na nit může v trysce působit proud vzduchu o veliké rychlosti a vysokém tlaku do přetrhu nitě.

Práce, jejíž výsledky jsou dále uvedeny, byla zpracována v Ústavu textilního strojírenství v Zürichu [10].

Po 0,12 sekundách byl otevírán ventil vysokého tlaku a tím se zvětšovalo napětí nitě. Za 0,19 sekund od počátku pokusu se nit trhala a hodnota napětí se skokem snížila až na minimální hodnotu. Rozdíl 0,07 sekund je dobou trvání přetrhu nitě charakterizující testovanou hodnotu

- agresivitu - trysky.

Pro potvrzení hypotézy byly provedeny pokusy na pneumatickém tkalcovském stavu L 5000 firmy SULZER - RÜTTI. Přitom byl zaznamenán počet přetrhů za chybný prohoz /nedostatečně dlouhý dolet/ a kvalita tkaniny /nestejnoměrná ztráta zákrutu u útkové příze/. Analýza skutečného množství přetrhů nití ukázala, že získané hodnoty korespondují s dobou trvání přetrhu dle testu agresivity. Bylo zjištěno, že všechny přetrhy probíhají na stejném místě a to ve vzdálenosti 250 mm od konce nitě.

Porovnání vypočítaného a skutečného počtu přetrhů útku na stavu modelu L 5000 při různém tlaku je uvedeno v tab. 1.

Tabulka 1 Přetrhy útku

Tlak [10^5Pa]	Počet prohozených nití	Počet přetrhů vypočítaný	skutečný
3,54	8610	0,9	0
4,46	7395	7,7	0
5,35	4395	18,2	14

Porovnání skutečného a vypočítaného počtu přetrhů ukázalo, že mezi sebou korespondují, přičemž skutečný počet přetrhů byl vždy menší než vypočítaný. Ukázalo se, že na charakter proudu vzduchu v hlavní trysce má vliv i tvar trysky. Při větším průměru trysky byla doba přetrhu větší. Proto je nutné se vyvarovat vysokých hodnot tlaku přivá-

děného vzduchu a udržet tlak na optimální úrovni.

2.3.5. ZTRÁTY ZÁKRUTU ÚTKU BĚHEM TKANÍ NA TRYSKOVÉM STAVU

V posledních letech - zvláště od výstavy ITMA 83 - - vzrostla v porovnání se všemi ostatními formami, důležitost tryskového tkaní. Zvláštností je možnost rozkroucení útku při prohozu. Nová technika měření velikosti a povahy zákrutových ztrát po šířce tkaniny byla užita u třech odlišných typů tryskových stavů. Níže uvedená stať popisuje tuto techniku a jsou zde uvedeny i experimentální výsledky.

Klasická metoda má tyto nevýhody:

a/ měření průměrné hodnoty zákrutu na poměrně velké délce příze nemůže poskytnout informace o lokálních zákrutových ztrátách

b/ každá metoda spoléhající se na rozdíl hustoty zákrutu před a po prohozu útku je nevhodná, neboť zákrut před prohozem podléhá náhodnému rozložení okolo průměrné hodnoty /především Gaussovo rozdělení/, potom při porovnání hodnot zákrutové ztráty u malých úseků příze není možno určit, zda zákrutový úbytek je způsoben rozkroucením během prohozu nebo vlastní nestejnoměrností příze.

Hlavními prvky nové metody jsou, že umožňuje měření zákrutové ztráty na krátkém úseku příze a že zákrutová ztráta ~~ne~~může být určena bez znalostí o původní zákrutové hustotě.

Základní princip metody je velmi jednoduchý [12] Před tkaním je příze obarvena pouze na jedné straně - barva tvoří paralelní linie k ose příze. Jestliže dojde k rozkroucení v některé části příze, barevné linie se začnou překrucovat do spirály, jejíž stočení v každé části příze je totožné se zákrutovou ztrátou. Jednostranné zbarvení příze je dosaženo převíjením příze z jedné civky na druhou přes plstěnou tužku. Inkoust v tužce musí mít dobrou afinitu k přízi a určitý stupeň prchavosti. Tato metoda měření zákrutové ztráty je zvlášť vhodná pro bezvřetenově dopřádané příze, pro něž neexistuje jiná uspokojivá metoda.

Při tkaní obarvené příze se získá bezprostředně kvalitativní obrázek rozložení zákrutových ztrát po šíři tkaniny. Je-li zákrutová ztráta malá, je frekvence barevných změn útkové příze nízká. Při vizuálním vyhodnocování je nutno brát ohled na to, že za určitých podmínek může útek získat zákrut tkaním a konečný vzhled tkaniny je podobný pro zákrutové zisky a ztráty stejné hodnoty.

Kvalitativní analýza byla provedena na zkušebním vzorku délky 100 mm určením barevných linií v této délce. Vzorky byly odebírány speciálním upínacím zařízením rovnoměrně po šířce tkaniny - první vzorek ve vzdálenosti 10 mm od okraje u vzduchové prohozní trysky a poslední končil 10 mm od protějšího okraje.

Měření byla provedena na třech různých typech pneumatických tryskových stavů - MAXBO /Švédsko/, ELITEX P 125 /ČSSR/ a japonském stavu [12].

U všech byl útek vkládán z levé strany. Důležitými charakteristikami stavů je šířka tkaniny /zde režná po vyjmutí ze stavu/ a rychlost prohozů. U stavu ELITEX je šířka 114 cm a rychlost 330 prohozů útku za minutu / s použitím konfuzoru/ u stavu MAXBO je šířka tkaniny 86 cm a rychlost 330 prohozů za minutu a japonský stav /nový model/ má šíři tkaniny 170 cm s rychlostí prohozů 480 útků za minutu /s použitím konfuzoru/.

Každé měření bylo 20-krát opakováno s odchylkou zhruba 6 %. Průměrný zákrut na prstencově dopřádané přízi byl určen obvyklou přímou metodou na nulový zákrut. Zákrut na bezvřetenové přízi byl stanoven přímou a nepřímou metodou. Tato metoda pro bezvřetenové příze je velmi nespolehlivá, ale pro současné účely postačující.

Na stavu je velmi obtížné provádět větší změny tlaku vzduchu nebo změny v délce časového působení na přízi bez narušení normálního chodu stavu. Proto tyto dva parametry byly prozkoumány na separátním zařízení - vzduchový kompresor, tryska a soustava konfuzorů ze stavu ELITEX. Příze byla obarvena již dříve popsanou metodou a zákrutová hustota /ztráta/ byla měřena v úvodní a konečné části příze. Výsledky lze porovnat dle tabulky 2.

Tabulka 2 Vliv tlaku vzduchu na zákrutovou ztrátu

Tlak vzduchu [kPa]	Zákrutová ztráta			
	zadní konec		přední konec	
	[z/m]	[%]	[z/m]	[%]
235	35	5,7	59	9,7
78	32	5,2	40	6,5

Z další tabulky je patrné, že v prvním případě se začátek proudění vzduchu shodoval s uvolněním útku a ve druhém případě proudění začalo o chvilku dříve /před uvolněním útku/.

Tabulka 3 Vliv rychlosti proudění vzduchu na zákrutovou ztrátu

časové proudění	zákrutová ztráta			
	zadní konec		přední konec	
	[z/m]	[%]	[z/m]	[%]
současně s útkem	32	5,0	43	7,0
dříve než útek	30	4,9	67	11,0

Grafické závislosti (obr. 8) zákrutové ztráty na šířce tkaniny ukazují, že ztráty či zisky zákrutů se koncentrují poblíž okrajů. Ve všech případech zákrutové ztráty vedly

k redukci tržné únosnosti a ke zvýšení trhavosti. Zaznamenané změny v tažných vlastnostech nejsou prakticky důležité. Strukturální změny však mohou vést ke vzniku změn v barvení a to je důležité u velké většiny tkanin. Autor práce [12] měl přístup ke zprávám z přádelen, kde problém barvení skutečně existuje.

Zjevné rozkrucování příze se projevuje velmi pomalu a pokud vsazení útku je uskutečněno ve zlomku sekundy na moderním tryskovém stavu, pak rozkrut příze následkem jejího vnitřního pnutí bude zanedbatelný a pravděpodobně nezměřitelný. Je proto jasné, že k zákrutovým ztrátám a ziskům musí přispívat i další faktory. Nejdůležitější z nich je nepochybně tryska sama. Další faktory působící na zákrutové ztráty zahrnují tření mezi útkem a různými částmi stavu /ovšem vliv tření mezi osnovou a útkem během přírazu byl shledán zanedbatelným/.

V experimentální části této diplomové práce jsem se snažila postihnout závislost optimálního seřízení prohozní trysky vzhledem ke kvalitě setkávaného útku.

U stavů MAXBO (obr. 8) zákrutová ztráta nastává na pravé straně, zatímco na levé straně útek nevykazuje žádnou změnu nebo dokonce malý zisk v zákrutu. Vysoká zákrutová ztráta na pravé straně /vedoucí konec útku, tj. konec tkaný do pravé strany tkaniny/ je asi způsobena dodatečným rozkrutem, neboť vedoucí konec útku podléhá maximálnímu vlivu agresivity trysky.

Nestejnoměrnosti jsou pravděpodobně způsobeny třením mezi útkem a paprskem a použitím sacího zařízení na pravé straně stavu.

Na stavu ELITEX (obr. 8) je vytahování útku velmi malé a zákrutová ztráta na zadním konci útku /levá strana tkaniny/ jím protonení nápadně ovlivněna.

Při srovnání stavů by však tření mezi útkem a konfuzorem na japonském stavu (obr. 8) nabývalo maximální hodnoty. Ztráty zákrutu jsou koncentrovány ve vedoucí části útku, což je obdobné chování jako u stavu MAXBO.

Vzhledem k aktuální a zásadní důležitosti velikosti a rozmístění zákrutových ztrát, které se vyskytují u útkové příze při tryskovém tkaní, je potřebné studovat pečlivě každou změnu v konstrukci stavu /při svých experimentech jsem použila prohozní trysku s nastavitelnými periferními tryskami/ a její vliv na hustotu zákrutu a stejnoměrnost při procesu tvorby tkaniny.

3. E X P E R I M E N T Á L N Í Č Á S T

3.1. MODELOVÉ ZAŘÍZENÍ

Specifickým rysem tryskového tkaní je rozkroucení útku během tkaní. Změny zákrutové hustoty útkové příze vedou potom k významným změnám ve vlastnostech příze a tím i ve vlastnostech tkaniny. Zákrutové hustotě příze odpovídá především pevnost a tažnost příze. Strukturální změny mohou vést i ke vzniku změn v barvení, což je dosti závažný problém.

Z těchto hledisek bylo přistoupeno k zadání této diplomové práce. V laboratořích KEZ bylo sestrojeno modelové zařízení, které představovalo část pneumatického tryskového stavu. Byly sledovány vlivy změn podmínek v prohozní trysce /natočení periferních trysek, množství vzduchu v závislosti na tlaku přiváděného vzduchu/na změnu vlastností setkávaného útku při použití různých druhů příze /různé složení, způsob dopřádání, jemnost a zákrutová hustota/.

Požadavkem bylo určit optimální seřízení prohozní trysky vzhledem ke kvalitě setkávané příze a ekonomické efektivnosti prohozu.

3.1.1. POPIS A SCHEMA MODELOVÉHO ZAŘÍZENÍ

Při vyhodnocování vlivu prohozní trysky na setkávaný útek bylo použito zařízení, které se skládalo z násle-

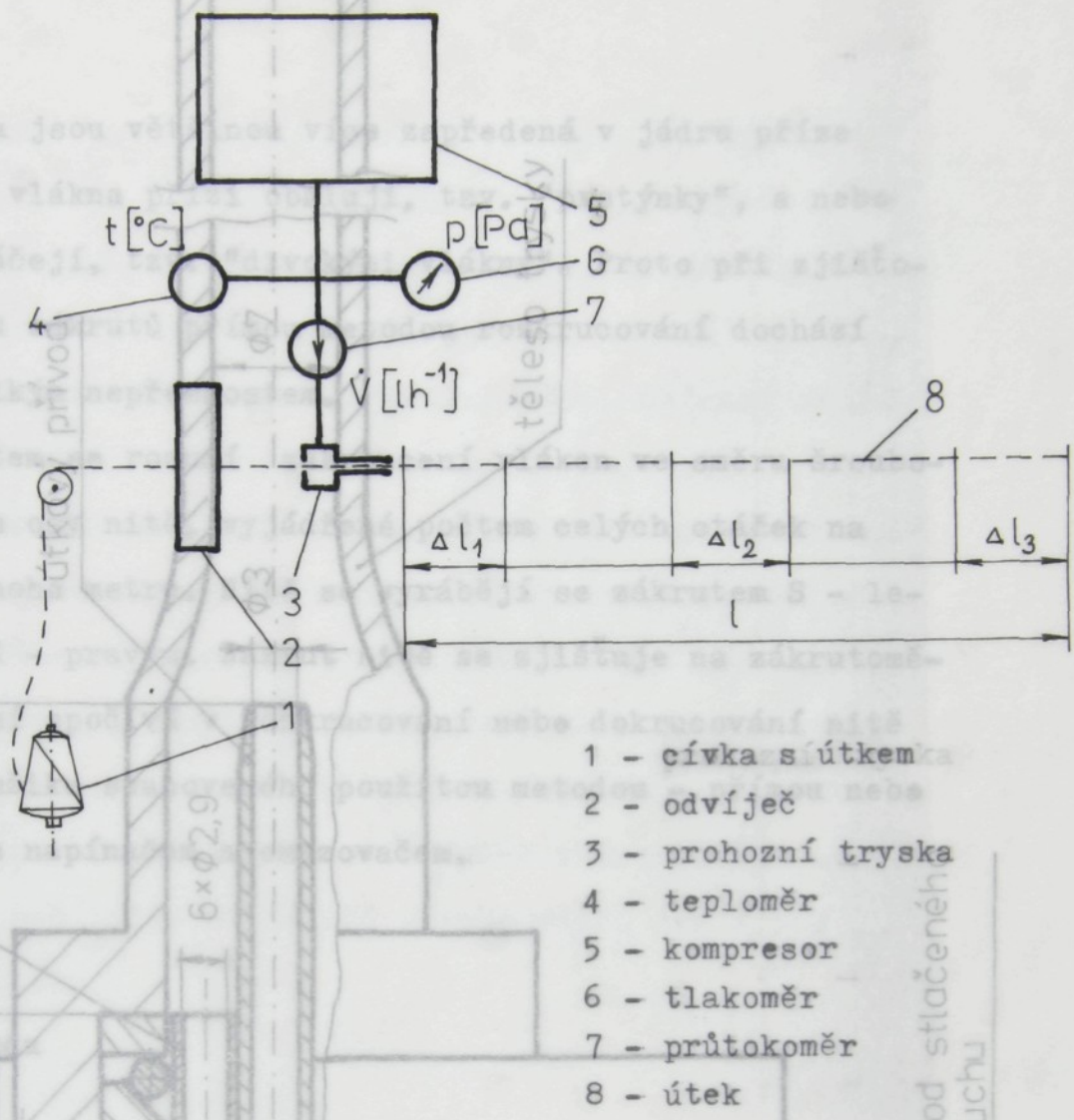
dujících částí:

- odvíječ příze
- prohozní tryska s šesti periferními tryskami
- kompresor jako zdroj stlačeného vzduchu
- konfuzor /délky 1,3 m o průměru 16 mm/
- laboratorní průtokoměr
- teploměr
- tlakoměr

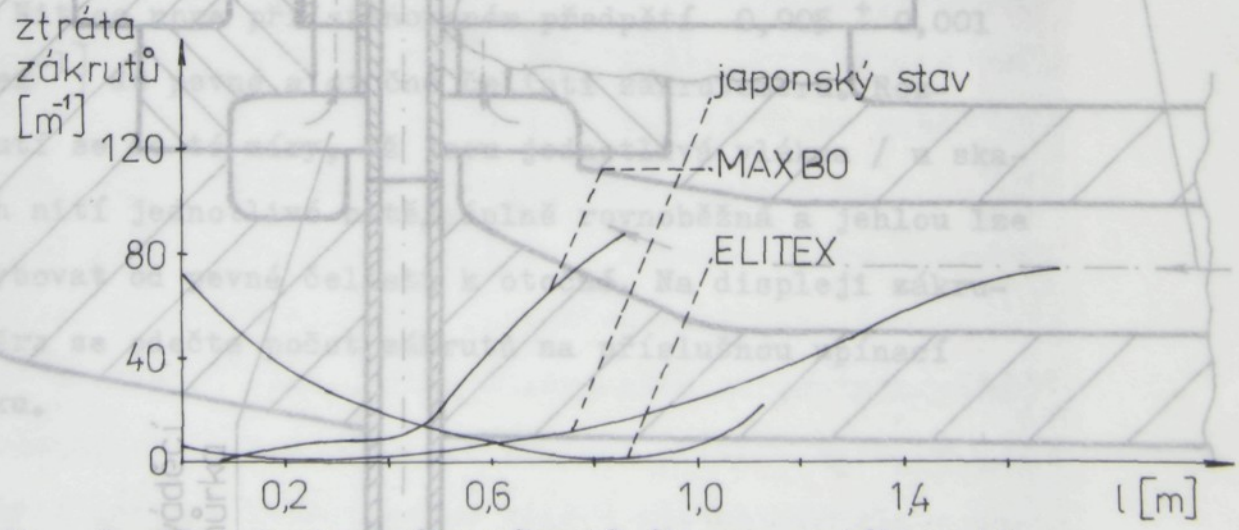
Modelové zařízení, které je znázorněno na obr. 9, bylo založeno na následujícím principu. Útek se odvíjel z křížem soukané cívky 1 přes keramické očko do odvíječe 2, který sloužil jako zásobník přiváděné nitě. Útek byl dále naveden do prohozní trysky 3. Přívod stlačeného vzduchu do trysky byl zajištěn z kompresoru 7. Z kompresoru se stlačený vzduch vedl do vzdušníku, odtud hadicí přes redukční ventil a průtokoměr 6 k prohozní trysce. Redukčním ventilem se na tlakoměru 4 nastavila požadovaná hodnota tlaku vzduchu. Přívod vzduchu do trysky byl regulován ovládacím tlačítkem, které bylo umístěno mezi tlakoměrem a průtokoměrem.

Konfuzor byl uchycen na pracovním stole v ose trysky ve vzdálenosti asi 20 mm od ústí trysky.

Pro vyhodnocení vlivu prohozní trysky na útek byla tryska z k.p. ELITEX. Geometrie útkového přívodu zůstává ve srovnání s dosavadními tryskami shodná. Přiváděný vzduch však je veden do rozváděcí komůrky. Hlavní novinkou jsou natočitelné periferní trysky Ø 2,9 mm, napájené přímo z rozváděcí komůrky.



Obr. 9 Schéma modelového zařízení



Obr. 8 Závislost ztráty zákrutů útku na vzdálenosti od ústí trysky pro přízi o jemnosti 42,2 tex

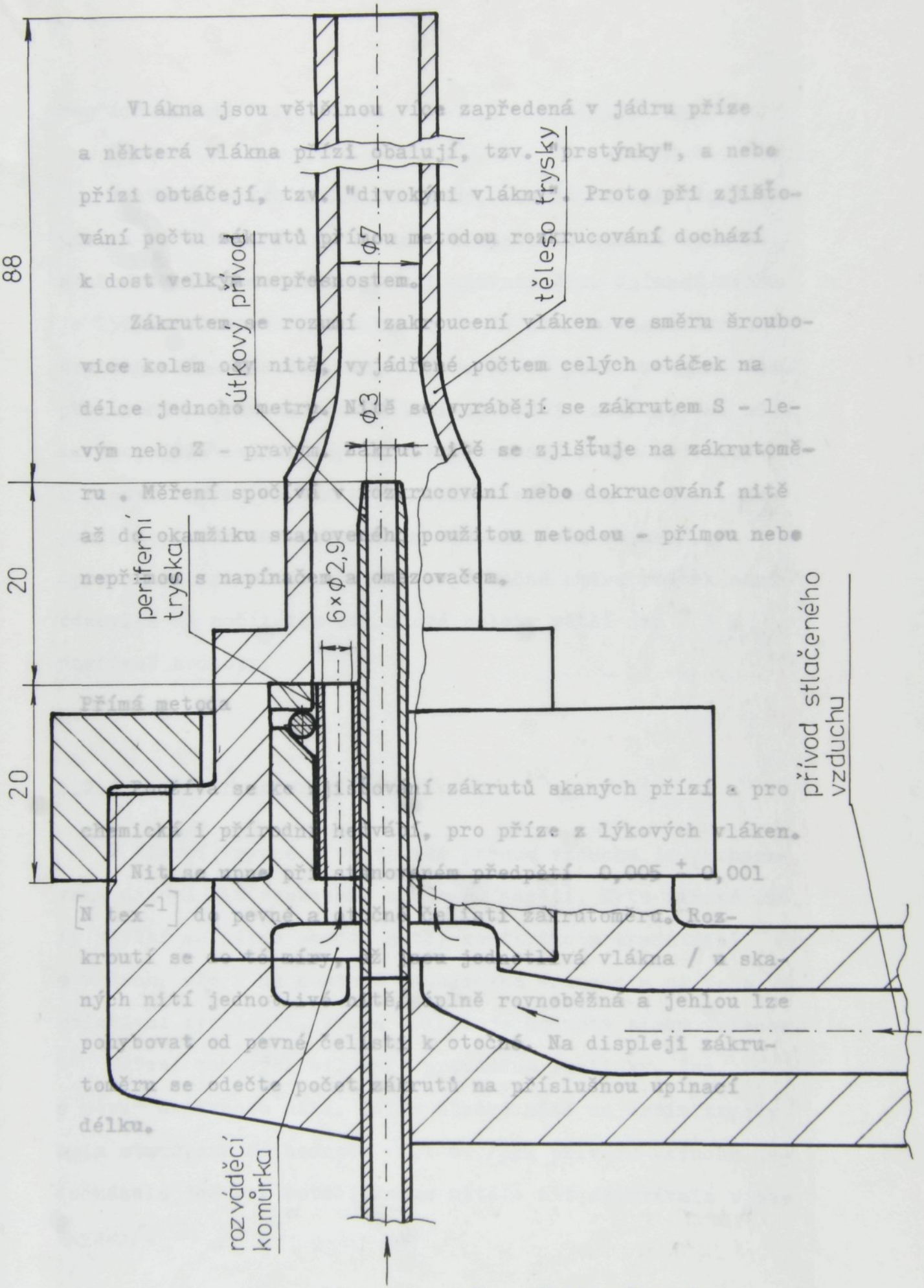
Důležitým ukazatelem je poměrná délka směšovací trubice. Ve směšovací trubici se dosahuje velmi účinné vyvození tahové síly na útek a je tedy žádoucí co možná největší délka. U použité prohozní trysky dosahuje poměrná délka L/D hodnoty 15,4. Konstrukce trysky je patrná z obr. 10. Natočení periferních trysek je znázorněno na obr. 11.

3.2. POPIS MĚŘICÍCH METOD

3.2.1. MĚŘENÍ ZÁKRUTOVÉ HUSTOTY PŘÍZE

Důležitým ukazatelem při posuzování vlastností příze jsou vlastnosti mechanické, neboť dle nich se hodnotí užitné vlastnosti. Při posuzování těchto vlastností by měly být klimatické podmínky konstantní, protože mohou mít podstatný vliv na změnu mechanických vlastností příze /pevnost, tažnost, průžnost, měkkost, plastičnost, ohebnost atd./.

Výslednou pevnost příze v podstatné míře ovlivňuje stupeň zakroucení příze neboli její zákrutová hustota. Při zjišťování zákrutů příze využíváme však opačného postupu než při jeho tvorbě - rozkrucování. Vlivem povrchových vláken, které mají jiný charakter, a hlavně jiný zákrut než vlákna v jádru příze, však proces rozkrucování praménku vláken nitě není vratný v plném slova smyslu. Téměř nikdy se nedosáhne paralelního uložení všech vláken.



Obr. 10 Prohozní tryska z K.p. Elitex Chrastava

Vlákna jsou většinou více zapředená v jádru příze a některá vlákna přízi obalují, tzv. "prstýnky", a nebo přízi obtáčejí, tzv. "divokými vlákny". Proto při zjišťování počtu zákrutů přímou metodou rozkrucování dochází k dost velkým nepřesnostem.

Zákrutem se rozumí zakroucení vláken ve směru šroubovice kolem osy nitě, vyjádřené počtem celých otáček na délce jednoho metru. Nitě se vyrábějí se zákrutem S - levým nebo Z - pravým. Zákrut nitě se zjišťuje na zákrutoměru . Měření spočívá v rozkrucování nebo dokrucování nitě až do okamžiku stanoveného použitou metodou - přímou nebo nepřímou s napínačem a omezovačem.

Přímá metoda

Používá se ke zjišťování zákrutů skaných přízí a pro chemická i přírodní hedvábí, pro příze z lýkových vláken.

Nit se upne při stanoveném předpětí 0,005 ± 0,001 $[N\ tex^{-1}]$ do pevné a otočné čelisti zákrutoměru. Rozkroutí se do té míry, až jsou jednotlivá vlákna / u skaných nití jednotlivé nitě/ úplně rovnoběžná a jehlou lze pohybovat od pevné čelisti k otočné. Na displeji zákrutoměru se odečte počet zákrutů na příslušnou upínací délku.

Nepřímá metoda

Používá se pro příze bavlněné, vlněné, střižové, šapové a buretové. Příze se za předepsaného napětí upne do otočné čelisti a pevné čelisti zákrutoměru. Upínací délka je 250 mm. Otočná čelist se uvede do pohybu elektromotorkem dle směru zákrutu tak, aby se příze rozkrucovala. Bez přerušení pohybu otočné čelisti následuje zakrucování příze v opačném směru. Aby při rozkrucování příze nedošlo k posunu vláken, a tím ke zkreslení výsledku zkoušky, je pohyb napínače omezen tzv. omezovačem /nárazníkem/. Správné nastavení je, jestliže po změně směru otáček není odchylka na počítadle od nulové polohy větší než ± 3 % naměřené hodnoty.

3.2.2. MĚŘENÍ TAHOVÝCH SIL

V hlavní trysce i ve volném proudu vzduchu je prohazovaná útková nit vystavena určitému napětí. Tyto tahové síly závisí na délce obvodu nitě, koeficientu třené nitě o vzduch, ale i na hustotě proudícího vzduchu a na jeho relativní rychlosti, které ovlivňuje hodnota tlaku vzduchu.

Měření tahových sil bylo prováděno staticky, tzn. s pevně ukotvenou nití. Délka útkové nitě za ústím trysky byla stanovena na hodnotu 0,1 m /při přívodu vzduchu nedocházelo ještě k rotaci konce nitě - nit setrvávala v ose trysky/.

Bylo použito tensiometrů firmy ROTSCHIELD /Zürich/ se snímači o rozsahu do 10 a 100 cN. Snímače jsou založeny na kapacitním principu. Tato elektronická zařízení mají přesnost ± 5 %.

Statické tahové síly F_T byly proměřovány na útkové přízi v místě mezi odvíječem a tryskou. Po zavedení příze mezi válcové kladičky snímače byl spuštěn přívod stlačeného vzduchu do trysky a odečtena hodnota F_T [cN] dle velikosti vychýlení horní kladičky (obr. 12).

3.2.3. MĚŘENÍ PRŮTOČNÉHO MNOŽSTVÍ VZDUCHU

U pneumatických stavů je zrychlení udělované prohazovanému útku funkcí součtu všech sil působících na něho mezi zásobníkem a přijímací stranou. Tyto síly jsou závislé i na rychlosti proudu vzduchu. Na regulaci rychlosti a šířce prohozu, ale také na době práce trysky a na tlaku vzduchu je závislá spotřeba vzduchu.

Byla pozorována závislost průtočného množství vzduchu na změně tlaku přiváděného vzduchu. Měření byla prováděna na průtokoměru typu LD /NDR/.

Ve svislé kuželovité trubici rozšiřující se směrem nahoru je volně pohyblivý plovák nadzvedán médiem /v našem případě vzduchem/ proudícím zdola směrem nahoru. Plovák laboratorního průtokoměru zaujme podle průtočného objemu určitou výškovou polohu, tzn. že síly působící na plováku vytvářejí rovnováhu.

Výšková poloha plováku je přitom mírou průtočného objemu vzduchu $\dot{V}$ [lh^{-1}].

K odečítání se používá horní hrany plováku a její poloha se porovnává se stupnicí na měřicí trubici.

3.2.4. ZVIDITELNĚNÍ PROUDU VZDUCHU

Funkce trysky je předurčena svým konstrukčním provedením. S rostoucím tlakem na vstupu se mění rychlostní pole vně i uvnitř trysky, což se projevuje změnou jejích vlastností provozně-technologických i hygienických. Proudové pole se projevuje jako pole rozruchových čar, jež vznikají na hranách trysky a kontrahovaného /usměrněného/ útkového proudu. K bližšímu poznání dějů, které probíhají ve složitém tvaru kanálků trysky i ve volném proudu za tryskou je třeba vhodným způsobem zviditelnit sledované proudění.

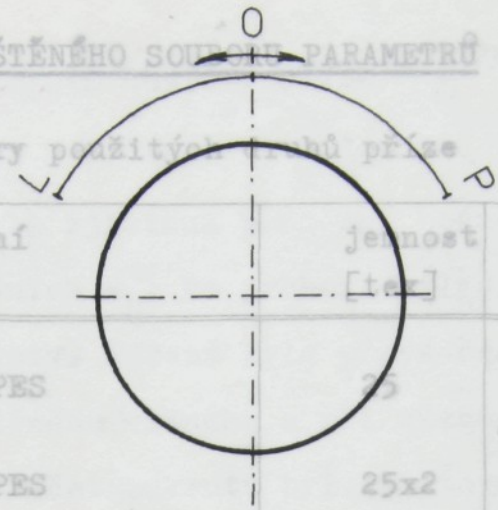
Byla použita metoda, při které se využívá změny indexu lomu světla v proudícím plynu způsobeném změnami jeho stavu. Tyto okem nepozorovatelné změny byly zviditelněny optickým zařízením ZEISS 80, které je k dispozici v laboratoři KEZ VŠST.

Při plošném proudění jsou v různých místech různé rychlosti a tlaky, tedy i různá hustota plynu. Přístroj ZEISS reaguje na změnu hustoty prostředí, tj. na hodnotu derivace hustoty, dle vzdálenosti a to ve směru kolmém na směr světelných paprsků (obr. 13).

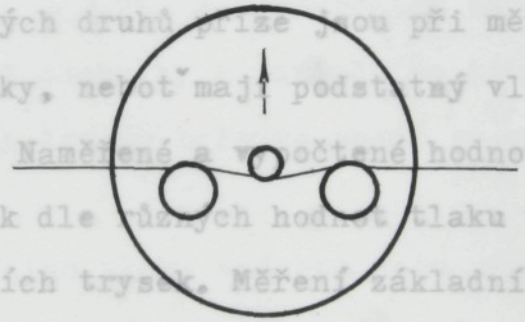
Paprsek, vycházející ze zdroje 1 se optickou soustavou 2 soustředí ve svazek rovnoběžných paprsků a ty procházejí kolmo zkoumanou oblastí proudění, která je oddělena průsvitnými stěnami mezi 3 a 4, které nelámou světlo. Paprsky světla se po průchodu soustředí další optickou soustavou 5 do její ohniskové roviny, kde je umístěna clona 6. Nakonec paprsky dopadají na stínítko nebo fotografický materiál 7.

Jestliže v prosvětlované oblasti proudění existuje pole tzv. optické nestejnorodosti, tj. derivace hustoty plynu dle vzdálenosti ve směru kolmém na paprsky světla, objeví se na tmavém stínítku světlá plocha, způsobená vyšší intenzitou světla odkloněného různým indexem lomu. Je-li v proudovém poli stálá rychlost nebo tlak, je osvětlení stínítka konstantní.

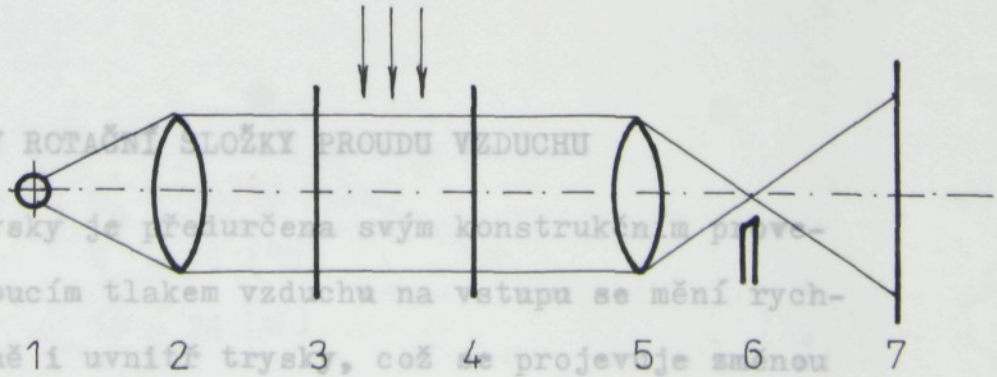
Této metody bylo využito při sledování rotační složky proudu vzduchu vycházejícího z prohozní trysky a ovlivňující pohyb útku během prohozu (viz kapitola 3.2.4.).



Obr. 11 Natočení periferních trysek - pohled ve směru osy prohozu



Obr. 12 Schéma vedení příze přes snímač tensiometru



Obr. 13 Principiální schéma optického zařízení ZEISS 80

3.3. ZPRACOVÁNÍ ZJIŠTĚNÉHO SOUBORU PARAMETRŮ

Tabulka 4 Parametry použitých druhů příze

označení	složení	jemnost [tex]	zákrut
č.1	35ba/65PES	25	přádní Z /pravý/
č.2	45vl/55PES	25x2	skací Z, přádní Z
č. 3	45vl/55PES	21x2	skací S /levý/, p.Z
č.4	ba / Afghanistán/ : BD příze	14,5	přádní Z

U jednotlivých druhů příze jsou při měření uváděny klimatické podmínky, neboť mají podstatný vliv na změnu vlastností příze. Naměřené a vypočtené hodnoty jsou uspořádány do tabulek dle různých hodnot tlaku vzduchu a nastavení periferních trysek. Měření základních vlastností útku probíhala před prohozem a po prohozu. Směrodatná odchylka je vypočtena dle vztahu $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{(i)} (x_i - \bar{x})^2}$ a hodnota variačního koeficientu $V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 10^2$.

3.3.1. VLIV ROTAČNÍ SLOŽKY PROUDU VZDUCHU

Funkce trysky je předurčena svým konstrukčním provedením. S rostoucím tlakem vzduchu na vstupu se mění rychlostní pole vně i uvnitř trysky, což se projevuje změnou jejích provozně-technologických vlastností. Proudové pole se u běžně používaných prohozních trysek projevuje jako

3.3.2. MĚŘENÍ ZÁKRUTOVÉ HUSTOTY PŘÍZE

Před prohozem byla zjištěna průměrná hodnota zákrutů skacích $\bar{z}_s$ nebo přádních $\bar{z}_p$. Po prohozu byly sledovány změny zákrutové hustoty. Měření byla prováděna pro tři hodnoty tlaku přiváděného vzduchu a při různém natočení periferních trysek. Počet zákrutů byl zjišťován na třech místech příze (obr. 9)

- úsek u ústí trysky ... Δl_1
- střední úsek útku ... Δl_2
- volný konec útku ... Δl_3

pro $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = 0,25$ m a přepočtem na 1 metr s určením směrodatné odchylky a variačního koeficientu. Natočení periferních trysek bylo ve shodě se schématem na obr. 11.

Hodnoty absolutního tlaku vzduchu jsou udány v MPa . Předpětí příze je určeno ze závislosti na jemnosti:

u jednoduché příze ... $0,1\ T_j$[g]

u skané příze ... $0,5\ T_s$[g].

<u>PŘÍZE č. 1</u>

Podmínky měření: $p_b = 98,19$ [kPa]

$t = 25$ [°C]

$\varphi = 24$ [%]

Naměřené hodnoty před prohozem: $\bar{z}_p = 995\ [m^{-1}]$

$s = 36{,}60\ [m^{-1}]$

$v = 7{,}36\ [\%]$

a po prohozu: tab. 5 - 7.

tab. 5

p = 0,25 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p\ [m^{-1}]$	1050	1000	962	1004	1017	974	1059	1017	944
$s\ [m^{-1}]$	27,1	50,8	30,1	36,1	56,6	64,8	59,8	95,8	47,2
$v\ [\%]$	2,6	5,1	3,1	3,6	5,6	6,7	5,6	9,4	5,0

Tab. 6

p = 0,30 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p\ [m^{-1}]$	1048	982	1007	1026	974	964	1057	955	971
$s\ [m^{-1}]$	29,9	59,5	23,4	15,8	71,2	34,6	71,9	67,0	31,1
$v\ [\%]$	2,9	6,1	2,3	1,5	7,3	3,6	6,8	7,1	3,2

Tab. 7

p = 0,35 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p$ [m^{-1}]	1061	1000	1002	991	1017	963	1084	1003	1010
s [m^{-1}]	68,9	42,6	63,8	69,8	27,8	52,6	43,8	51,1	59,2
v [%]	6,5	4,3	6,0	7,0	2,7	5,5	4,0	5,1	5,9

PŘÍZE č. 2

Podmínky měření: p_b = 97,90 [kPa]

t = 20 [°C]

φ = 23 [%]

Naměřené hodnoty před prohozem: $\bar{z}_s$ = 392 [m^{-1}]

s = 11,4 [m^{-1}]

v = 11,6 [%]

a po prohozu : tab. 8 - 10 .

Tab. 8

p = 0,25 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	356	344	338	360	346	340	360	338	302
s [m^{-1}]	31,0	48,8	30,5	31,4	59,9	38,4	41,0	52,1	27,0
v [%]	8,7	14,2	9,0	8,7	17,3	11,3	11,4	15,4	9,0

Tab. 9

p = 0,30 [MPa]

	natočení L			natočení O			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	346	332	280	400	332	354	366	374	320
s [m^{-1}]	22,2	27,1	12,8	20,5	54,5	35,0	45,9	50,0	35,6
v [%]	6,4	8,2	4,6	5,1	16,4	9,9	12,5	13,4	11,1

Tab. 10

p = 0,35 [MPa]

	natočení L			natočení O			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	370	354	322	374	342	330	384	366	312
s [m^{-1}]	19,7	8,2	15,5	33,1	16,5	25,0	51,3	43,9	33,4
v [%]	5,3	2,3	4,8	8,8	4,8	7,6	13,4	12,0	10,7

PŘÍZE č. 3

Podmínky měření: p_b = 96,55 [kPa]

t = 23 [°C]

φ = 25 [%]

Naměřené hodnoty před prohozem: $\bar{z}_s$ = 540 [m^{-1}]

s = 8,5 [m^{-1}]

v = 6,3 [m%]

a po prohozu: tab. č. 11 - 13

Tab. 11

p = 0,25 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	534	503	454	522	476	501	510	493	482
s [m^{-1}]	65,3	27,9	30,7	44,4	21,0	14,5	17,6	10,7	20,0
v [m%]	12,2	5,6	6,8	8,5	4,4	2,9	3,5	2,2	4,1

Tab. 12

p = 0,30 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	523	532	496	486	486	472	510	505	462
s [m^{-1}]	57,9	50,0	38,4	53,3	12,5	38,5	25,4	60,3	38,2
v [%]	11,1	9,3	7,7	11,0	2,6	8,2	5,0	11,0	8,3

Tab. 13

p = 0,35 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_s$ [m^{-1}]	512	513	486	504	477	474	498	518	477
s [m^{-1}]	19,8	36,2	18,0	20,9	33,6	19,2	36,6	31,8	25,2
v [%]	3,9	7,1	3,7	4,2	7,1	4,2	7,4	6,1	5,3

PŘÍZE č. 4

Podmínky měření: p_b = 96,39 [kPa]

t = 21 [°C]

φ = 30 [%]

Naměřené hodnoty před prohozem: $\bar{z}_p$ = 1237 [m^{-1}]

s = 27,1 [m^{-1}]

v = 4,4 [%]

a po prohozu: tab. č. 14 - 16

Tab. 14

p = 0,25 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p$ [m^{-1}]	1346	1336	1296	1330	1322	1278	1362	1335	1329
s [m^{-1}]	40,4	38,1	28,7	19,5	27,3	30,5	23,0	34,8	21,0
v [%]	3,0	2,9	2,2	1,5	2,1	2,4	1,7	2,6	1,6

Tab. 15

p = 0,30 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p$ [m^{-1}]	1327	1326	1276	1323	1313	1290	1311	1329	1278
s [m^{-1}]	32,0	32,6	22,1	22,5	51,0	27,6	34,8	18,9	16,7
v [%]	2,4	2,5	1,7	1,7	3,9	2,1	2,7	1,4	1,3

Tab. 16

p = 0,35 [MPa]

	natočení L			natočení 0			natočení P		
	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]	Δl_1 [mm]	Δl_2 [mm]	Δl_3 [mm]
$\bar{z}_p$ [m^{-1}]	1303	1327	1262	1311	1303	1257	1302	1309	1273
s [m^{-1}]	26,9	31,8	11,5	22,4	34,3	16,6	24,5	32,1	22,9
v [%]	2,1	2,4	0,9	1,7	2,6	1,3	1,9	2,5	1,8

Grafická závislost počtu zákrutů příze z na délce prohozu l při absolutním tlaku vzduchu :

$p_1 = 0,25$ [MPa]

$p_2 = 0,30$ [MPa]

$p_3 = 0,35$ [MPa]

a natočení periferních trysek :

a/ bez natočení

b/ doleva

c/ doprava

graf č. 1 pro přízi č. 1 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{m}\right]$

$m_y = 0,5 \left[\frac{mm}{m^{-1}}\right]$

graf č. 2 pro přízi č. 2 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{m}\right]$

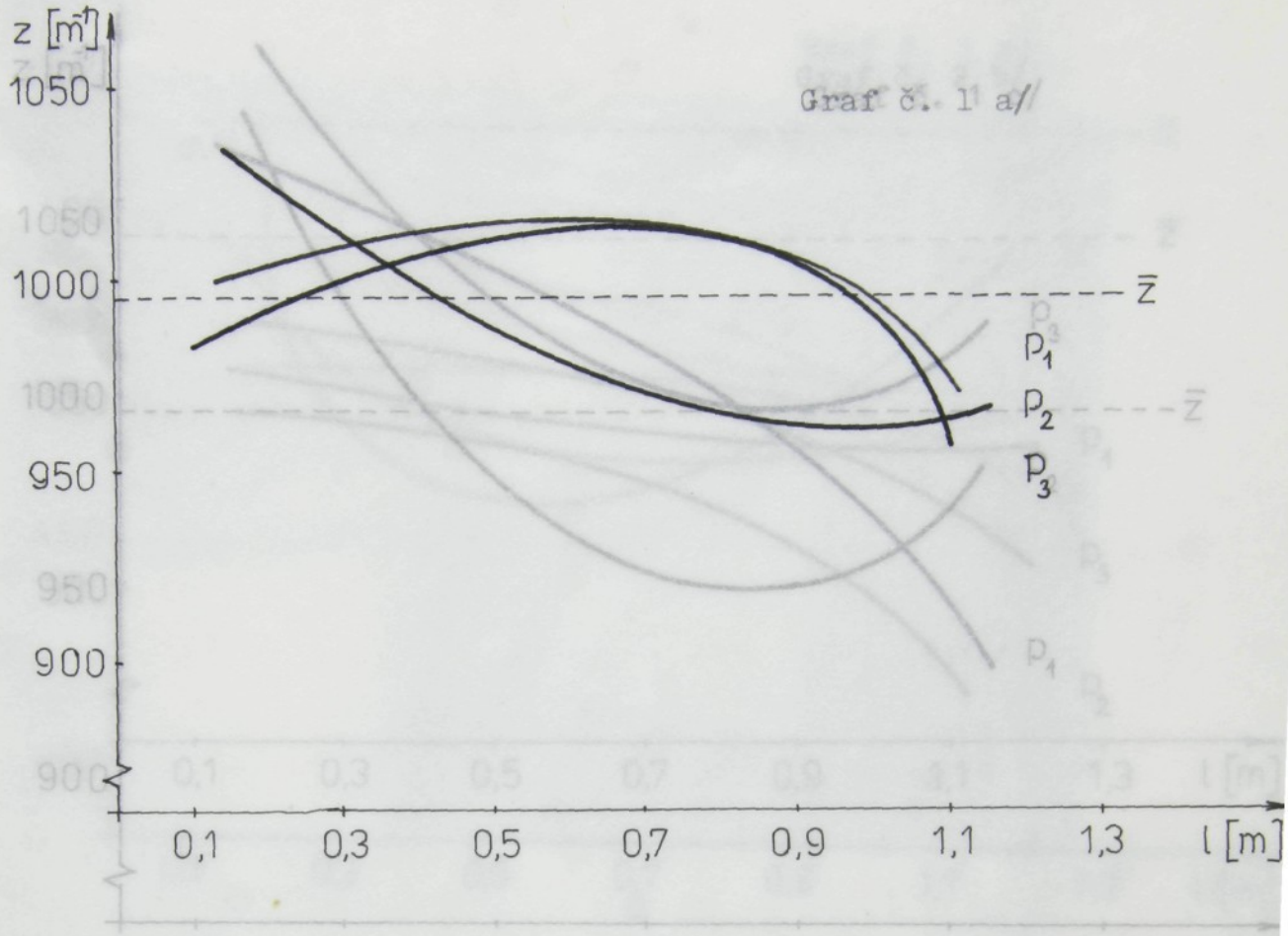
$m_y = 0,5 \left[\frac{mm}{m^{-1}}\right]$

graf č. 3 pro přízi č. 3 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{m}\right]$

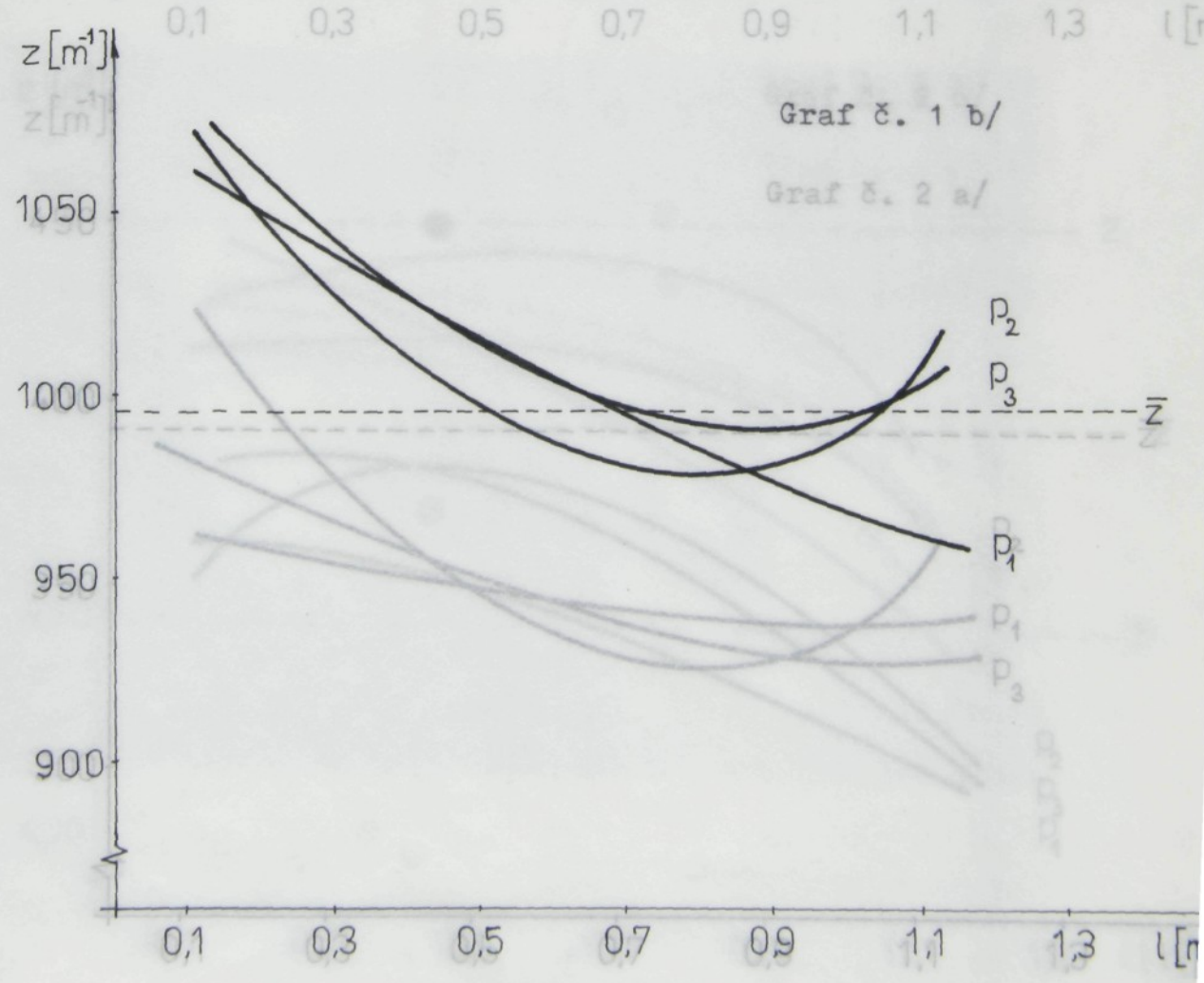
$m_y = 0,6 \left[\frac{mm}{m^{-1}}\right]$

graf č. 4 pro přízi č. 4 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{m}\right]$

$m_y = 0,5 \left[\frac{mm}{m^{-1}}\right]$

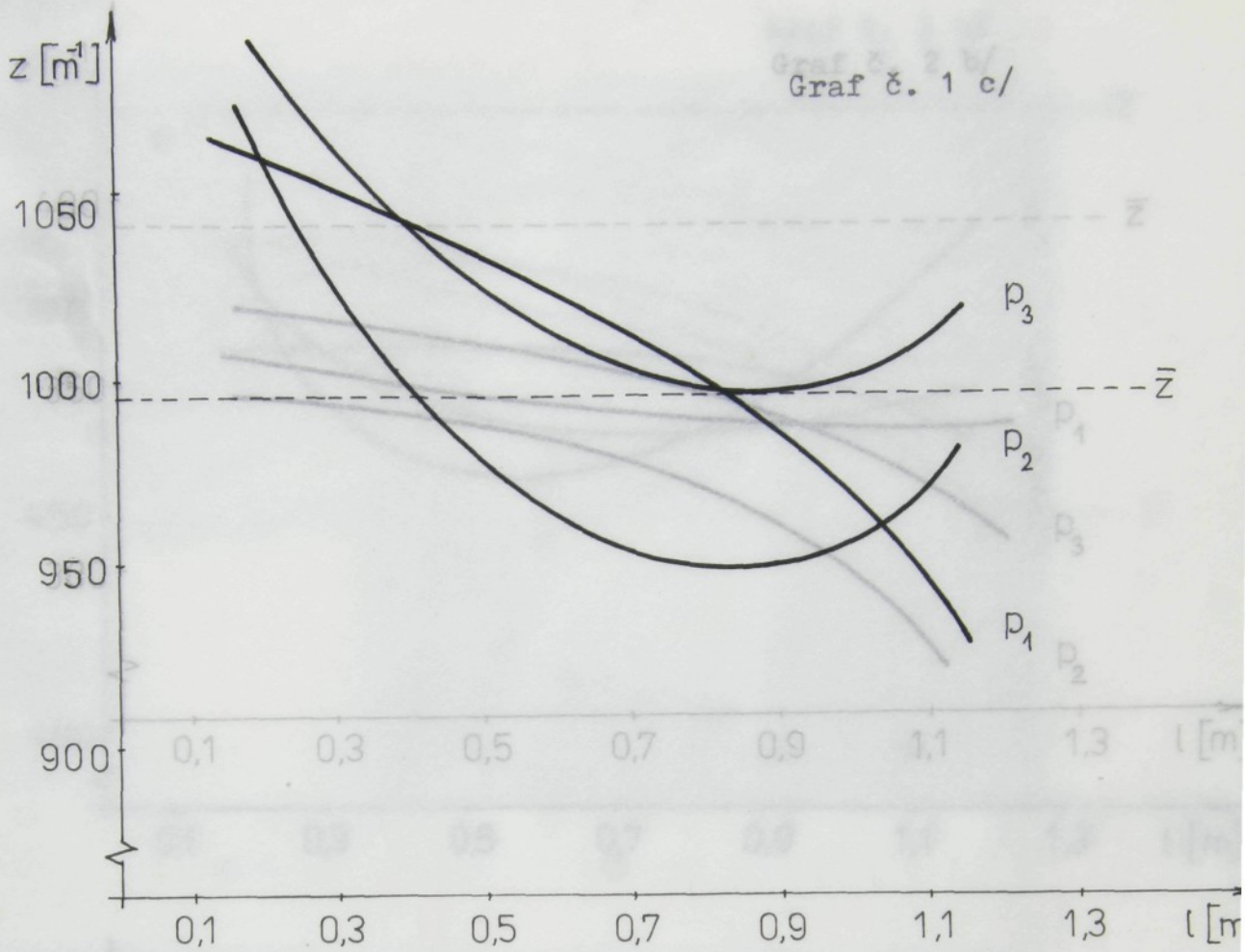


Graf č. 1 a/

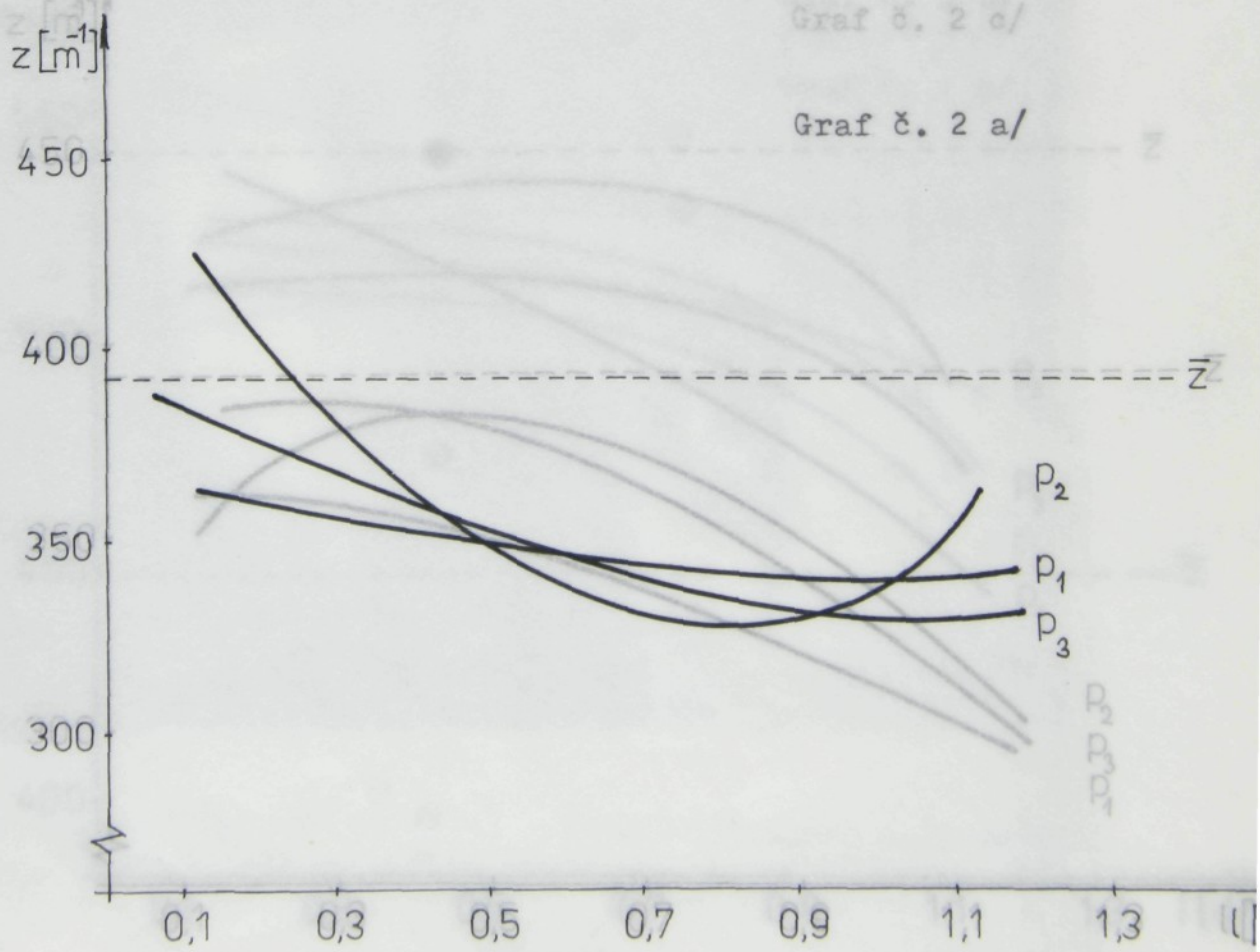


Graf č. 1 b/

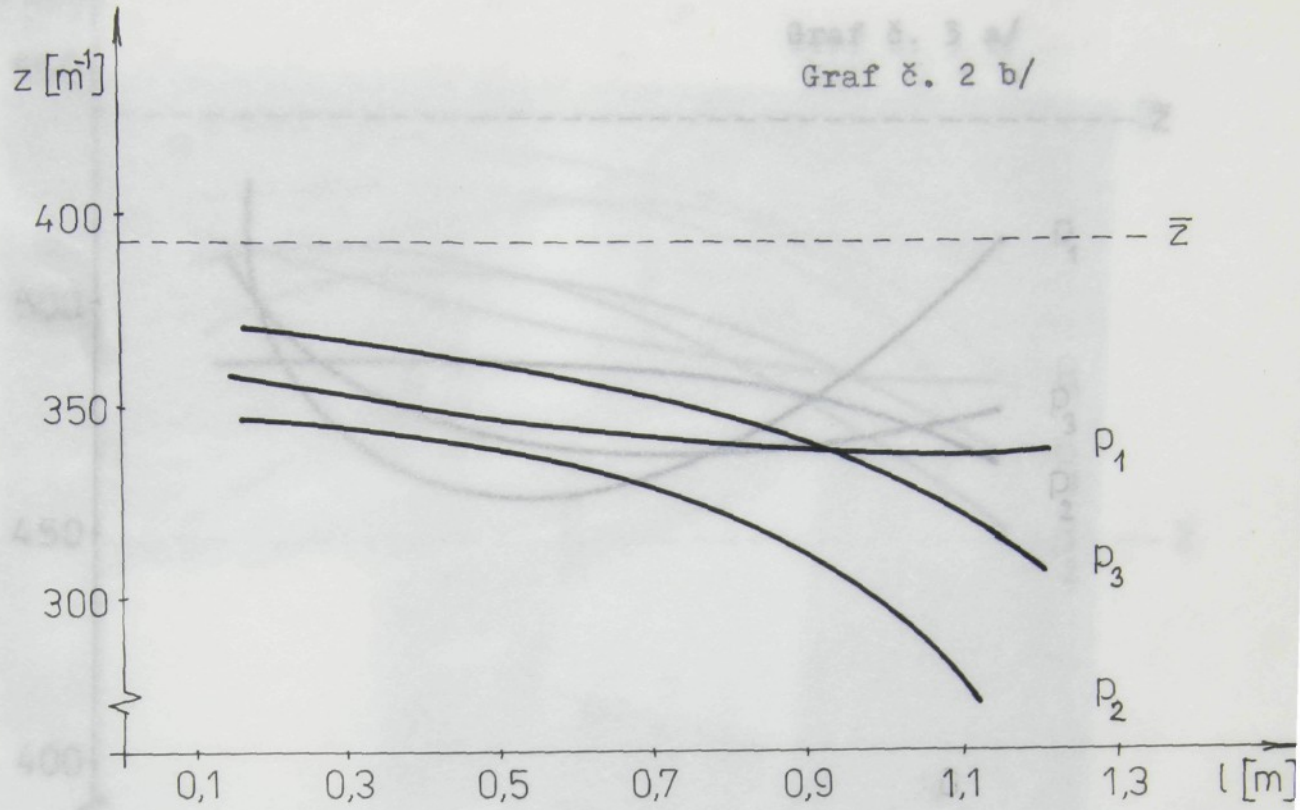
Graf č. 2 a/

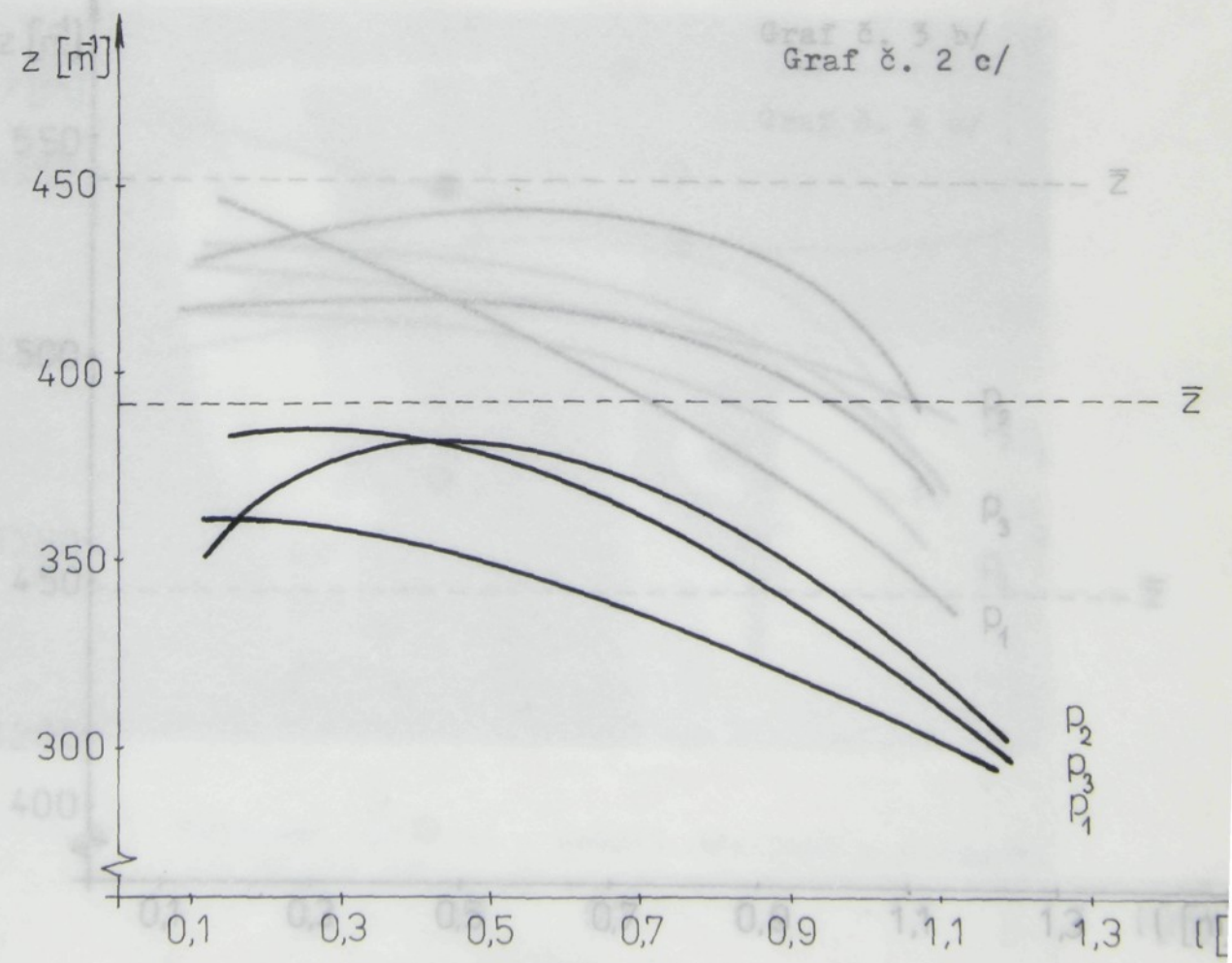


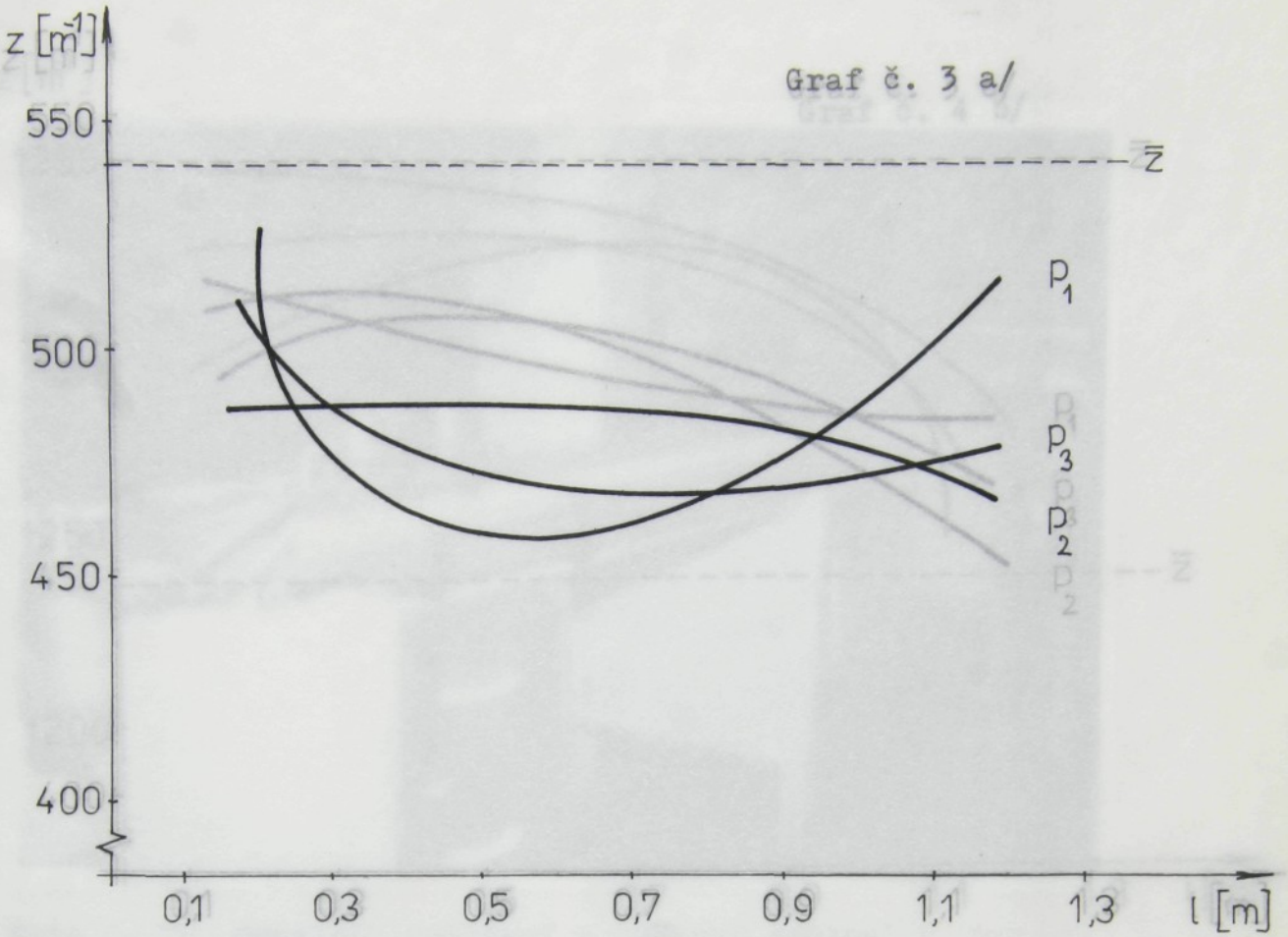
Graf č. 1 c/

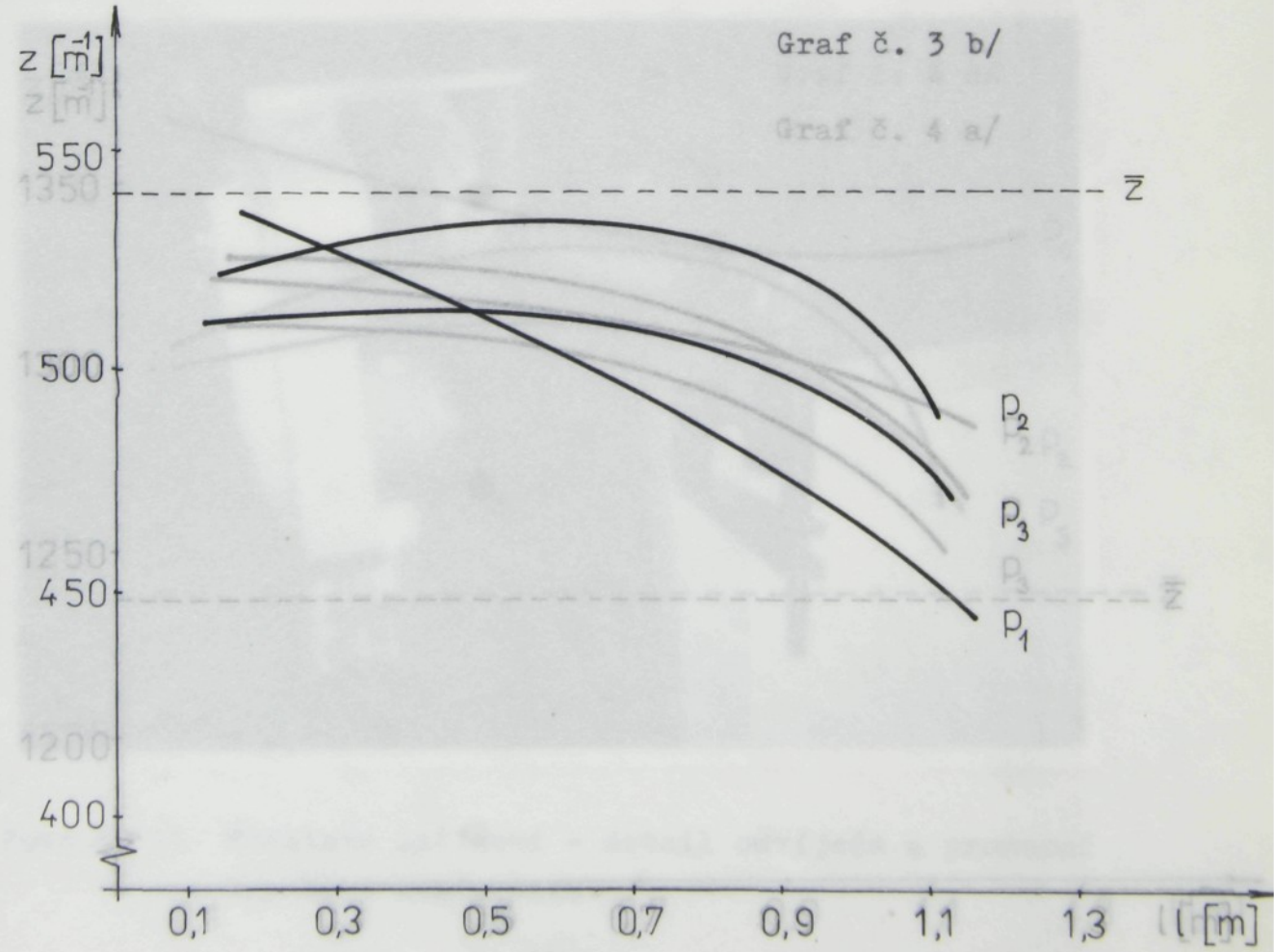


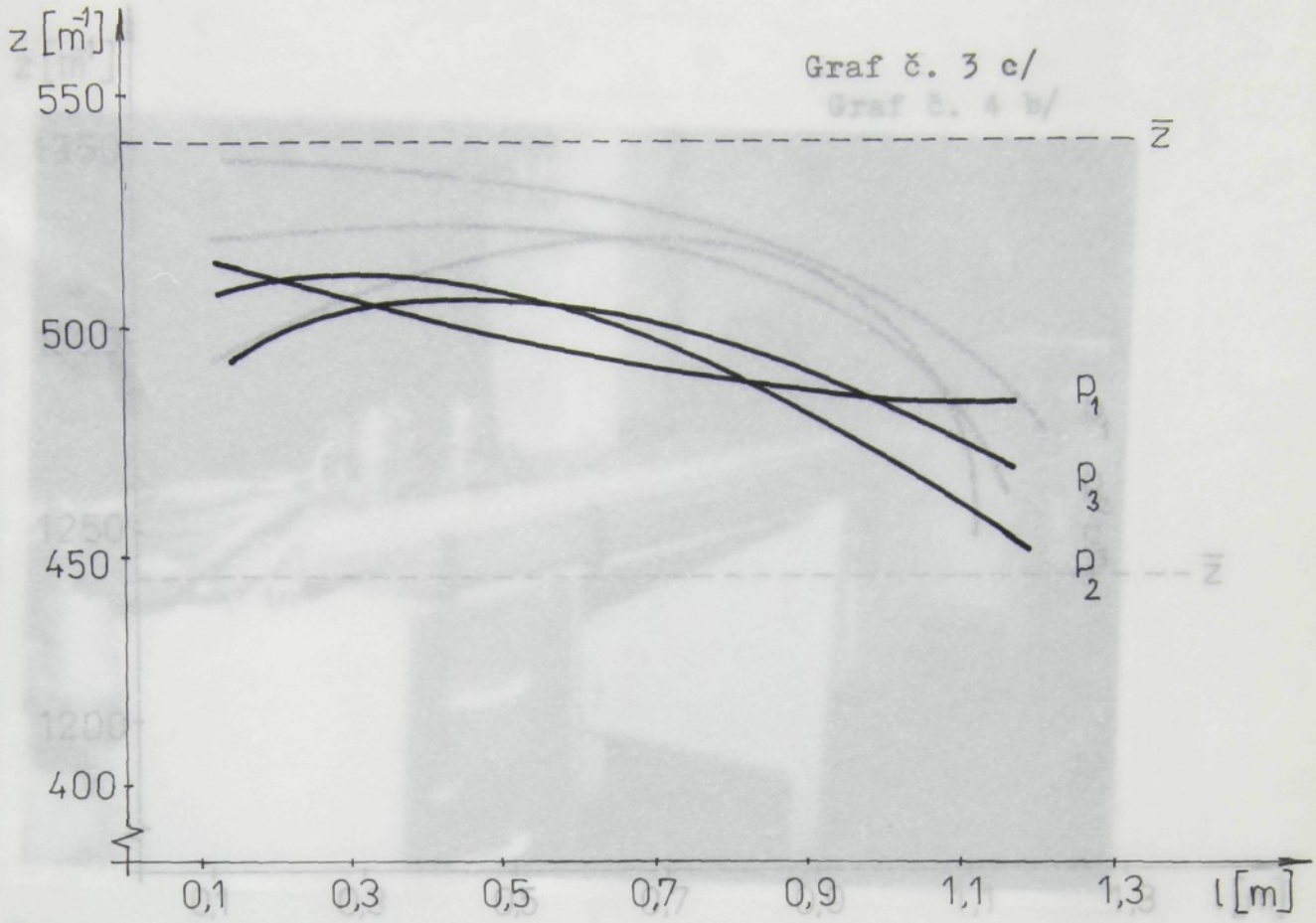
Graf č. 2 a/


z [m⁻¹]
Graf č. 2 b/
400
350
300
z̄
p1
p3
p2
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3
l [m]

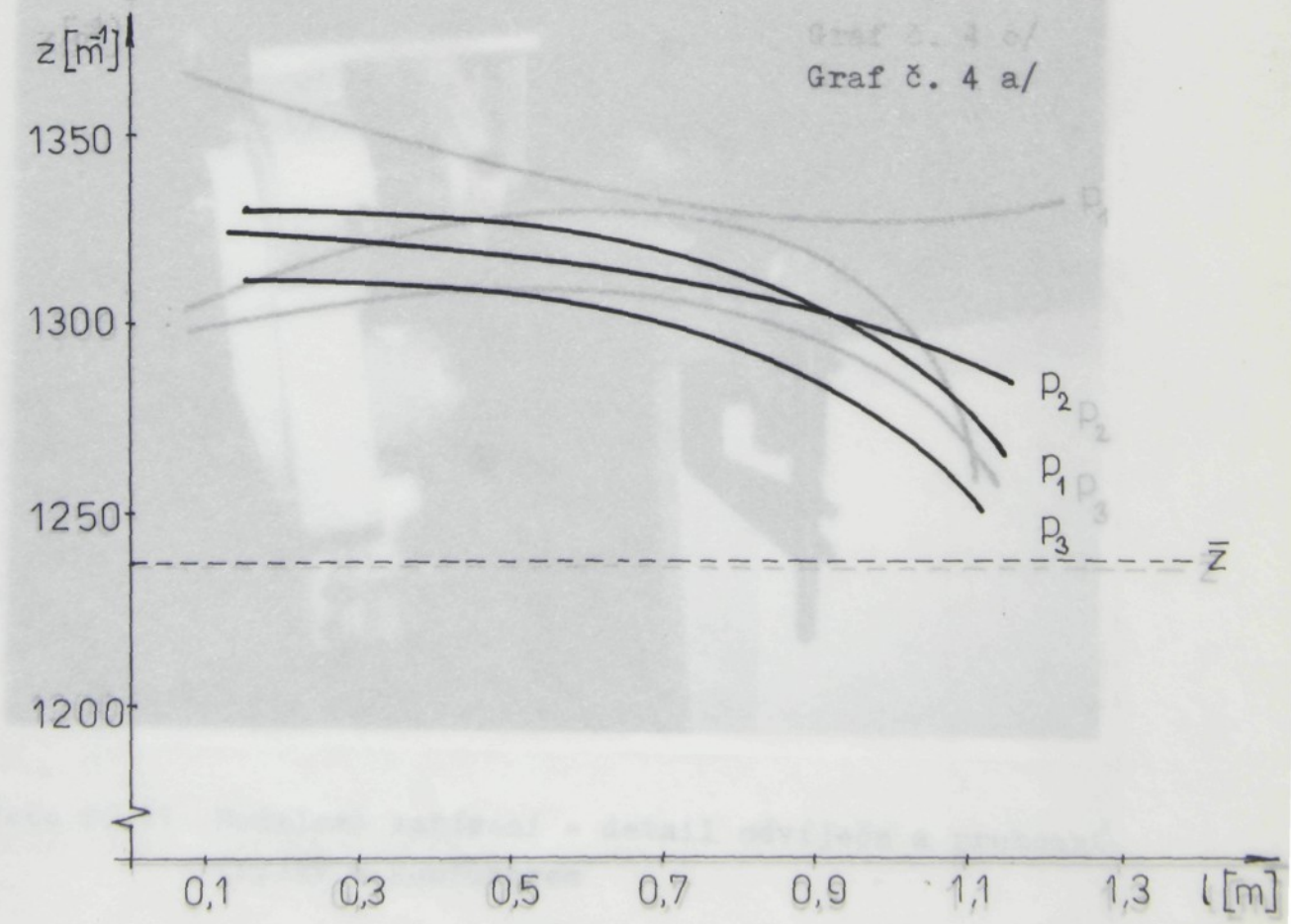

z [m⁻¹]
Graf č. 2 c/
450
400
350
300
z̄
z̄
p2
p3
p1
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3


z [m⁻¹]
Graf č. 3 a/
550
500
450
400
z̄
p1
p3
p2
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3
l [m]

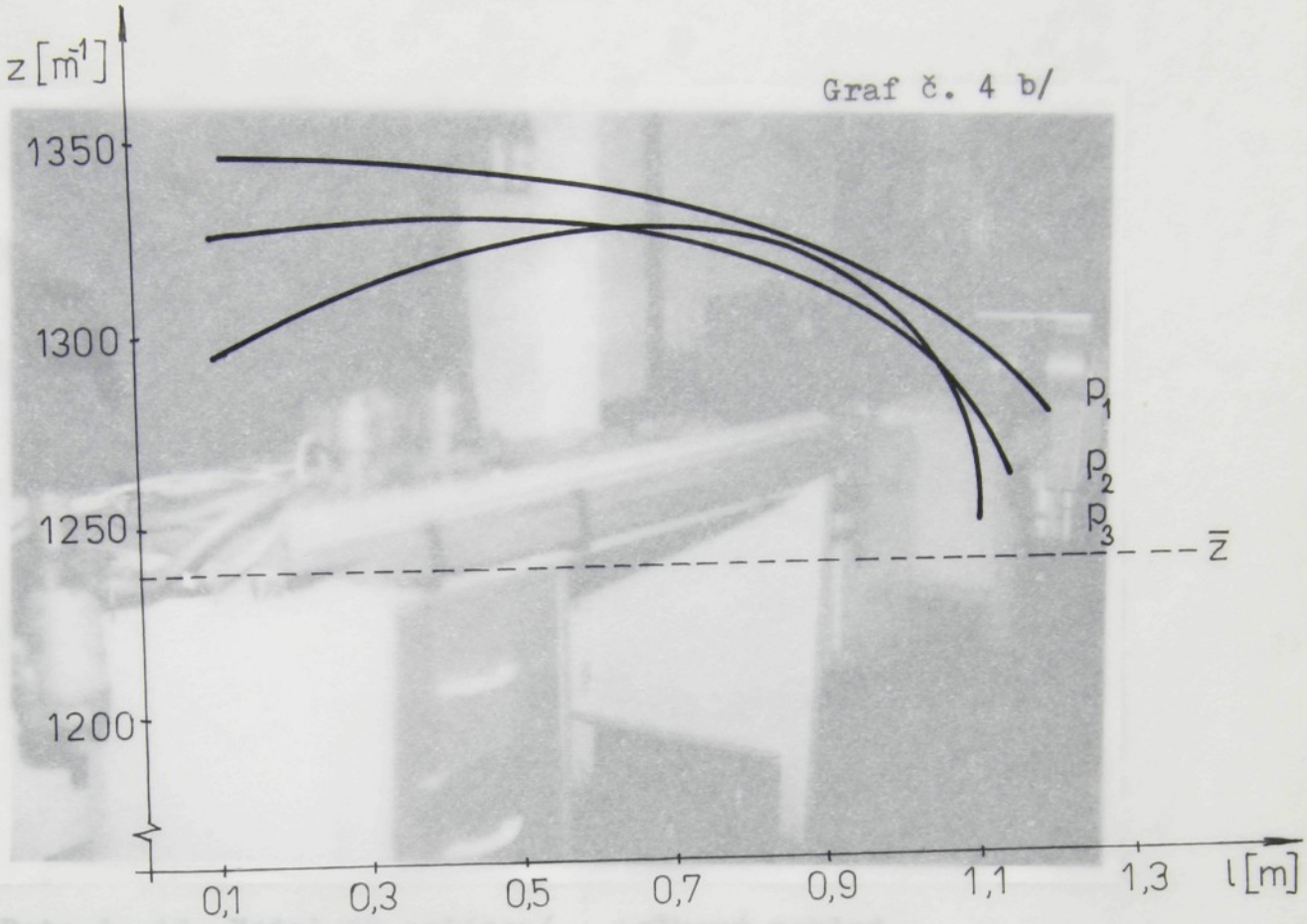

z [m⁻¹]
Graf č. 3 b/
550
500
450
400
z̄
p2
p3
p1
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3
l [m]



Graf č. 3 c/



Graf č. 4 a/


z [m⁻¹]
Graf č. 4 b/
1350
1300
1250
1200
P1
P2
P3
z̄
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3
l [m]

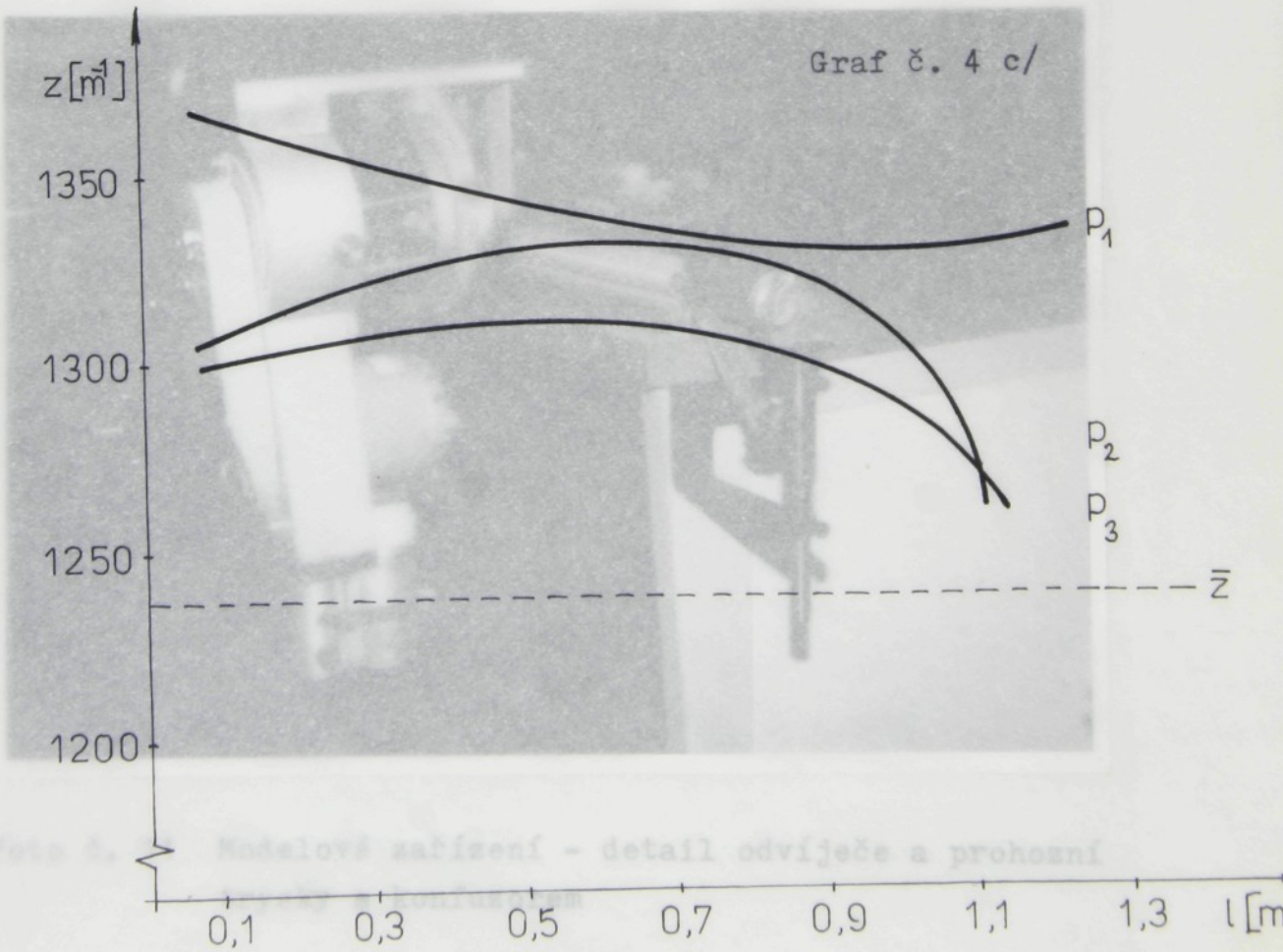

z [m⁻¹]
Graf č. 4 c/
1350
1300
1250
1200
P1
P2
P3
z̄
0,1
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3

Foto č. 10 Modelové zařízení - celkový pohled

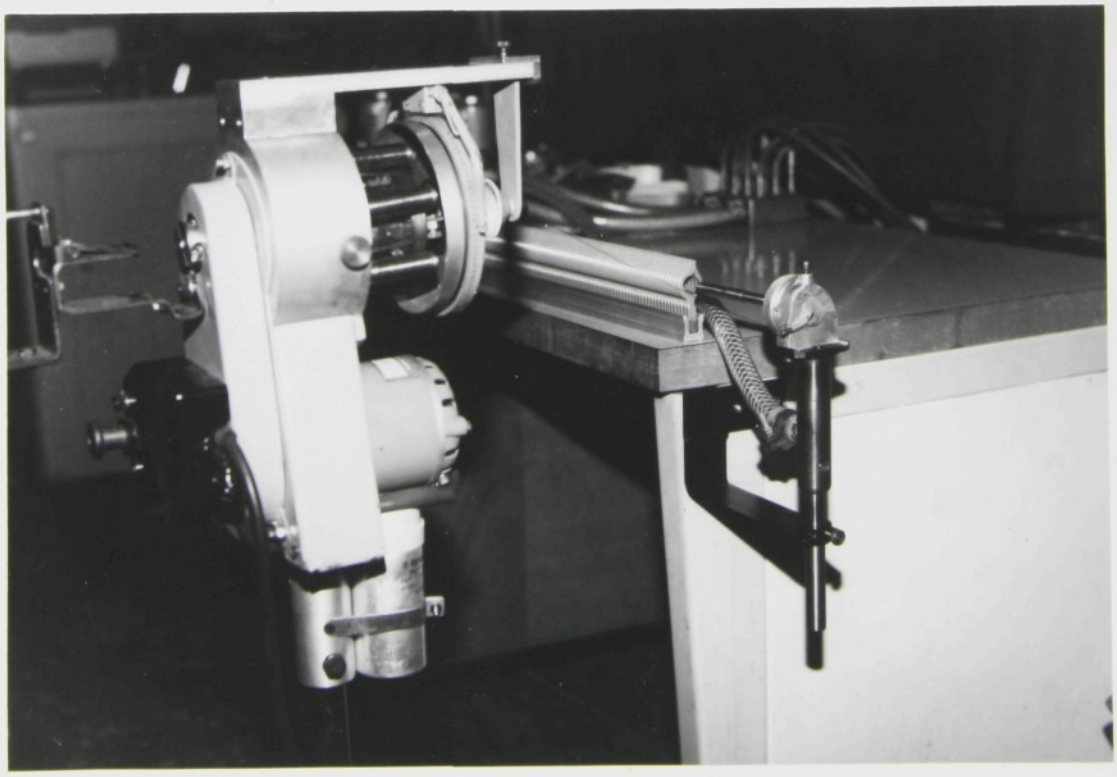


Foto č. 11 Modelové zařízení - detail odvíječe a prohozní trysky s konfuzorem

3.3.3. MĚŘENÍ PRŮTOČNÉHO MNOŽSTVÍ VZDUCHU A VÝPOČET KOMPRESNÍHO PŘÍKONU

Hodnota průtočného objemového množství vzduchu byla naměřena laboratorním průtokoměrem a potom přepočtena na průtočné množství hmotnostní dle příslušných hodnot tlaku vzduchu. Na základě vztahů v kapitole 2.3.1. jsou v tabulce uvedeny i hodnoty kompresního příkonu.

Podmínky měření: $p_b = 96,68$ [kPa]

$t = 18,5$ [°C]

$\varphi = 28$ [%]

Tab. 17

p_m [MPa]	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
$p=p_m+p_b$ [MPa]	0,347	0,367	0,387	0,407	0,427	0,447
$\rho=\frac{p}{rT}$ [kg.m^{-3}]	4,14	4,38	4,62	4,86	5,10	5,34
$\dot{V}$ [lh^{-1}]	7653	18480	18995	19500	19996	20484
$\dot{m}=\dot{V}.\rho$ [g.s^{-1}]	20,31	22,49	24,38	26,32	28,32	30,37
PK [kW]	2,17	2,51	2,83	3,17	3,52	3,89
β [1]	3,59	3,79	4,00	4,21	4,41	4,62

Grafická závislost kompresního příkonu P_k na poměru vstupního a výstupního tlaku vzduchu β :

$$m_x = 50 \left[\frac{mm}{1}\right]$$

$$m_y = 30 \left[\frac{mm}{kW}\right]$$

Graf č. 5

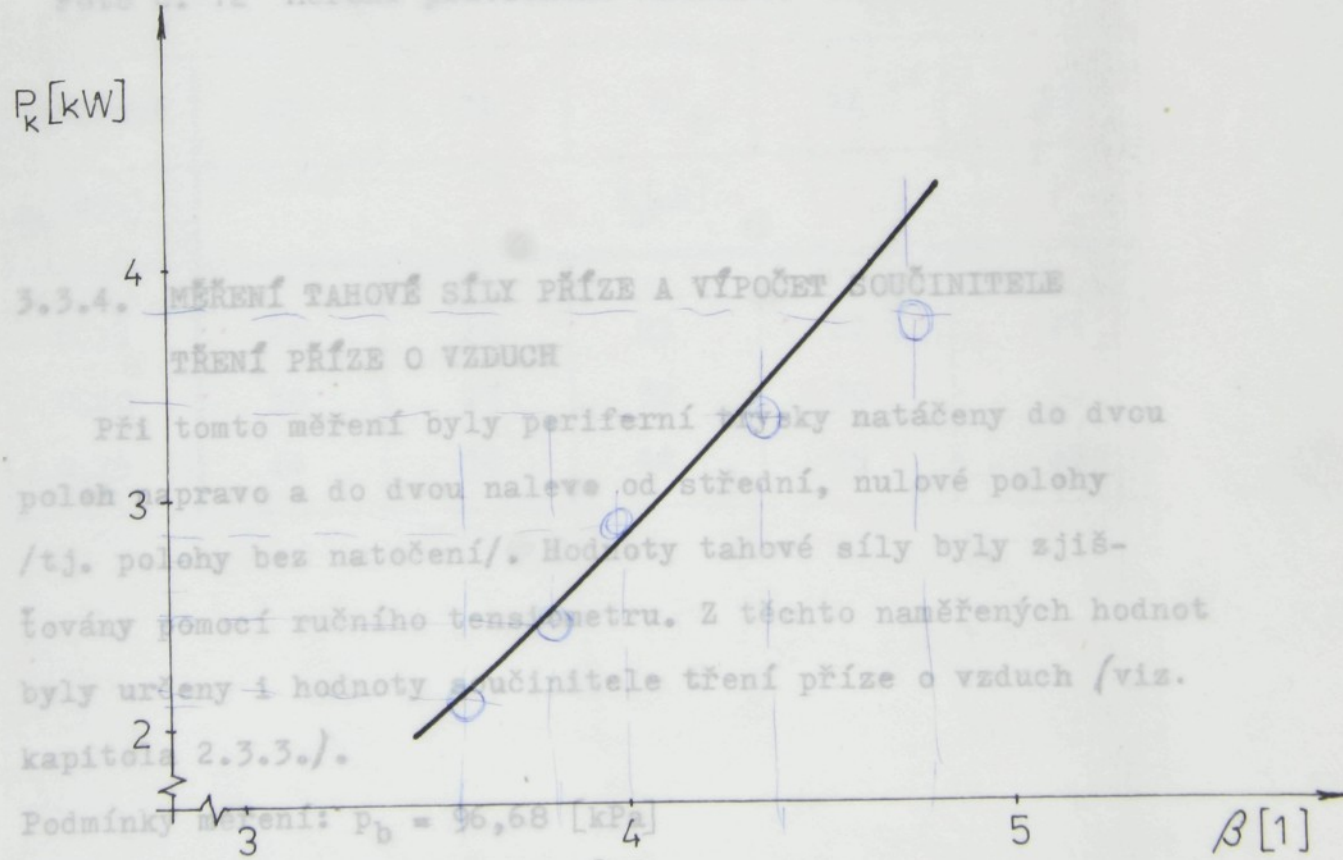


Foto č. 12 Měření průtočného množství vzduchu

3.3.4. MĚŘENÍ TAHOVÉ SÍLY PŘÍZE A VÝPOČET SOUČINITELE TŘENÍ PŘÍZE O VZDUCH

Při tomto měření byly periferní trysky natáčeny do dvou poloh napravo a do dvou nalevo od střední, nulové polohy /tj. polohy bez natočení/. Hodnoty tahové síly byly zjišťovány pomocí ručního tensiometru. Z těchto naměřených hodnot byly určeny i hodnoty součinitele tření příze o vzduch /viz. kapitola 2.3.3./.

Podmínky měření: p_b = 96,68 [kPa]

t = 18,5 [°C]

φ = 28 [%]

PŘÍZE č. 1 a 4

Součinitel tření nebyl vypočten u příze č. 1, neboť nebyly k dispozici hodnoty hmotnostního průtokového množství vzduchu. U příze č. 4 v důsledku značně malé jemnosti příze /jednoduchá příze o jemnosti 14,5 tex/ a agresivity trysky docházelo k přetrhům útku již při hodnotě absolutního tlaku vzduchu 0,25 MPa .

U této příze nebyly proto určeny hodnoty tahové síly ani součinitele tření příze o vzduch. Následující tabulka ukazuje výsledky měření tahové síly příze č. 1.

Tab. 18

natočení	2L	1L	0	1P	2P
p_m [MPa]	F_T [mN]				
0,15	23	20	22	22	23
0,20	30	27	32	30	36
0,25	44	50	44	39	47

PŘÍZE č. 2

Tab. 19

natočení	2L	1L	0	1P	2P
p_m[MPa]	F_T[mN]				
0,25	150	157	150	100	100
0,30	200	230	180	130	130
0,35	250	275	243	175	153
	c_x[1]				
0,25	0,0261	0,0273	0,0261	0,0174	0,0174
0,30	0,0257	0,0295	0,0231	0,0167	0,0167
0,35	0,0246	0,0271	0,0239	0,0172	0,0151

PŘÍZE č. 3

Tab. 20

natočení	2L	1L	0	1P	2P
p_m [MPa]	F_T [mN]				
0,25	100	100	110	125	120
0,30	140	125	145	160	150
0,35	190	175	180	200	210
	c_x [1]				
0,25	0,0174	0,0174	0,0191	0,0217	0,0209
0,30	0,0180	0,0160	0,0186	0,0205	0,0192
0,35	0,0187	0,0172	0,0177	0,0197	0,0207

Grafická závislost tahové síly příze F_T na poměru vstupního a výstupního tlaku vzduchu β :

graf č. 6 pro přízi č. 1 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{1}\right]$

$m_y = 3 \left[\frac{mm}{mN}\right]$

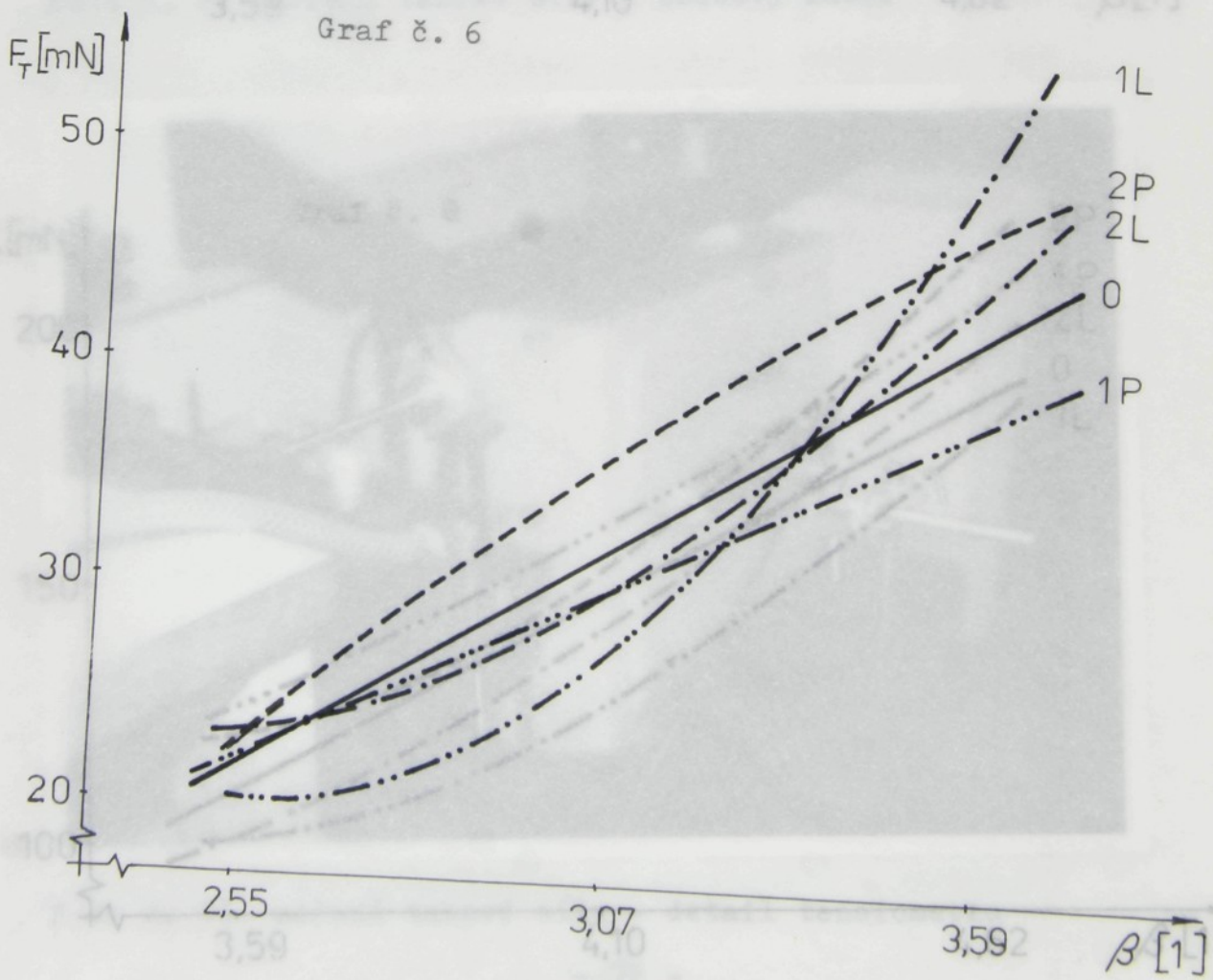
graf č. 7 pro přízi č. 2 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{1}\right]$

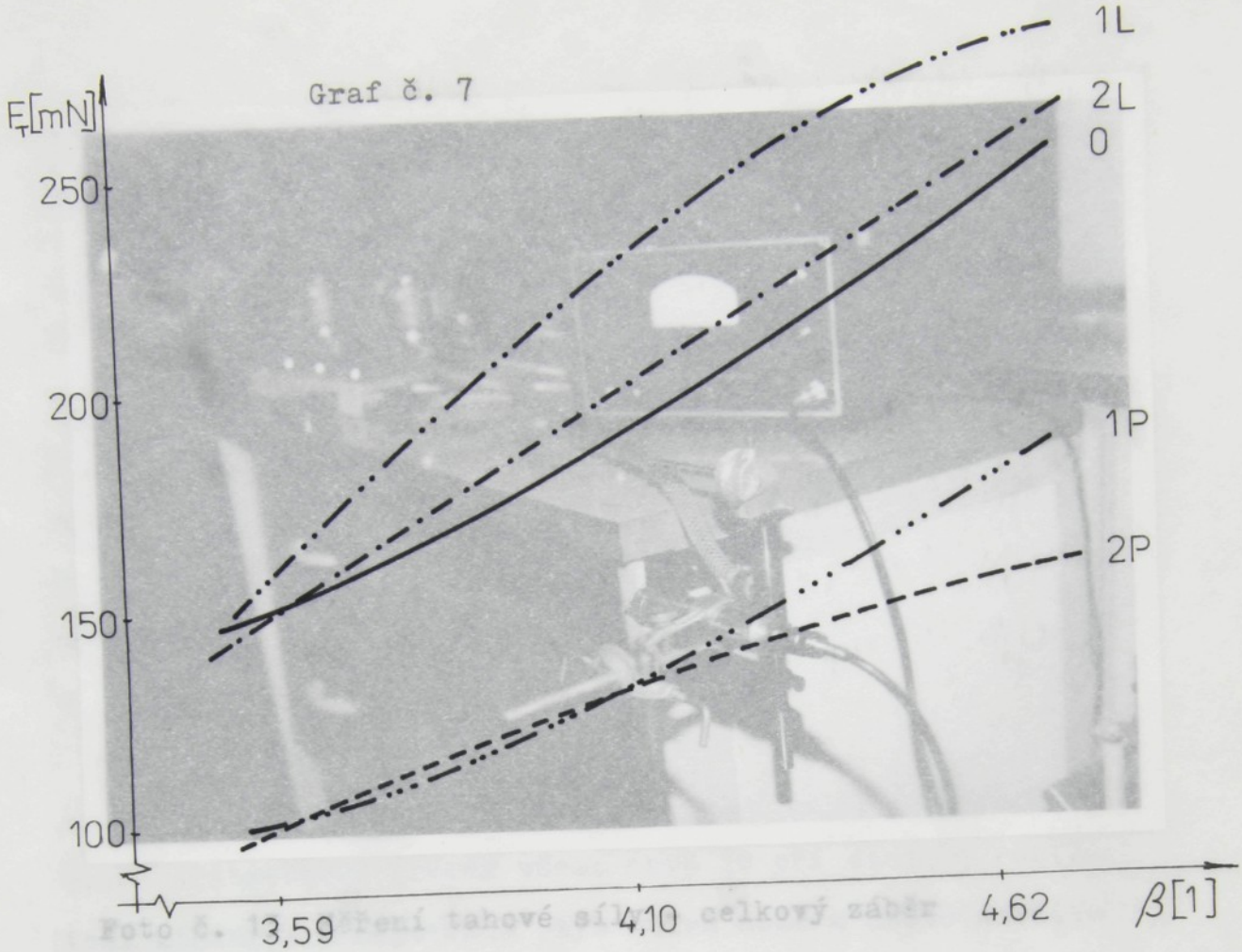
$m_y = 0,6 \left[\frac{mm}{mN}\right]$

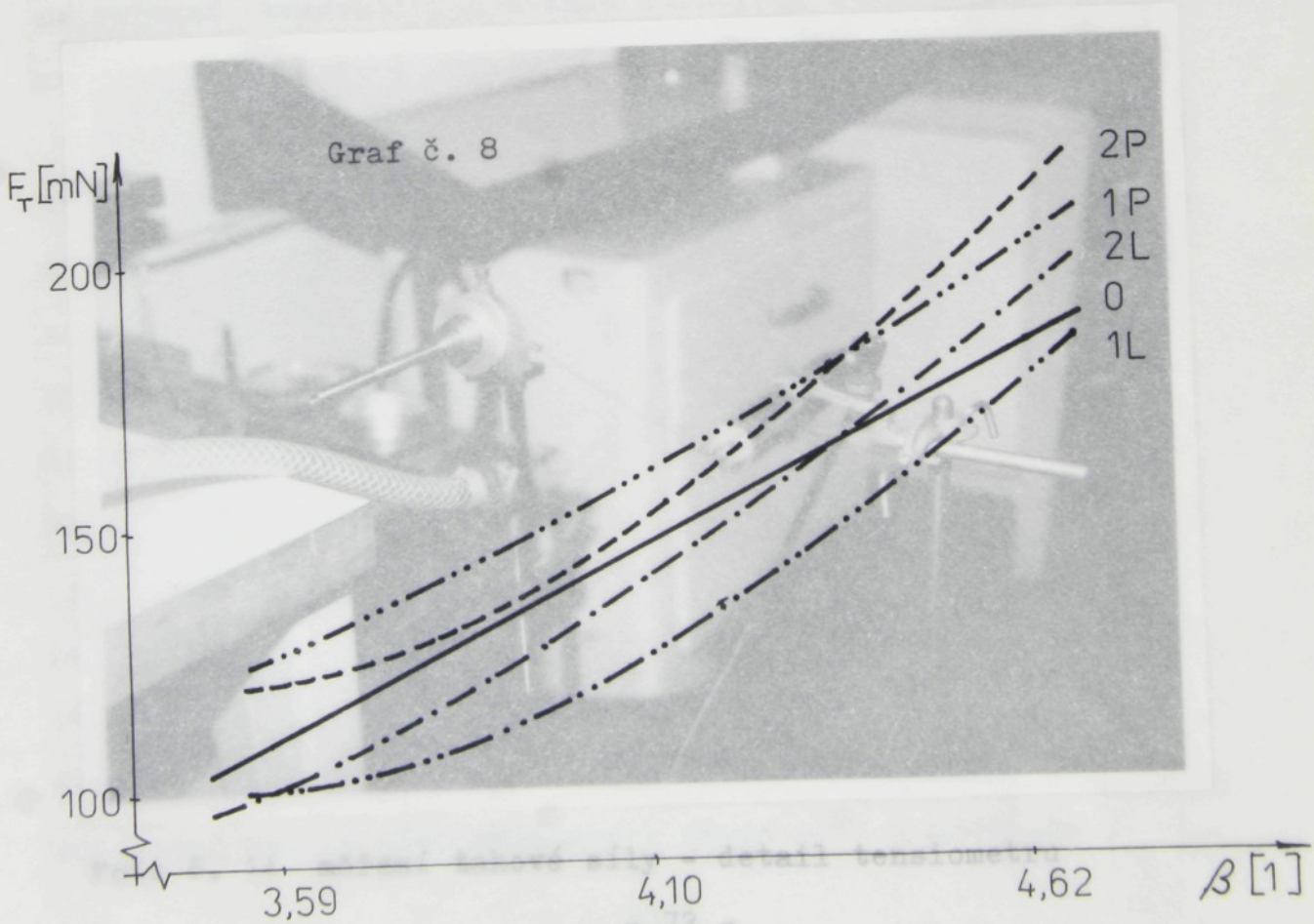
graf č. 8 pro přízi č. 3 $m_x = 100 \left[\frac{mm}{1}\right]$

$m_y = 0,7 \left[\frac{mm}{mN}\right]$

Graf č. 6




Graf č. 7
F_T[mN]
250
200
150
100
1L
2L
0
1P
2P
3,59
4,10
4,62
β[1]


Graf č. 8
F_T[mN]
200
150
100
2P
1P
2L
0
1L
3,59
4,10
4,62
β[1]

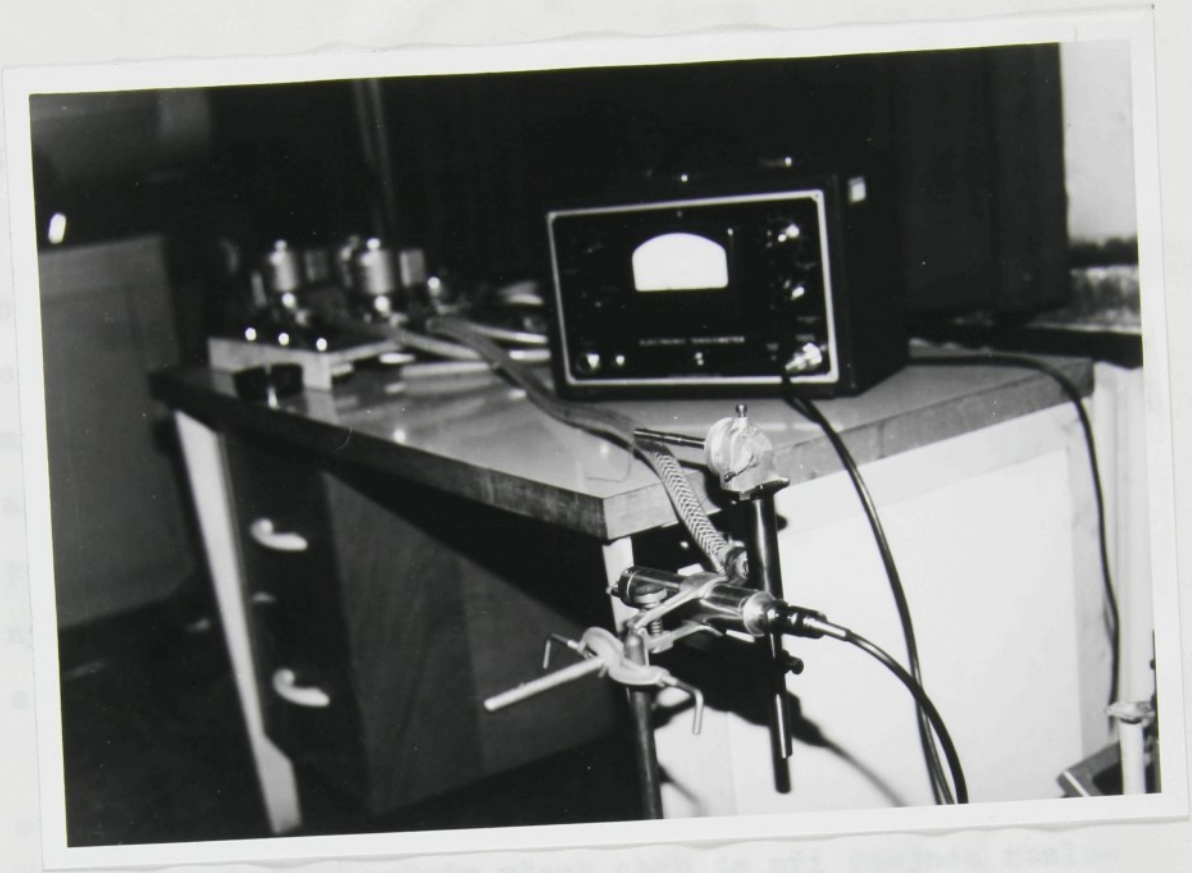


Foto č. 13 Měření tahové síly - celkový záběr

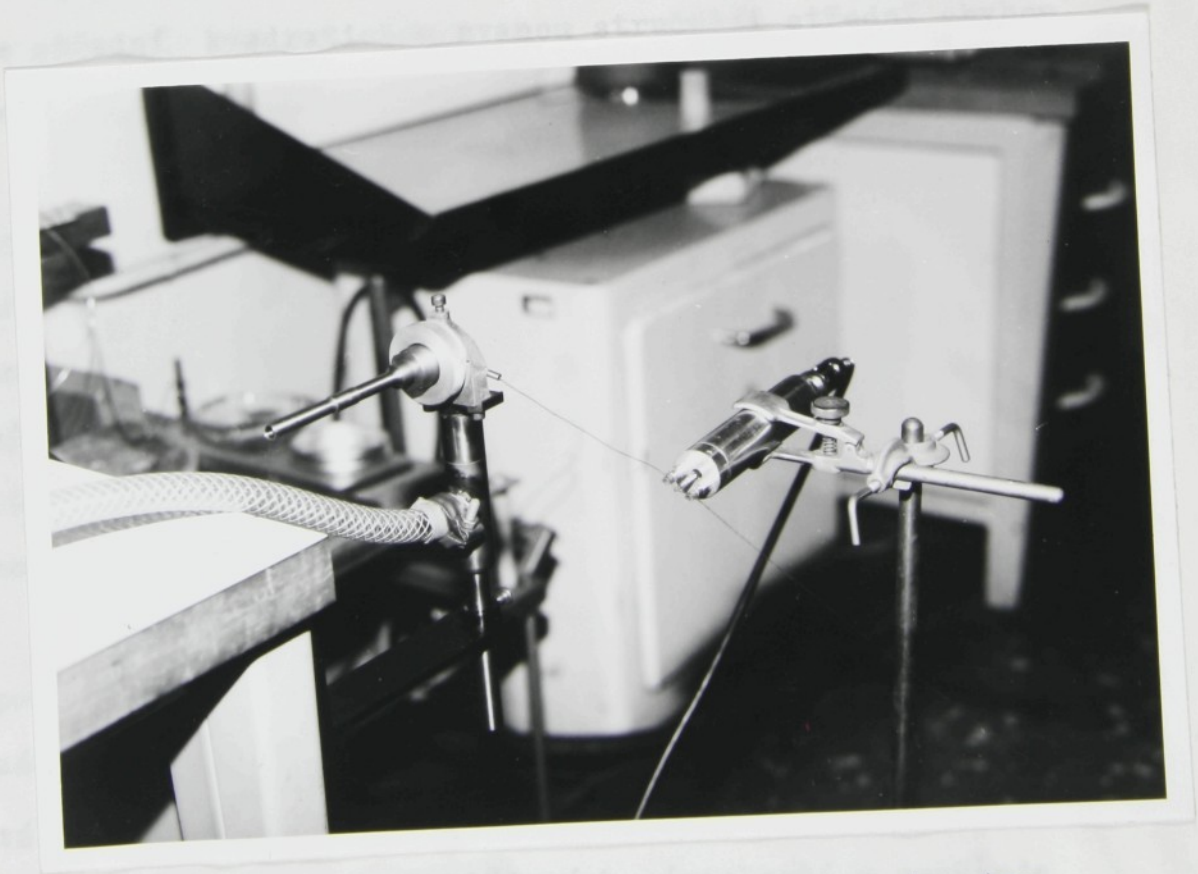


Foto č. 14 měření tahové síly - detail tensiometru

3.3.5. REGRESNÍ ANALÝZA A CHYBY MĚŘENÍ

Opakováním téhož měření určité veličiny nedostáváme obvykle stejné výsledky. Rozdíl mezi dosaženými výsledky si vysvětlujeme chybami, ke kterým došlo při měření. Chyby mohou být soustavné /zahrnují vlivy daného způsobu měření a vyskytují se pravidelně/ nebo náhodné /vyskytují se nepravidelně při každém měření/. Vliv nepravidelnosti náhodných chyb můžeme snížit při dostatečně velkém počtu měření s uplatněním statistických zákonitostí při vyhodnocování.

Přesnost měření se častěji než konstantou vyjadřuje střední hodnotou chyby, kterou lze počítat různým způsobem. Aritmetický průměr všech chyb je při stejném rozložení kladných a záporných chyb roven nule a proto zavádíme střední kvadratickou zvanou stručněji střední chybou nebo směrodatnou odchylkou.

Při stanovení chyby při přímém i nepřímém měření sledované fyzikální veličiny je základním předpokladem, aby měřené veličiny byly v ustáleném stavu. Při regresivní analýze se snažíme nalést funkční závislost mezi sledovanými a měřenými veličinami. Takto zjištěné funkční závislosti nahrazují často teoretické vztahy a pomocí teorie modelování mohou tvořit tzv. empirické zákony.

Základním úkolem matematické statistiky v tomto případě je proložit naměřenými body předpokládanou korelační závislost tak, aby se co nejvíce přibližovala experimentálním poznatkům. Regresivní analýza potom hodnotí různé korelační vztahy předpokládaných závislostí a umožňuje

stanovit optimální funkční závislost s odpovídající pravděpodobnou chybou /chyba, kterou nepřekročí polovina naměřených hodnot a druhá polovina hodnot vykazuje chybu větší a je rovna asi $\frac{2}{3}$ střední kvadratické chyby/ v zadaném rozsahu sledovaných veličin.

Obecný tvar víceparametrové analytické funkce lze popsat například následující řadou :

$$y_i = \sum_{m=1}^{m=M} f_m(x_i) \qquad (16),$$

kde pro jednotlivé členy řady platí vztah :

$$f_m(x_i) = a_m \cdot x_i^{\alpha_m} \qquad (17),$$

kde a ... hledané konstanty

α ... dané konstanty vyjadřující stupeň umocnění nezávisle proměnné x

i ... index označující paritní dvojici proměnných

m, M ... jednotlivé členy a celkový rozsah funkce.

Stanovení množiny hledaných konstant $(a_m)_{m=1}^{m=M}$ pro danou množinu konstant $(\alpha_m)_{m=1}^{m=M}$ analytické funkce definované rovnicí (16) a (17) vychází z podmínky minimální hodnoty střední kvadratické chby s(y) . Pro m-tý člen funkce (16) má tato podmínka tvar :

$$\frac{\partial s^2(y)}{\partial a_m} = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{\partial \left(\sum_{m=1}^{m=M} f_m(x_i) - y \right)^2}{\partial a_m} = 0 \qquad (18).$$

V maticovém zápisu lze uvedený systém algebraických rovnic zapsat ve tvaru :

$$A \times B = C \qquad (19)$$

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{mi} & a_{im} & \vdots \\ \vdots & & \vdots \\ a_{Mi} & \cdots & a_{MM} \end{vmatrix}$$ ... symetrická matice soustavy

$$B = \begin{vmatrix} a_0 \\ \vdots \\ a_m \\ \vdots \\ a_M \end{vmatrix}$$ ... M-rozměrný vektor hledané množiny konstant a_m

$$C = \begin{vmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_m \\ \vdots \\ c_M \end{vmatrix}$$ ... vektor sestavený z pravých stran definovaného systému algebraických rovnic

Úkolem regresní analýzy je zhodnocení dané analytické funkce, porovnání dosažené střední kvadratické chyby pro různé hodnoty dané konstantou α uvedené analytické funkce.

Tato metoda byla použita i při vyhodnocování výsledků měření této diplomové práce. Byl sestaven program regresní analýzy, který lze obecně použít pro posouzení naměřených hodnot a pro stanovení optimální funkční závislosti s odpovídající pravděpodobnou chybou. V příloze je program pro zpracování hodnot na počítači pod názvem Vyhodnocení vlastností nitě a jako příklad jsou uvedeny výsledky regresní analýzy pro naměřené hodnoty průtočného hmotnostního množství vzduchu

3.3.6. ROZBOR TKANINY Z N:P. SEBA LIBEREC

Grafické závislosti zákrutové ztráty na šířce tkaniny ukazují, že ztráty či zisky zákrutů se koncentrují poblíž okrajů tkaniny. Strukturální změny mohou vést ke vzniku změn v barevnosti, což je dosti závažné u velké většiny tkanin.

U tkanin barvených v n.p. Seba Liberec byly právě nepravidelnosti barevného odstínu - dvojbarevnost - pozorovány. K největším změnám docházelo zejména u okrajů tkaniny.

Ovlivňujících faktorů je jistě řada /např. byly sledovány změny teploty po šířce tkaniny/, ale v této práci jsem se zaměřila na vliv počtu zákrutů útku a to u tkaniny vyrobené na tryskovém tkacím stavu STB. Měla jsem k dispozici obarvenou tkaninu Sirio šíře 1,5m se skanou útkovou přízí /skací levý zákrut/ o jemnosti 12x2 tex a složení 65PES/35ba.

U útku jsem přímou metodou (viz. kapitola 3.2.1.) zjišťovala počet zákrutů po celé šířce tkaniny. Měření jsem prováděla na pěti úsecích tkaniny o délce $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \Delta l_4 = \Delta l_5 = 0{,}25$ m s přepočtem počtu zákrutů na 1m. Průměrné hodnoty počtu zákrutů útku jsou vypočteny z deseti naměřených hodnot s určením směrodatné odchylky a variačního koeficientu (tab. 21).

Podmínky měření : $p_b = 97{,}31$ [kPa]

$t = 22$ [°C]

$\varphi = 37$ [%]

Tabulka 21 Počet zákrutů útku tkaniny Sirio

	Δl_1	Δl_2	Δl_3	Δl_4	Δl_5
$\bar{z}$ [m^{-1}]	555	577	628	645	644
s [m^{-1}]	5,0	4,3	4,8	3,0	5,3
v [%]	3,6	3,0	3,0	1,8	3,3

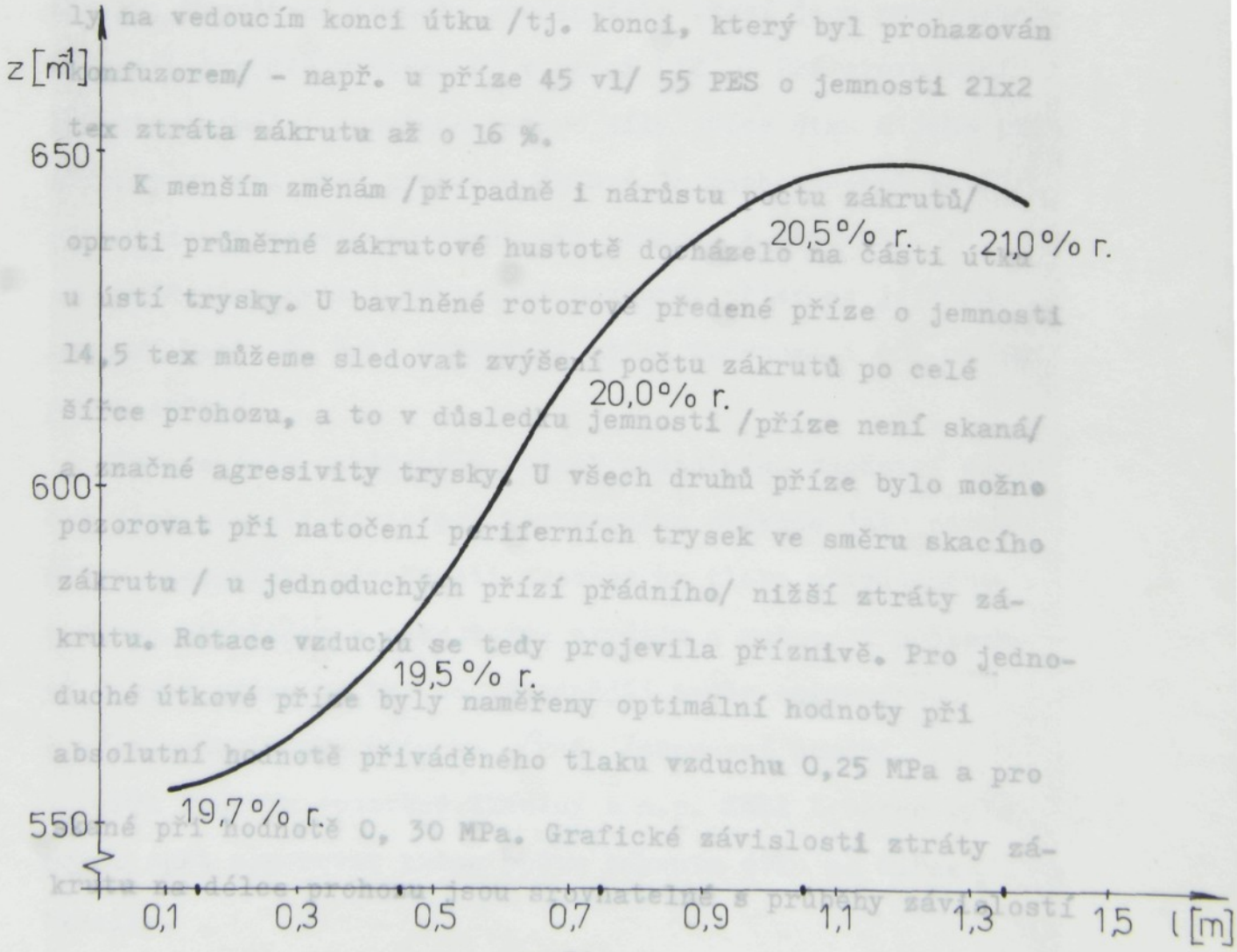
U grafické závislosti počtu zákrutů příze na délce prohozu / šířce tkaniny/ jsou uvedeny i procenta remise, které byly zjištěny pomocí elektrofotometru. Čím menší je hodnota v procentuelním vyjádření, tím větší je intenzita vybarvení tkaniny. Je zde patrná závislost sytosti vybarvení tkaniny Sirio a poklesu zákrutové hustoty(graf č. 9).

Grafická závislost počtu zákrutů příze z na délce prohozu l u tkaniny SIRIO z n.p. Seba Liberec :

$m_x = 100 \left[\frac{mm}{m}\right]$

$m_y = 1 \left[\frac{mm}{m^{-1}}\right]$

Graf č. 9



4. Z Á V Ě R

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení vlivu podmínek v prohozní trysce na vlastnosti setkávaného útku vzhledem k rostoucímu podílu tkaní /především na neortodoxních tkacích strojích, mezi něž patří i tryskový tkací stav/ při výrobě plošných textilií.

Na modelovém zařízení byly ověřovány čtyři druhy příze při různých hodnotách tlaku vzduchu a natočení periferních trysek. Grafické závislosti naměřených hodnot zákrutové hustoty po prohozu na délce prohozu ukazují na koncentraci ztráty zákrutů poblíž okrajů. Nejvýraznější změny byly na vedoucím konci útku /tj. konci, který byl prohazován konfuzorem/ - např. u příze 45 vl/ 55 PES o jemnosti 21x2 tex ztráta zákrutu až o 16 %.

K menším změnám /případně i nárůstu počtu zákrutů/ oproti průměrné zákrutové hustotě docházelo na části útku u ústí trysky. U bavlněné rotorově předené příze o jemnosti 14,5 tex můžeme sledovat zvýšení počtu zákrutů po celé šířce prohozu, a to v důsledku jemnosti /příze není skaná/ a značné agresivity trysky. U všech druhů příze bylo možno pozorovat při natočení periferních trysek ve směru skacího zákrutu / u jednoduchých přízí přádního/ nižší ztráty zákrutu. Rotace vzduchu se tedy projevila příznivě. Pro jednoduché útkové příze byly naměřeny optimální hodnoty při absolutní hodnotě přiváděného tlaku vzduchu 0,25 MPa a pro skané při hodnotě 0, 30 MPa. Grafické závislosti ztráty zákrutu na délce prohozu jsou srovnatelné s průběhy závislostí

na obr. 8, kde byla měření prováděna též na stavu z K.p. Elitex s bavlněnou přízí o jemnosti 42,2 tex a délce prohozu 1,14 m s maximální zákrutovou ztrátou 120 zm^{-1}, tj. až o 19 %.

V experimentální části byly naměřeny i hodnoty tahové síly v závislosti na změně tlaku vzduchu. Napětí nitě se zvětšuje se zvýšením tlaku, ale ne lineárně. Opět je zde patrný vliv natočení periferních trysek. Natočením trysek ve směru zákrutů příze byly hodnoty tahových sil nižší a současně s tím se snížil i součinitel tření příze o vzduch. To se vysvětluje tím, že u přízí s vysokým zákrutem se průběhu pohybu účastní pouze menší povrchová část elementárních vláken. Vypočtené hodnoty součinitele tření jsou porovnatelné s výpočty dle vztahu (8) v práci [12] . Při srovnávání hodnot maximální dosažené tahové síly příze útku a jeho průměrné pevnosti před prohozem /která je mnohonásobně větší/ plyne, že by nemělo docházet při prohozu k přetrhu.

Ověřována byla i závislost pevnosti příze na její zákrutové hustotě. Byla potvrzena přímá úměrnost i při malém počtu měření.

Zpracováním naměřených hodnot průtočného množství vzduchu jsme získali závislost kompresního příkonu jako parametru ekonomické náročnosti provozu na tlaku přiváděného vzduchu. Vzhledem k zákrutovým ztrátám a možnosti poškození útkové příze by byl nejvýhodnější poměr vstupního a výstupního tlaku vzduchu $\beta \sim 4$ /expanzní poměr/.

Při rozboru obarvené tkaniny z n.p. SEBA Liberec bylo možno opět pozorovat změnu počtu zákrutu útku po šířce tkaniny.

Výsledky experimentálních zkoušek na modelovém zařízení byly tedy potvrzeny v praxi. U pravého okraje tkaniny byly zjištěny nižší hodnoty procenta remise - bylo zde sytější vybarvení. Tomu odpovídá nižší počet zákrutů útku.

Při řešení zadaného tématu diplomové práce byla uskutečněna spolupráce katedry nauky o textilních materiálech a katedry energetických zařízení. Tím bylo umožněno ověření teoretických poznatků při experimentálních měřeních.

Vzhledem k aktuálnosti a důležitosti vlivu trysky na vlastnosti prohazované nitě a tím i na vlastnosti vyrobené tkaniny je potřebné tuto oblast prostudovat pečlivěji /například při větším počtu měření/. Značný vliv má též skutečnost, že bylo použito modelové zařízení, kde se neprojeví všechny faktory provozu skutečného tkalcovského stavu.

L I T E R A T U R A

[1] Kuda, V. : Vzduchový tkací stroj JETTIS 190.
Sborník přednášek z konference Racionalizace práce v tkalcovnách, VVÚ ZVS Brno, 1980

[2] Urban, J. : Novinky v koncernu ELITEX.
Sborník přednášek z konference Racionalizace práce v tkalcovnách, VVÚ ZVS Brno, 1980

[3] Tatíček, L. : Tryskový tkací stav.
SNTL, Praha 1963

[4] Schneeweiss, J.:Zkušenosti z provozu hydraulických a pneumatických tkacích strojů.
Sborník přednášek z konference Racionalizace práce v tkalcovnách, VVÚ ZVS Brno 1980

[5] Tesař, V. : Potlačení hluku u prohozní trysky pneumatického bezčlunkového stavu.
Sborník přednášek ze 4.seminárního školení keteder mechaniky tekutin a termomechaniky, KOšice, červen 1984

[6] Seidl, R. : Möglichkeit zur Nachbildung der Schussfadenbeanspruchung an unkonventionellen Webmaschinen.
Textiltechnik 35 (1985) 10, s. 542-544

[7] Tesař, V. : Vývoj prohozní trysky pro pneumatické tkalcovské stavy v roce 1984.
Výzkumná zpráva, ČVUT Praha, katedra 212, FS, 1985

[8] Vašíček, V.-Cvrček, J.-Foltýn, J. : Možnosti dalšího zvýšení ekonomického efektu vzduchového prohozu útku.
Sborník přednášek, VVÚ ZVS Brno, 1974

[9] Wahhoud, A.-Mito, A. : Schusseintrag mittels Luft und Wasser.
Textil Praxis International, 1985,Bd 40, č. 1, s. 30-35

[10] Kissling, U. : Experimentelle und theoretische Analyse des Schusseintrags im Luftstrahl.
Melliand Textilberichte, 1985, Bd 66, č. 2, s. 104-109

[11] Minoru, U. : A Sudy on an Air-Jet Loom with Substreams Added (Part 1) .
Journal of the Textile Machinery Socienty of Japan, Vol. 25, No. 3 (1972)

[12] Qin Yao-Qi : The Twist Loss of the Weft during Air - jet Weaving.
Journal of the Textile Institute, 1984, I/II, 75, č. 1, s. 60-69