

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str. 1

VŠST Liberec - Fakulta strojní

Stavba výrobních strojů - textilní stroje

Obor 23 - 34 - 8

Vedoucí práce : Ing. Jiří Libánský, VÚTS, Liberec

Konsultant : Ing. Zdeněk Rambousek, VÚTS, Liberec

Počet stran : 82

Počet příloh a tab. : 13 a 5

Počet obrázků : 28

Počet výkresů : 14

Počet modelů : —

DT : 677.052.001.7

Vysoká škola: strojní a textilní
v Liberci
Fakulta: strojní

Katedra: textilních strojů
Školní rok: 1973/74

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Lavel B R O K L

obor 23-34-9 Výrobní stroje a zařízení - textilní stroje

Protože jste splnil... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte výpočet a měření pružiny skřípce z hlediska pevnosti, tvaru a životnosti.
2. Navrhněte jiný způsob uchycení útku, například pryžovou podporou a pod.
3. Vliv vystřelování a brzdění skřípce na jeho pružinu.

Autorské právo je řídí směrnicemi MČK ze dne
24. srpna 1968 č. 131/72/60-1/72 ze dne
12. srpna 1968 č. 131/72/60-1/72 ze dne
31. 8. 1968 č. 131/72/60-1/72 ze dne

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
ÚSTAV PROJEKTU A INOVACE
LIBEREC I - STUDENTSKÁ 8

Rozsah grafických laboratorních prací: výsledky měření v tabulkách a grafech

Rozsah průvodní zprávy: 10 stran

Seznam odborné literatury:

- Jandourek, F. : Tkací stav pro větší šíře. Diplomová práce VŠST, 1971
- Němec : Tuhost a pevnost ocelových částí, II.vydání, Praha, ČSAV, 1963
- Dokumentace VÚTS Liberec a Kovotex n.p. Červený Kostelec

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Libánský, VÚTS, Liberec

Konsultanti: Ing. Miloslav Rambousek, VÚTS, Liberec

Datum zahájení diplomové práce: 15.10.1973

Datum odevzdání diplomové práce: 31.5.1974



Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc.
Vedoucí katedry

Doc. Ing. Oldřich Krejčíř, CSc.
Děkan

v Liberci

dne 15.10.

19 73

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.3
<u>P r o h l á š e n í.</u> Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury. V Liberci dne 31.května 1974 Pavel Brokl <i>Brokl Pavel</i>			

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK .	KTS
Fakulta strojní		1974
		Str.4

<u>OBSAH</u>	
Seznam příloh	str. 7
Seznam výkresů	str. 7
Seznam tabulek	str. 8
Seznam obrázků	str. 8
Přehled nejdůležitějších značek veličin	str.11
1. Úvod	str. 13
2. Rozbor stávajícího provedení pružiny (pera) skřipce na stavu typu OK	str. 15
2.1. Uložení pera a velikost přitlaku na ostruhu skřipce	str. 15
2.2 Pevnostní kontrola pera	str. 17
2.2.1 Průhyb pera s konstantní tloušťkou	str. 17
2.2.2 Průhyb neprizmatického pera	str. 20
2.2.3 Vlastní pevnostní kontrola	str. 25
2.3 Vliv výstřelu a brzdění skřipce na pero	str. 27
2.3.1 Vliv urychlení a brzdění na axiální zajištění pera	str. 28
2.3.2 Vliv urychlení a brzdění skřipce na dodr- žení přitlaku mezi perem a ostruhou skřipce	str. 30
3. Vliv změny některých parametrů na strmost charakteristiky pera a velikost deformace potřebné na vyvolání přitlaku $P = 3kp$	str. 32
3.1 Vliv změny délky pera	str. 33
3.2 Vliv umístění podpory	str. 33
3.3 Vliv změny tloušťky pera	str. 36
3.4 Vliv změny délky 1 zeslabeného konce pera	str. 36
3.5 Shrnutí	str. 36

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
		1974	Str.5
4.	Návrh nového pera	str.	40
4.1	Rozbor jednotlivých variant	str.	40
4.1.1	Varianta a)	str.	40
4.1.2	Varianta b)	str.	43
4.1.3	Varianty c) a d)	str.	43
4.2	Kontrola zajištění proti axiálnímu pohybu pera ve skřipci	str.	45
5.	Návrh pera s pružnou podporou	str.	49
5.1	Použití pružné podpory u stávajícího skřipce	str.	50
5.1.1	Konstrukční a efektivní výška podpory	str.	50
5.1.2	Zjištění míry deformací podpory a pera	str.	53
5.1.3	Pevnostní kontrola stávajícího pera s použitou pružnou podporou	str.	56
5.1.4	Vliv urychlení a brzdění skřipce na pero	str.	57
5.2	Použití pružné podpory s navrženým perem a pozměněným skřipcem	str.	58
5.2.1	Konstrukční návrh pera	str.	58
5.2.2	Konstrukční a efektivní výška podpory	str.	60
5.2.3	Deformace pera a podpory	str.	61
5.2.4	Pevnostní kontrola	str.	63
5.2.5	Kontrola zámku pera namáhaného při urychlení a brzdění skřipce	str.	64
5.2.6	Vliv urychlení a brzdění skřipce na dodržení přitlaku pera na ostruhu	str.	67
5.3	Dodatek ke kapilárnímu pájení mědi	str.	69

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.6
6.	Tepelné zpracování a ůpravy povrchu pera	str. 70	
6.1	Tepelné zpracování stávajícího pera	str. 70	
6.2	Nitridace - možný způsob zvýšení meze ůnavy pera	str. 71	
6.3	Ůpravy povrchu	str. 72	
7.	Přístavek na měření přítaku pera na ostruhu skřipce	str. 75	
7.1	Popis činnosti	str. 75	
7.2	Výpočet pružiny měrky přítaku	str. 75	
8.	Závěr	str. 78	
	Seznam hlavní použité literatury	str. 82	

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.7

SEZNAM PŘÍLOH

P ř í l o h a I Zjištění polohy střediska části momen-
tové plochy stávajícího pera

II Grafické zjištění průhybu stávajícího
pera v bodě C

III Smithův diagram pro stávající pero

IV Zjištění polohy těžiště pera

V Poloha střediska momentové plochy
návrhu pera varianty a)

VI Poloha střediska mom.plochy návrhu b)

VII Poloha střediska mom.plochy návrhu c)

VIII Poloha střediska mom.plochy návrhu d)

IX Smithův diagram pro varianty a) a b)

X Smithův diagram pro varianty c) a d)

XI Smithův diagram pro varianty s pružnou
podporou

XII Zjištění polohy středisek částí momen-
tové plochy konstrukčního návrhu pera

XIII Zjištění polohy těžiště návrhu pera
a polohy těžiště funkčního konce pera
o délce b

SEZNAM VÝKRESŮ

DP-74-KTS-S-03-510 Kompletní skřípec s perem a podporou

... -511 Upravené tělo skřipce

... -512 Dno skřipce

... -513 Skřípec s připájeným dnem

... -514 Stávající pero

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.8

... -515 Stávající čep

... -516 Pružná podpora

DP-74-KTS-S-03 -520 Nově navržený skřípec s perem a apli-
kovanou pružnou podporou

... -521 Upravené tělo skřipce

... -522 Víčko skřipce

... -523 Nový návrh pera

... -524 Skřípec s připájeným víčkem

... -525 Pružná podpora

DP-74-KTS-S-03 -700 Měrka přitlaku pera

SEZNAM TABULEK

T a b u l k a I Hodnoty redukovaných momentů v závislo-
sti na míře x

II Hodnoty pro výpočet velikosti momentové
plochy S_2

III Hodnoty tvrdosti vulkolanu

IV Hodnoty redukovaných momentů

V Velikost síly v závislosti na stlačení
pružiny měrky přitlaku

SEZNAM OBRÁZKŮ

O b r á z e k 1 Uložení stávajícího pera

2 Tvar pera před vsazením do skřipce

3 Způsoby držení ůtku a) systém Sulzer
b) systém Nopas

4 Průběh posouvajících sil T a ohybových
momentů M_0

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str. 9

- 5 Změna tloušťky pera t v závislosti na změně míry x
- 6 Momentová plocha stávajícího pera
- 7 Celkový průhyb y_c v bodě C
- 8 Průběh ohybového napětí v peru během provozního cyklu
- 9 Schema pneumatického prohozu
- 10 Orientace setrvačné síly D při urychlení a brzdění skřipce
- 11 Zánek stávajícího pera
- 12 Vliv změny délky pera na strmost charakteristiky pera a velikost deformace nutné k vyvolání 3 kp
- 13 Vliv změny umístění podpory na charakteristiku pera a velikost deformace nutné k vyvolání 3kp
- 14 Vliv změny tloušťky pera na strmost charakteristiky pera a velikost deformace nutné k vyvolání 3kp.
- 15 Vliv změny délky l zeslabeného konce pera na jeho charakteristiku a velikost deformace nutné k vyvolání 3kp
- 16 Upravený čep
- 17 Tvar nově navrženého pera
- 18 Namáhané průřezy setrvačnou silou D
- 19 Možný způsob zamezení vlivu vrubu
- 20 Dno pro pružnou podporu

VŠST Liberec	Uchytení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojni		1974	Str.10

21 Výška podpor a)stávající provedení

b)stlačená podpora

22 Konstrukční a efektivní výška podpory

23 Míra deformací podpory a pera

24 Redukovaná momentová plocha návrhu pera

25 Zámek návrhu pera

26 Poloha těžiště vzhledem k místu axiál-
ního zachycení pera

27 Napětí v nitridované tyčince při ohybu

28 Pokles meze ůnavy v % pod vlivem
stavu povrchu v poměru k pevnosti
oceli

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.11

PŘEHLED NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH ZNAČEK VELIČIN	
N_1	síla v ůtku u systému Sulzer při prohozu
P_1	síla čelistí systému Sulzer
N_2	síla v ůtku u systému Nopas
P_2	teoreticky nutný přítlak pera na ostru- hu skřipce u systému Nopas
$P = 2,5 \text{ až } 3 \text{ kp}$	použitý přítlak pera na ostruhu u systému Nopas
R_A	reakce v podpoře A
R_B	reakce v podpoře B
P_w	síla pera při zvětšení deformace o $w = 2 \text{ mm}$
D	setrvačná síla
M_o	ohybový moment
M_r	redukovaný ohybový moment
I	plošný moment setrvačnosti
W_o	průřezový modul v ohybu
ζ_d	minimální (dolní) ohybové napětí
ζ_h	maximální (horní) ohybové napětí
ζ_m	střední napětí
ζ_a	amplituda napětí
n	bezpečnost
$a+b$	délka pera
a	vzdálenost podpor
b	délka volného (funkčního) konce pera
c	šířka pera
l	délka zeslabeného konce pera

VŠST Liberec Fakulta strojní	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
		1974	Str.12
h	tloušťka pera		
t	tloušťka pera v určitém místě zeslabeného konce pera (závisí na poloze místa od konce pera)		
s	délka konce pera, kde se šířka $\bar{c} = 8\text{mm}$ zmenšuje na 6 mm		
$y (= y_c)$	deformace pera v bodě C nutná pro vyvolání přitlaku $P = 3\text{kp}$		
y_1	deformace konce pera o délce b		
$w = 2\text{mm}$	deformace pera nutná při navádění ůtku mezi pero a ostruhu		
ϑ_B	sklon pera v podpoře B		
l	konstrukční výška pružné podpory		
l'	efektivní výška pružné podpory		
Δl	stlačení pružné podpory při vsazení pera do skřipce		
$\Delta l'$	snížení pružné podpory proti konstrukční výšce při zvětšení deformace pera o w		
v	průhyb pera při zvětšení deformace pera o w		
z'	deformace podpory při navádění ůtku ($w = 2\text{mm}$)		
z	přepočtená deformace podpory do bodu C		

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.13

1. ÚVOD

V současné době stále ještě převažuje klasický způsob tvorby tkaniny. Tradiční mechanismy jsou postupně zdekonalovány novými automatickými prvky. Neustálým zvyšováním produkce vyvstávají různé překážky, z nichž nejzávažnější je prohezl člunku. Proto se do tkalcoven zavádějí stavy, u kterých se používá k zanášení útku do prošlupu jiných elementů.

Od způsobu zanášení útku je pak odvozen název principu. O všech se dá říci, že jsou bezčlunkové. Jednou z jejich výhod je skutečnost, že odebírají útek z křížové cívky a tím dochází k likvidaci některých technologických procesů, na př. soukání na kanety. Další výhodou je možnost zvýšení parametrů, především otáček stavu.

Nejrozšířenější v provozu jsou skřipcové systémy, s nimiž je již (především se stavy Sulzer) dostatek provozních zkušeností. V ČSSR byl minulých letech předán do výroby skřipcový stav Novestav a v poslední době další skřipcový stav typu OK. Na stavu typu OK v současné době pokračuje vývoj s cílem zvýšit parametry výkonu a spolehlivost provozu.

Jedním z problémů je zajistit dokonalé uchycení útku ve skřipci po celou dobu trvání prohozu - tedy během urychlení skřipce, jeho průletu prošlupem a brzdění. Tomuto faktu je nutné podříditi konstrukční zpracování skřipce a vlastního funkčního elementu - pera.

Konstrukčním řešením skřipce je nutné dosáhnout, aby byl jednoduchý a dostatečně robustní, aby dobře odolával vysokému namáhání při vystřelování, brzdění a aby jeho prů-

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
		1974	Str.14

Fakulta strojní

let vodícím hřebenem byl klidný (tzn.,aby vbíhal do následující lamely klidně).

Pero musí především zajišťovat dokonalé zachycení ůtku, mělo by mít poměrně jednoduchý tvar a vydržet dostatečný počet prohozů. S požadavkem jednoduchého tvaru souvisí také ekonomická stránka jeho výroby. Avšak snižování výrobních nákladů nemá jít na úkor plnění funkce pera. Počet provozních cyklů, který není zdaleka zanedbatelný, je svázán mimo jiné také s tvarem pera.

Předpoklad dokonalého uchycení ůtku v sobě zahrnuje hned několik problémů. Pero především nesmí být příliš "tvrdé", to znamená, závislost velikosti síly na deformaci pera nemá mít příliš strmou směrnici. Pero se nemá brzy unavit - tzn. nedojde k poruše pera, ale hodnota přitlaku klesá. Rovina pera by měla být rovnoběžná s osou výstřelu skřipce, aby momenty vzniklé od setrvačných sil při urychlování a brzdění skřipce negativně nepůsobily na funkci pera.

Důležitou roli hrají vibrace pera při prohozu skřipce prošlupem (vzláště při přechodu ze skřipcové skříně do vodícího hřebenu a naopak).

V diplomové práci jsem se snažil některé problémy vyřešit. Úvahy, které jsou v práci vysloveny, se opírají jednak o matematické závislosti, jednak o zkušenosti získané ve VÚTS konsultantem s. ing. Rambouskem.

Protože veškeré předchozí zprávy i podkladové materiály/používají technické soustavy jednotek, nebyla také v této DP vědomně použita soustava SI. Byla tak zajištěna lepší názornost, dále návaznost uvedených výpočtů na předcházející a také snazší použití práce ve VÚTS a průmyslu.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str. 15

2. ROZBOR STÁVAJÍCÍHO PROVEDENÍ PRUŽINY (PERA) SKŘIPCE NA STAVU TYPU OK.

2.1. U l e ž e n í p e r a a v e l i k o s t p ř í t l a - k u n a o s t r u h u s k ř i p c e .

Pere používané na stavu typu OK 4 je ve skřipci ulože-
no jako nosník na dvou podporách, na jehož převislém konci
působí síla. (obr. 1)

Její velikost se má pohybovat v rozmezí $2,5 \div 3$ kp v
místě styku pera s ostruhou skřipce. Tato síla vzniká vsa-
zením ztvarovaného pera (viz. obr.2) do těla skřipce.

Je zajímavé porovnat sílu nutnou pro držení ůtku u
stavu Sulzer a našich systémů. U stavu Sulzer je ůtek dr-
žen mezi čelistmi pera (viz obr. 3a), kde platí vztah

$$N_1 = 2P_1f \quad (1)$$

Pro různé druhy přízí pak používá přítlak v rozmezí

$$P_1 = (1\,700 \text{ až } 2\,500) \pm 100 \text{ g}$$

U systému NOPAS je ůtek opásán kolem pevného výstupku
- ostruhy - ke kterému ůtek pružina přidržuje (viz obr.3b)

Pro zachycení ůtku opásáním lze psát podmínku dle

Eulerova vztahu:

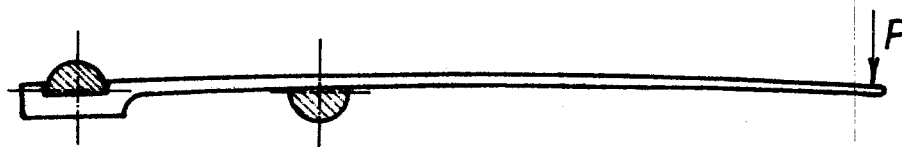
$$N_2 = 2P_2f e^{f\alpha} \quad (2)$$

N_2 - síla v ůtku

P_2 - velikost přítlaku

f - koeficient tření

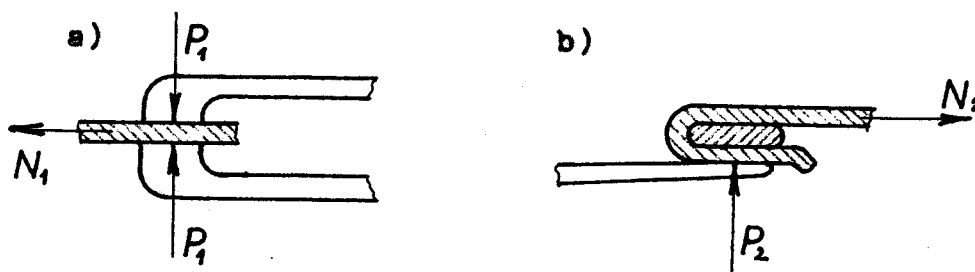
α - úhel opásání ůtku kolem ostruhy



Obr. 1 - Uložení stávajícího pera



Obr. 2 - Tvar pera před vsazením do skřípce



Obr. 3 - Způsoby držení útku

a) systém Sulzer

b) systém Nepes

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.17

$$P_2 = \frac{N_2}{2fe f_a} \quad (3)$$

Jestliže budeme předpokládat, že síla v ůtku bude v obou případech stejná, tzn. $N_1 = N_2$, pak by teoretický přítlak vycházel dle vztahu

$$P_2 = \frac{P_1}{e f_a} \quad (4)$$

pro různé druhy přízí v rozmezí $P_2 = (661 \div 975)g$.

Protože však pere vlivem urychlení, průletu a brzdění skřipce podléhá různým rázům, chvění, tzn. nezajistilo by dokonalé držení ůtku, je nutné přítlak zvětšit na výše uvedenou hodnotu.

2.2 P e v n o s t n í k o n t r o l a p e r a .

Pere skřipce je dynamicky namáháno proměnlivým ohybovým napětím. Nižší hodnota ohybového napětí je po dobu zanášení ůtku do prošlupu. Během doby, po kterou je pere stisknuto a ůtek je uchycován mezi pere a ostruhu skřipce, napětí (tzn. i síla nutná ke stisknutí pera) vzroste. Chceme-li tedy provést pevnostní kontrolu pera, musíme znát maximální a minimální hodnotu ohybového napětí, tzn. míru deformací zatíženého pera proti jeho volnému stavu. Z toho důvodu je nejprve řešen průhyb pera.

2.2.1. Průhyb pera s konstantní tloušťkou.

Jak bylo již v kapitole 2.1 uvedeno, je pere ve skřipci uloženo dle (obr.1) jako nosník na dvou podporách s převislým koncem. Vezmeme-li v ůvahu nejprve pere s konstantní tloušťkou, je průběh posouvajících sil T a ohybových momen-

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.18

tů M_0 znázorněn na obr. 4.

Reakce v podporách A a B jsou:

$$R_A = P \frac{b}{a} \quad (5)$$

$$R_B = \frac{P}{a} (a + b) \quad (6)$$

Rovnici ohybové čáry získáme pro dvě oblasti nosníku -
-pera integrací diferenciální rovnice

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} = y'' = - \frac{M(x)}{EI} \quad (7)$$

První je oblast mezi podporami a platí pro ni rovnice

$$y'' = - \frac{1}{EI} P \frac{b}{a} x \quad (8)$$

a integrací získáme výraz pro průhyb

$$y = - \frac{1}{EI} \left(P \frac{b}{a} \frac{x^3}{6} + C_1 x + C_2 \right) \quad (9)$$

Integrační konstanty C_1 a C_2 určíme z okrajových podmínek

$$\begin{aligned} y(0) &= 0 \\ y(a) &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Rovnice pro ohybovou čáru v první části je

$$y = - \frac{Pb}{6EI} \left(\frac{x^3}{a} - ax \right) \quad (11)$$

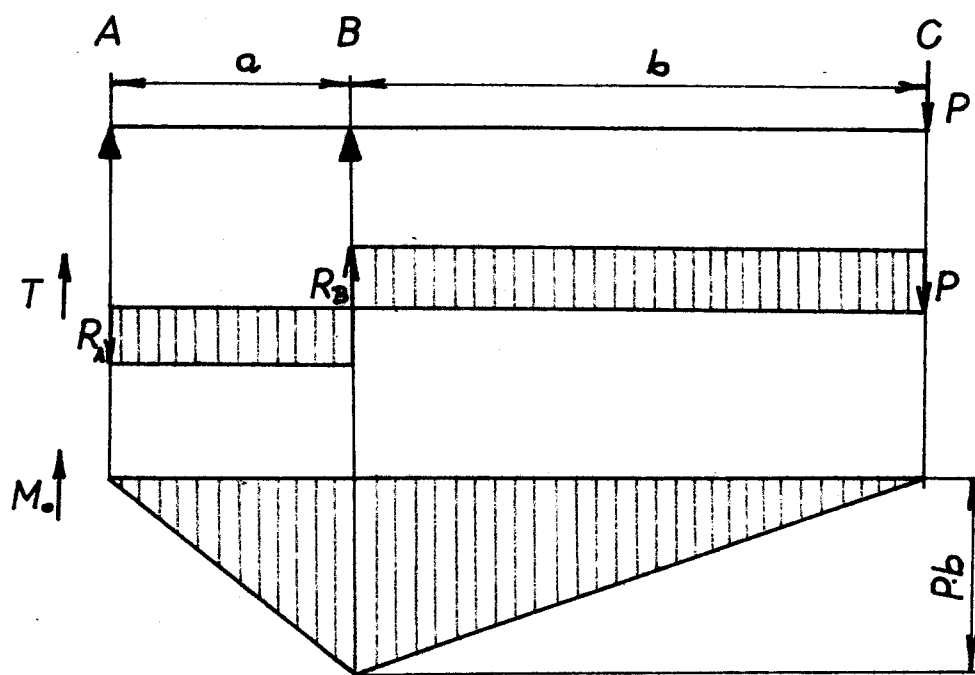
Obdobně získáme pro část druhou - převislý konec -
-rovnici ohybové čáry

$$y = \frac{P}{EI} \left[\frac{x^3}{6} - \frac{bx}{6} (2a + 3b) + \frac{b^2}{3} (b+a) \right] \quad (12)$$

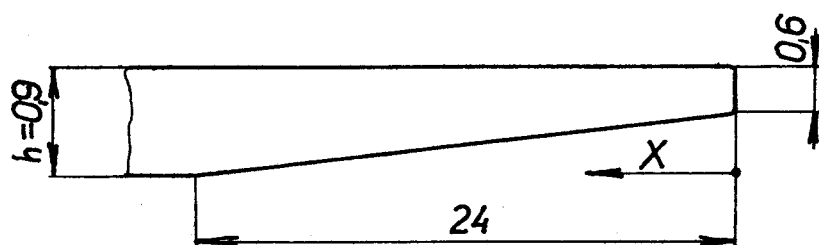
Snadno zjistíme, že pro průhyb bodu C platí vztah

$$y = \frac{P b^2}{3EI} (b + a) \quad (13)$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.19



Obr. 4 - Průběh posouvajících sil T a ohybových momentů M_0 .



Obr. 5 - Změna tloušťky t pera v závislosti na změně míry x

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.20

Jelikož však pero o konstatní tloušťce má mnoho nevýhod - brzy se unaví, má velmi strmou charakteristiku (velmi rychle vzrůstá velikost síly s rostoucí deformací pera) a je značně citlivé na vibrace, ukázalo se, že je vhodné používat per s měnící se tloušťkou.

Ku příkladu pero tloušťky $h = 1 \text{ mm}$ pro vyvinutí přítlaku 3 kp potřebuje jen 5 mm deformaci. Ovšem při průhybu již o 2 mm větším velikost síly vzroste na $4,25 \text{ kp}$.

2.2.2 Průhyb neprizmatického pera.

U těchto per není zjištění průhybu tak jednoduchou záležitostí. Potřebujeme zjistit deformaci pera v bodě C a je výhodné použít Mehrovu metodu.

Protože se mění tloušťka pera (tzn. také změnu plošného momentu setrvačnosti I), použijeme redukováných momentů. Redukci provádíme na moment v oblasti $h = 0,9 \text{ mm}$.

$$M_r = M_o \frac{I_1}{I(x)} \quad (14)$$

Tloušťka pera se mění v rozmezí $h \in \langle 0,9 ; 0,6 \rangle$

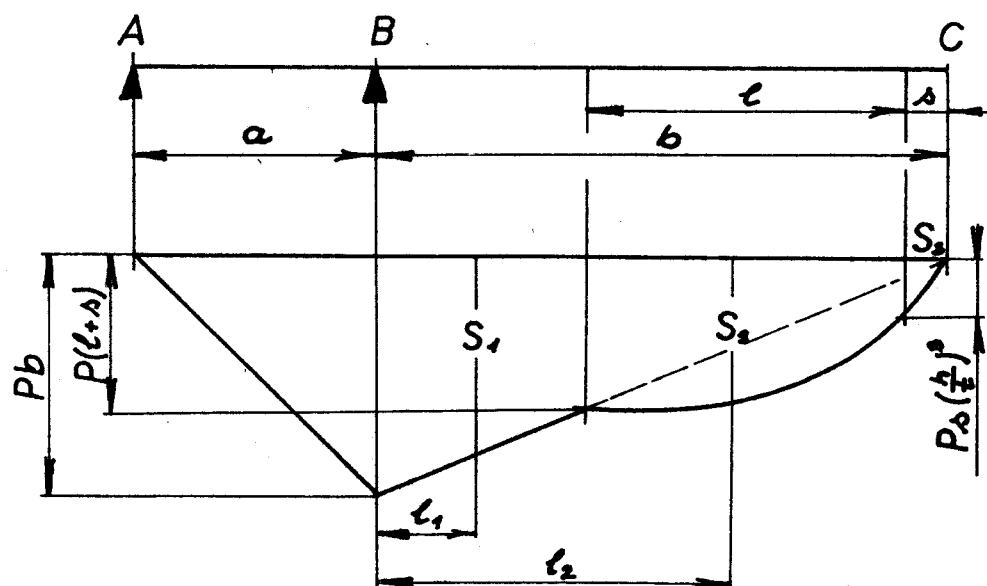
dle vztahu

$$t = 0,6 + \frac{0,9 - 0,6}{24} x \quad (15)$$

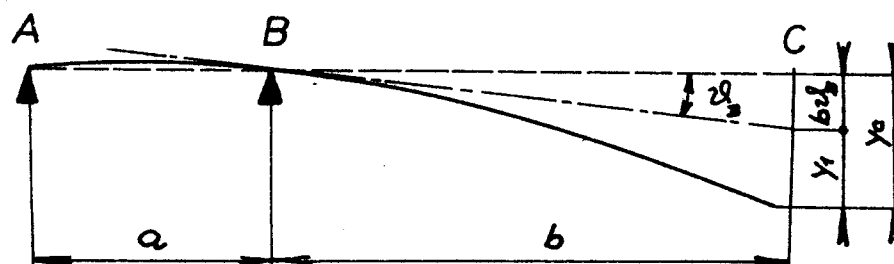
což je patrné z obrázku 5.

Hodnoty redukováných momentů v závislosti na míře x jsou v tabulce I.

Momentová plocha je naznačena na obr. 6.



Obr. 6 - Momentová plocha

Obr. 7 - Celkový průhyb y_c v bodě C ϑ_B - sklon pera v podpoře B $\vartheta_B b$ - snížení v bodě C od sklonu ϑ_B y_1 - snížení vlivem prohnutí délky b pera

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.23

Tab.I - str.20 Hodnoty redukováných momentů v závislosti na míře x

x [mm]	2,7	5	10	15	20	24
t [mm]	0,6338	0,6625	0,725	0,7875	0,85	0,9
M_r [kpmm]	23,3	37,5	57,5	67,5	71,5	72

Tab.II - str.22 Hodnoty pro výpočet velikosti momentové plochy S_2

x	$t = 0,6 + 0,0125x$	$\left(\frac{h}{t}\right)^3$	$y_i = M_r = 3x\left(\frac{h}{t}\right)^3$
2,7	0,6336	2,85	y_0 23,0850
4,83	0,660	2,54	$4y_1$ 147,2184
6,96	0,687	2,26	$2y_2$ 94,3776
9,09	0,714	2,00	$4y_3$ 218,1600
11,22	0,740	1,80	$2y_4$ 121,1760
13,35	0,767	1,62	$4y_5$ 259,524
15,48	0,794	1,46	$2y_6$ 135,6048
17,61	0,820	1,33	$4y_7$ 281,0556
19,74	0,847	1,20	$2y_8$ 142,1280
21,87	0,874	1,10	$4y_9$ 288,6840
24,00	0,9	1,00	y_{10} 72,0000

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.22

Pro celkový průhyb na konci pera - v bodě C - platí:

$$y = b \varphi_B + y_1$$

Význam jednotlivých označení je patrný z obr. 7.

Pro vyčíslení celkového průhybu je nutné znát velikosti částí momentové plochy a polohu jejich těžiště. Celá momentová plocha na obr. 6 byla z toho důvodu rozdělena na 3 části.

Plocha S_1 je prostý lichoběžník, jehož obsah je

$$S_1 = \frac{1}{2} [Pb + P(1 + s)] (b - 1 - s) \quad (17)$$

a graficky zjištěné těžiště leží ve vzdálenosti $l_1 = 6,5\text{mm}$ od podpory B.

Plochu S_3 můžeme považovat přibližně za trojúhelník.

Pak platí

$$S_3 = \frac{1}{2} P \cdot s \left(\frac{h}{t}\right)^3 \cdot s \quad (18)$$

a těžiště leží ve vzdálenosti $\frac{2}{3} \cdot s$ od konce pera.

Plocha S_2 byla určena numericky podle zobecněného Simpsonova pravidla

$$S_2 = \frac{k}{3} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 4y_{2m-1} + y_{2m}) \quad (19)$$

kde k znamená krok, kterým se pohybujeme po daném intervalu $\langle i ; j \rangle$:

$$k = \frac{j - i}{2m} = \frac{24 - 27}{10} = 2,13 \quad (20)$$

a y_0 až y_{2m} jsou funkční hodnoty v jednotlivých bodech vzdálených právě o krok k (bližší v pramenu [4]).

Jelikož bylo k výpočtu použito kalkulačky, je výpočet ve formě tabulky II.

VŠST Liberec	Uchyacení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.24

Těžiště této plochy bylo zjištěno graficky jako těžiště složené plochy a leží ve vzdálenosti $l_2 = 23,25$ mm od podpory B (viz příloha I).

Pak celkový průhyb po dosazení je dán výrazem

$$y_c = \frac{Pab^2}{3EI} + \frac{1}{EI} [S_1 (b - l_1) + S_2 (b - l_2) + S_3 \cdot \frac{2}{3} \cdot s] \quad (21)$$

$$y_c = \frac{3,1345 \cdot 16}{3 \cdot 2,14 \cdot 10^4 \cdot 0,486} + \frac{1}{1,045 \cdot 10^4} [3,485 \cdot 10^4 + 17343,37 + 56,5] \quad (23)$$

$$y_c = 7,03 \text{ mm} \quad (24)$$

Aby pružina vyvinula přítlak 3kp, deformace pružiny v bodě C musí dosáhnout cca 7 mm.

Velikost této deformace byla pro kontrolu zjišťována také graficky. Konstrukce je uvedena v pramenech [1] a [7]. Momentovou plochu nahradíme po částech soustředěným zatížením:

$$S_1 = \frac{1}{2} Pb \cdot a = 8,8 \text{ kpcm}^2 \quad (25)$$

$$S_2 = [Pb + P(1 + s)] (b - l - s) \frac{1}{2} = 11,55 \text{ kpcm}^2 \quad (26)$$

$$S_3 = 12,66 \text{ kpcm}^2 \quad (27)$$

$$S_4 = \frac{1}{2} s \cdot P \cdot s \left(\frac{h}{t} \right)^3 = 0,315 \text{ kpcm}^3 \quad (28)$$

Součinitel zvětšení n byl volen 5,225 a tedy půlová vzdálenost je $\frac{EI}{n} = 20$ cm. Konstrukce je v příloze II.

Maximální průhyb byl zjištěn 0,74 cm a s ohledem na možnost přesnosti grafické konstrukce se v podstatě shoduje s vypočteným.

Při upevňování útku do skřípce je pružina stlačena o další 2 mm. Celková deformace je tedy 9,03 mm a platí

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.25

$$9,03 = P_w \cdot 0,685 + \frac{1}{10450} (11\,600 \cdot P_w + 5785 P_w + 18,8 P_w) \quad (29)$$

Síla, kterou stlačujeme pružinu, musí být

$$P_w = 3,845 \text{ kp}$$

Velikost síly kolísá tedy mezi hodnotami 3kp a 3,845kp

2.2.3 Vlastní pevnostní kontrola

Vlivem změny síly dochází ke změně velikosti ohybového napětí, jehož průběh je zhruba naznačen na obr.8.

Průřezový modul v ohybu kritického místa - místa s maximálním ohybovým momentem - je

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot ch^2 = \frac{1}{6} \cdot 8 \cdot (0,9)^2 = 1,08 \text{ mm}^3 \quad (30)$$

Minimální hodnota ohybového momentu je

$$M_{o \min} = P \cdot b = 110,1 \text{ kpm} \quad (31)$$

A tomu odpovídá napětí

$$\sigma_a = 102 \text{ kp/mm}^2$$

Maximální hodnota momentu je

$$M_{o \max} = 141,3 \text{ kpm} \text{ a tedy } \sigma_n = 131 \text{ kp/mm}^2$$

Střední napětí je dáno výrazem

$$\sigma_m = \frac{\sigma_n + \sigma_a}{2} \quad (32)$$

a dosahuje hodnoty $\sigma_m = 116,5 \text{ kp/mm}^2$ a amplituda napětí je

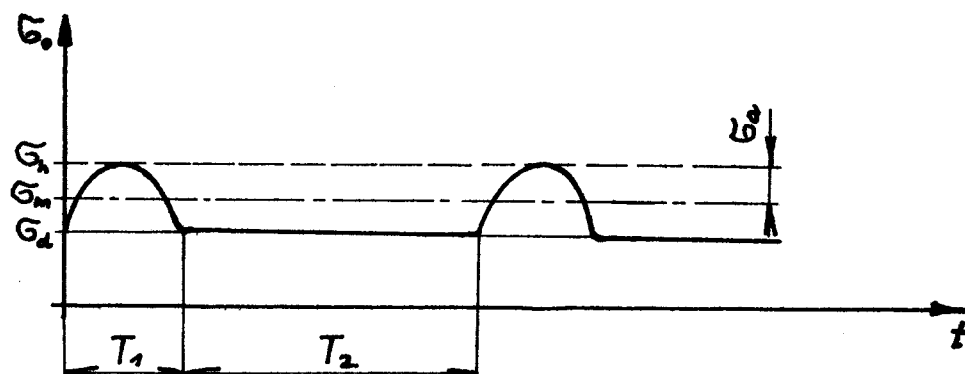
$$\sigma_a = \frac{\sigma_n - \sigma_a}{2} = 14,5 \text{ kp/mm}^2 \quad (33)$$

Vezmeme-li v ůvahu použitý materiál a jeho hodnoty, vyjde nám ze Smithova diagramu (příloha III) bezpečnost

$$n = 1,148$$

Pere by teoreticky mělo vydržet velký počet zatěžovacích cyklů. Bezpečnost je však velmi malá i pro takto

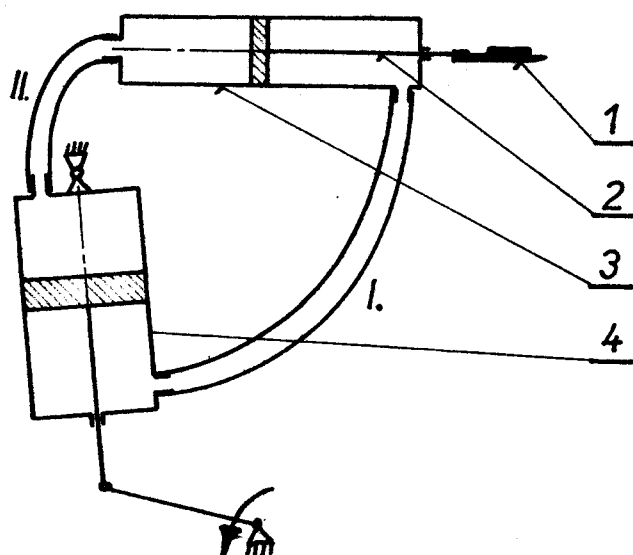
VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.26



Obr. 8 - Průběh ohybového napětí v peru během provozního cyklu

T_1 - doba, během které je pero stásknuto a útek je zaváděn do skřípce.

T_2 - doba zanášení útku do prošlupu.



Obr. 9 - Schema pneumatického prohozu

1 - skřípec

2 - pístnice

3 - vystřelovací válec

4 - stlačovací válec

I - přepočtčí okruh

II- okruh pro přívod tlakového vzduchu

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.27

ideálně uvažované pero bez vrubů. Proto vrub, který může vzniknout při výrobě, značně lokálně sníží materiálové hodnoty a pero praská po krátké době provozu. Uspokojivé výsledky nedostaneme ani při zesílení pera v kritickém místě na $h = 1 \text{ mm}$. Změní se plošný moment setrvačnosti $I = 0,666 \text{ mm}^4$. Pero má jednak příliš strmou charakteristiku a při středním napětí $\sigma_m = 99,35 \text{ kp/mm}^2$ a amplitudě $\sigma_a = 16,65 \text{ kp/mm}^2$ vyjde bezpečnost $n = 1,215$.

2.3 Vliv výstřelu a brzdění skřipce na pero.

U stavu tohoto typu bylo použito pneumatického provozu skřipce. Tlaková energie vzduchu ve stlačovacím válci je převedena na kinetickou energii soustavy pístnice - skřipce. Stlačovací a vystřelovací válec jsou spojeny hadicemi: okruh I. zajišťuje přepouštění vzduchu (tlumení pístnice) a okruh II. slouží k přivedu tlakového vzduchu (obr. 9).

Urychlení skřipce se děje na dráze 70 mm se zrychlením $1\,000 \text{ g}$ na počátku (hodnota z VŮTS). Pro ucelení představy lze uvést ještě pohybovou rovnici:

$$ma = -T - U - X_n - O_{pr} \quad (34)$$

kde je T - síla smykového tření vzniklá pohybem skřipce mezi paprskem a vodící lamelou

U - síla odporu stahování ůtku

X_n - síla zahrnující výrobní toleranci a chvění

O_{pr} - odporová síla prostředí

Tato pohybová rovnice byla podrobně rozpracována v pramenu [3].

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.28

Jaký vliv má vystřelení skřipce na pero ?

2.3.1 Vliv urychlení a brzdění na axiální zajištění pera

Při urychlení a brzdění skřipce působí na pero setrvačná síla D . Tato síla mění svoji velikost a má při brzdění opačnou orientaci než při urychlení skřipce (obr.10)

Je-li skřípec urychlován zrychlením $a = 1\,000\text{ g}$, působí na pero setrvačná síla $D = 3,45\text{ kp}$.

$$D = m \cdot a = 1000 \cdot m \cdot g = 1000 \cdot 3,45 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 = 33,9\text{ N} \quad (35)$$

$$D = 3,45\text{ kp}$$

Patka pera je namáhána buď na ohyb nebo na ustřížení za předpokladu, že v zámku není vůle. V jiném případě dochází k rázům (obr. 11).

Ohybový moment dosahuje hodnot

$$M_o = 3,45\text{ kpmm}$$

a tedy maximální napětí ohybové je

$$\sigma_o = 1,15\text{ kp/mm}^2.$$

Smykové napětí pak vzroste až na velikost

$$\tau = \frac{D}{S} = \frac{3,45}{12} = 0,29\text{ kp/mm}^2. \quad (36)$$

I když jde o dynamické namáhání, není pravděpodobné, že by bylo pero vlivem tohoto namáhání porušeno, je-li splněn výše uvedený předpoklad a vezmeme-li v úvahu hodnoty materiálu použitého na výrobu pera.

Při brzdění pera je pravděpodobnost porušení ještě menší, neboť zpomalení a tím i setrvačná síla dosahují menších hodnot.

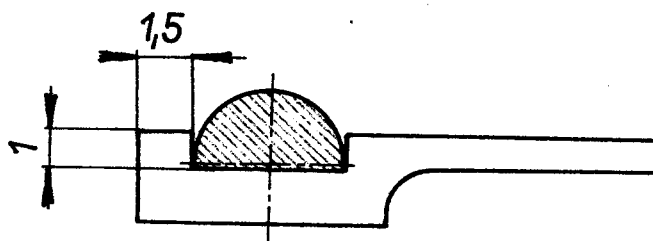
Tyto předpoklady byly potvrzeny i v praxi, kde se při provozu poruchy tohoto rázu nevyskytovaly.

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.29



urychlení : $\vec{v}$ $\vec{a}$ $\vec{D}$
 brzdění : $\vec{v}$ $\vec{a}$ $\vec{D}$

Obr. 10 - Orientace setrvačné síly $\vec{D}$ při urychlení a brzdění skřípce



Obr. 11 - Zámek stávajícího pera

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojni		1974	Str.30

2.3.2 Vliv urychlení a brzdění skřipce na dodržení přitlaku mezi perem a ostruhou .

Rozboru tohoto problému předcházelo určení polohy těžiště pera. Pero lze považovat za ůtvar složený z jednoduchých ůtvarů, u nichž polohu střediska známe. Těžiště pera pak určíme následovně: do středisek částí připojíme vektory ůměrné jejich velikosti a graficky sestrojíme výslednici. Středisko leží na nositelce.

Velikost vektorů jednotlivých částí:

$$V_1 = 2,5 \cdot 6,5 \cdot 8 - 4 \cdot 1 \cdot 8 = 98 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = 27 \cdot 0,9 \cdot 8 + 2,28 = 196,78 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = \frac{0,9 + 0,634}{2} \cdot 21,3 \cdot 8 = 131 \text{ mm}^3$$

$$V_4 = \frac{8 + 6}{2} \cdot 2,7 \cdot \frac{0,634 + 0,6}{2} = 11,7 \text{ mm}^3$$

Poloha těžiště je zjištěna graficky v příloze IV a.

Další řešení je založeno na principu o pohybu střediska soustavy hmotných bodů [6]. Pohyb střediska hmotné soustavy lze pokládat za pohyb bodu, jehož hmota se rovná hmotě celé soustavy a do něhož jsou posunuty všechny vnější síly.

Hmota pružiny je $m = 3,45 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$. Při urychlení skřipce působí v těžišti pera setrvačná síla

$$D = 3,45 \text{ kp}$$

Graficky bylo zjištěno (příloha IV b), že těžiště leží maximálně $e = 1 \text{ mm}$ nad osou výstřelu (za tuto lze pokládat spojnicí os obou podpěrných čepů). Tedy v době urychlení skřipce působí na pere moment, který svojí orientací má snahu

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.31

snížit přítlak pera na ostruhu.

Velikost tohoto momentu je

$$\begin{aligned}\bar{M}_o &= D \cdot e \\ \bar{M}_o &= 3,45 \text{ kpmm}\end{aligned}\tag{37}$$

Přítlak $P = 3\text{kp}$ vyvolává ohybový moment $M_o = 110,1 \text{ kpmm}$.
Moment $\bar{M}_o$ působí proti M_o :

$$M_{ov} = M_o - \bar{M}_o$$

Výsledný moment v době maximálního zrychlení je tedy

$$\begin{aligned}M_{ov} &= 110,1 - 3,45 \\ M_{ov} &= 106,65 \text{ kpmm}\end{aligned}\tag{38}$$

a tedy pero zajišťuje přítlak

$$\frac{M_{ov}}{b} = 2,9 \text{ kp}\tag{39}$$

To znamená hodnotu stále ještě plně vyhovující. Při brzdění vzniká setrvačná síla opačného směru. Svým působením tedy přítlak ještě zvětšuje. Z těchto ůvah a výpočtů je zřejmé, že setrvačná síla vznikající při zrychlení a zabrzdění skřipce vliv na dodržení přítlaku nemá. Jiná otázka - a ne zanedbatelná - je možnost vzniku vibrací pera.

VŠST Liberec	Uchyacení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.32

3. VLIV ZMĚNY NĚKTERÝCH PARAMETRŮ NA STŘMOST CHARAKTERISTI- STIKY PERA A VELIKOST DEFORMACE POTŘEBNĚ NA VYVOLÁNÍ PŘÍTLAKU $P = 3kp$.

Rozměry pera jsou omezené velikostí skřipce. Nechceme-li při konstrukčním návrhu nového pera zásadně měnit rozměry skřipce a tím zasahovat dosti hrubě do celé koncepcce stroje, jsme při návrhu omezení určitými mezními rozměry pera. Pro ucelení představ o vzájemné souvislosti vlastností pera s některými jeho parametry, je vhodné znázornit si některé z nich na grafech. Vždy je uvedená závislost tuhosti pera a velikosti deformace na změně jednoho parametru pera při ostatních parametrech konstantních. Kdyby se vzala v ůvahu ještě změna dalšího parametru, obdržela by se soustava křivek vzájemně vzdálených o míru ůměrnou velikosti změny tohoto parametru.

Význam jednotlivých použitých symbolů je ve všech čtyřech případech stejný; preto je uveden již nyní:

- a + b celková délka pera
- a vzdálenost podpor
- b délka volného konce pera
- c šířka pera
- h tloušťka pera
- $P = 3kp$ přítlak pera na ostruhu
- y deformace konce pera potřebná k vyvolání přítlaku $P = 3kp$
- l délka zeslabeného konce pera

VŠST Liberec	Uchyacení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.33

P_w síla v peru při zvětšení deformace

$q/w = 2 \text{ mm}$ (charakteristika pera)

3.1 V l i v z m ě n y d ě l k y p e r a (obr. 12)

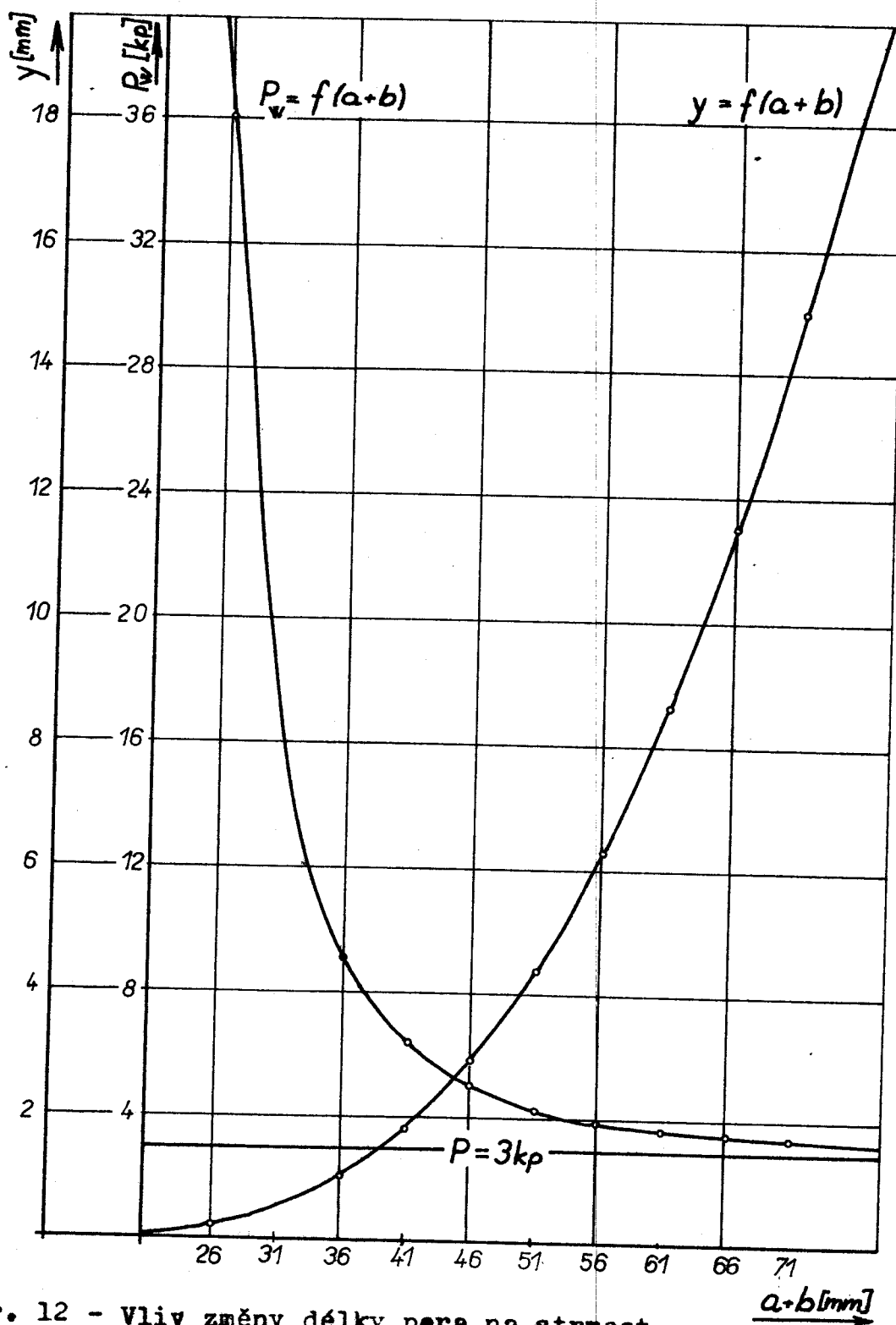
Uvažujeme pouze vliv změny délky pera při konstantní vzdálenosti podpor, konstantní šířce a tloušťce pera. Je názorně vidět, že od délky 50 mm a menší, neúměrně vzrůstá síla v peru při zavádění ůtku - pero má strmou charakteristiku. Optimum délky se pohybuje v rozmezí 55 až 65 mm (vzhledem k velikosti skřipce a k uvažované vzdálenosti podpor). Při dalším zvětšení délky neúměrně vzrůstá velikost deformace nutné k vyvolání síly $P = 3 \text{ kp}$, ale vzrůst velikosti síly při stlačení pera je malý.

Vezmeme-li v ůvahu změnu dalších parametrů, jako na příklad změnu polohy podpory nebo změnu tloušťky, dostaneme křivky podobné, pouze posunuté vlevo či vpravo podle velikosti ^{změny} tohoto dalšího parametru.

3.2 V l i v u m í s t ě n í p o d p o r y (obr.13)

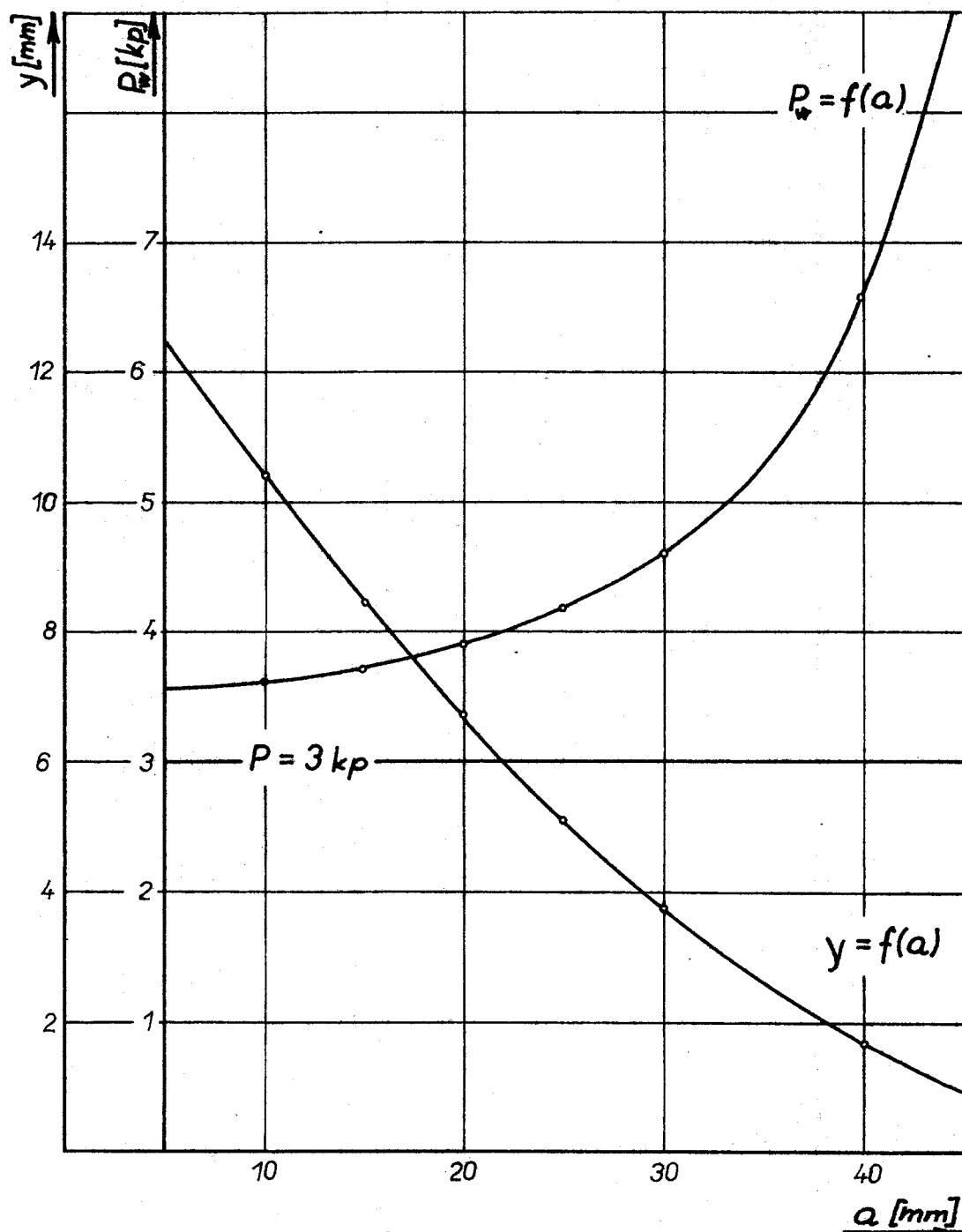
Konstatní zůstává v tomto případě délka pera, jeho šířka a tloušťka. Je zřejmé, že v ůvahu připadá vzdálenost podpor v rozmezí 10 - 20 mm, kdy je tuhost pera 60 mm dlouhého poměrně vyhovující.

Zvětší-li (změní-li) se ještě délka pera, křivka $P_w = f(a)$ se posune dolů (nahoru) a křivka $y = f(a)$ se posune nahoru (dolů).



Obr. 12 - Vliv změny délky pera na strmost
charakteristiky pera a velikost deformace
nutné k vyvolání 3 kp.

$a = \text{konst} = 16 \text{ mm}$, $c = \text{konst} = 8 \text{ mm}$,
 $h = \text{konst} = 1 \text{ mm}$



Obr. 13 - Vliv změny umístění podpory na charakteristiku pera a velikost deformace nutné k vyvelení 3 kp
 $a + b = \text{konst} = 60 \text{ mm}$, $\phi = \text{konst} = 8 \text{ mm}$,
 $h = \text{konst} = 1 \text{ mm}$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.36

3.3 V l i v z m ě n y t l o u š ť k y p e r a (obr.14)

Změna tloušťky pera je jen v malých mezích a proto se vzrůst síly při zavádění ůtku neprojevuje tak význačně, jako v minulých případech. Změna potřebné deformace je větší. Přijatelná tuhost (strmost charakteristiky) je u per o tloušťce 0,9 až 1,0 mm. Při větších tloušťkách má již pero příliš strmou charakteristiku.

Při zvětšení (změnění) délky se křivka $P_w = f(h)$ posune dolu (nahoru), křivka $y = f(h)$ nahoru(dolu) a zvětšením (změněním) vzdálenosti podpor se posune $P_w = f(h)$ nahoru (dolu) a $y = f(h)$ dolu (nahoru).

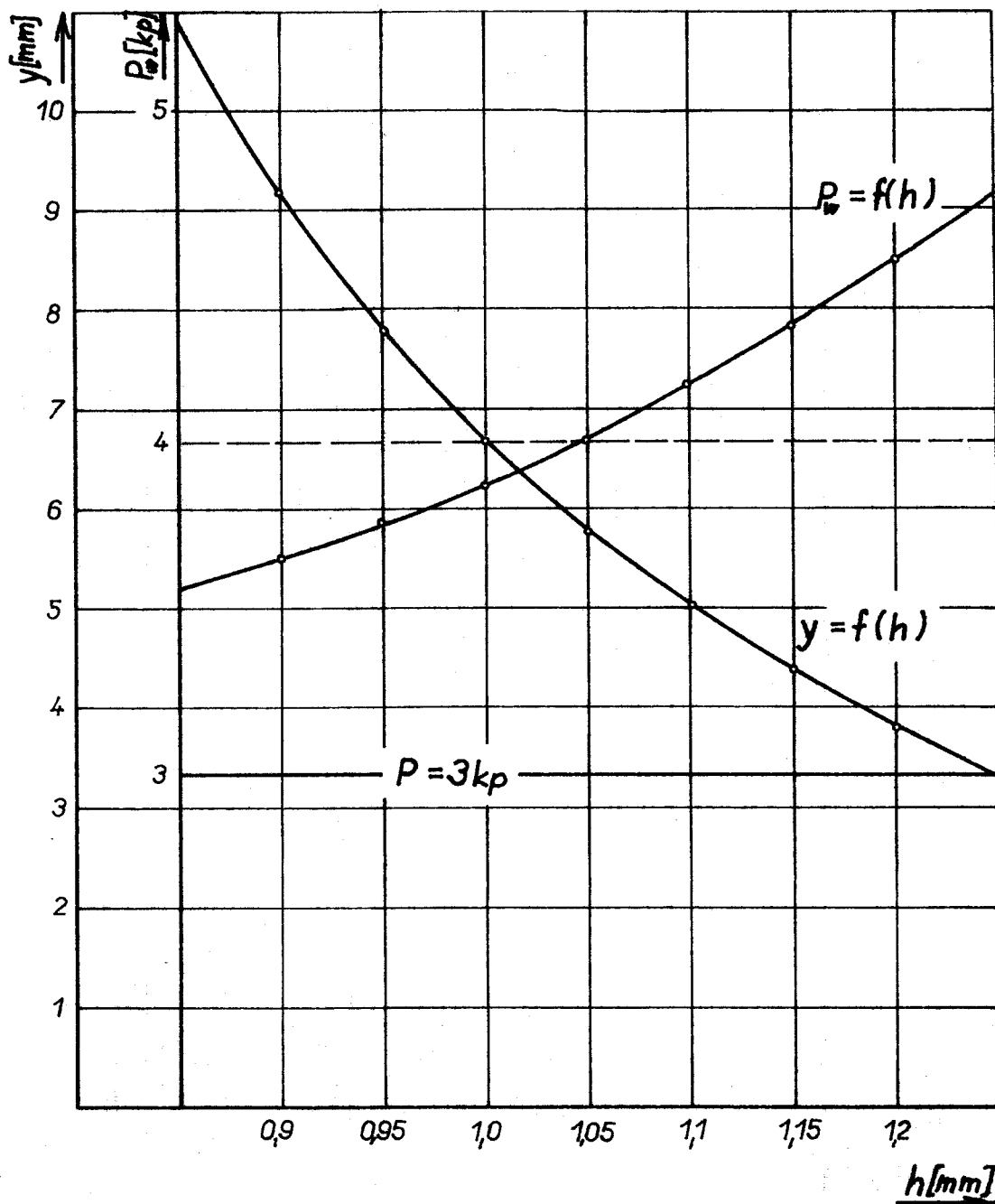
3.4 V l i v z m ě n y d ě l k y l z e s l a b e n ě h o k o n c e p e r a (obr.15)

Tloušťka se mění v rozmezí $h \in \langle 1; 0,5 \rangle$ na délce l . Vliv tohoto zeslabení pera na jeho tuhost má podstatný vliv od délky $l = 20 - 25$ mm. Při kratší délce zeslabeného konce je jeho vliv nepatrný. Při délce l větší než 35 mm zase neúnosně vzrůstá deformace y (a tím i výsledné zakřivení pera ve skřipci).

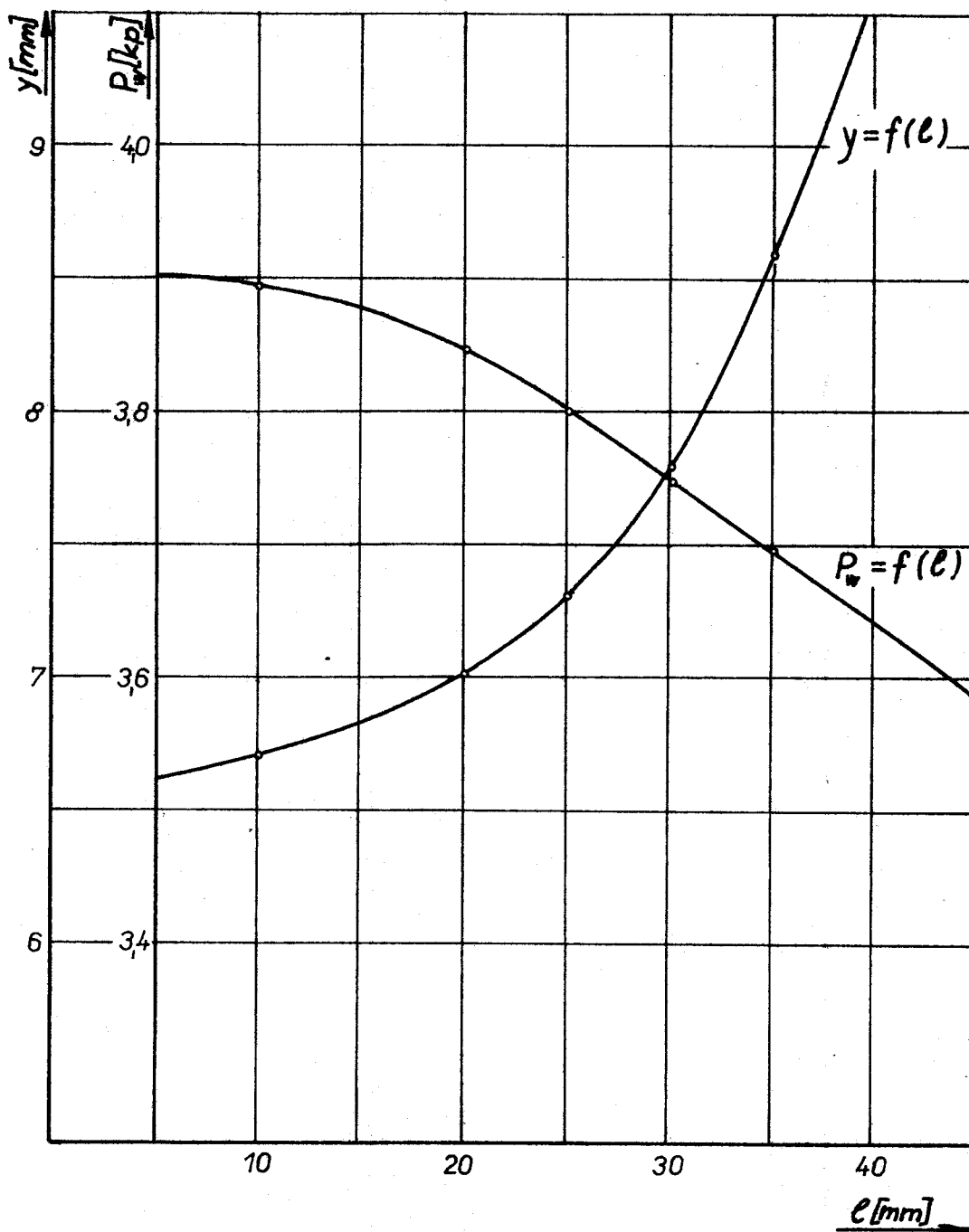
Uvedená závislost platí pro délku pera 60 mm, vzdálenost podpor 20 mm, šířku pera 8 mm. Při změně některého z těchto parametrů dostaneme opět soustavu křivek.

3.5 S h r n u t í

Uvedené grafy znázorňují vlastnosti pera v závislosti na změně některých parametrů a mají vytvořit obraz o velikosti některých rozměrů pera, která se dají reálně použít.



Obr. 14 - Vliv změny tloušťky pera na charakteristiku pera a velikost deformace nutné k vyvolání 3 kp
 $a = \text{konst} = 20 \text{ mm}$,
 $a + b = \text{konst} = 60 \text{ mm}$
 $c = \text{konst} = 8 \text{ mm}$



Obr. 15 - Vliv změny délky l zeslabeného konce pera
na jeho charakteristiku a velikost deformace
nutné k vyvolání 3kp.

$$a + b = \text{konst} = 60 \text{ mm}$$

$$a = \text{konst} = 20 \text{ mm}$$

$$c = \text{konst} = 8 \text{ mm}$$

$$h \in \langle 1; 0,5 \rangle \text{ na délce } l$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.39

Omezující faktory jsou z jedné strany neúměrný vzrůst síly v peru při zavádění ůtku a z druhé naopak velká deformace na konci pera, nutná na vyvolání přitlaku $P = 3kp$. Dalším omezujícím faktorem je velikost skřipce, do kterého má být pero zasazeno a v němž má plnit svoji funkci.

Je zřejmé, že zvětšování délky pera působí na tyto výše uvedené vlastnosti zcela opačně, než zvětšování vzdálenosti podpor. Je patrné, že optimální délky se pohybují v rozmezí 55 - 65 mm a vzdálenost podpor je 10 - 20 mm. Zvětšování tloušťky pera působí obdobně jako zvětšování vzdálenosti podpor.

Tyto závislosti mohou být jánou z pomůcek při dalších konstrukčních návrzích pera.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.40

4. NÁVRH NOVÉHO PERA

Při navrhování nového tvaru pera bylo cílem zachovat dobré vlastnosti stávajícího pera (na př.poloha těžiště co nejbliže ose výstřelu, spolehlivé axiální zachycení pera ve skřipci a pod.) a jeho nedostatky pokud možno odstranit.

Především se měla zvýšit životnost.Pero by mělo být výrobně jednodušší a tedy levnější, v krajním případě by měly být ekonomické náklady na stejné úrovni.

Změna tvaru pera tkví hlav-ně v jeho zajištění proti axiálnímu pohybu vůči tělu skřipce.Do pera jsou v místě podpory A provedeny zářezy, jimiž pero zapadá do upraveného čepu .(obr.16).

Dále je také pozměněn tvar podélného průřezu pera. V místě max.imálního ohybového momentu až k podpoře A je pero zesíleno, ke konci,který zachycuje ůtek, se zeslabuje (viz obr. 17).

4.1 R o z b o r j e d n o t l i v ý c h v a r i a n t .

Při hledání nejvhodnějšího tvaru byla uvažována pera, jejichž tloušťka se na kotě 35 mění v rozmezí

a) $h_e \langle 1,1; 0,6 \rangle$

b) $h_e \langle 1,1; 0,5 \rangle$

c) $h_e \langle 1,0; 0,6 \rangle$

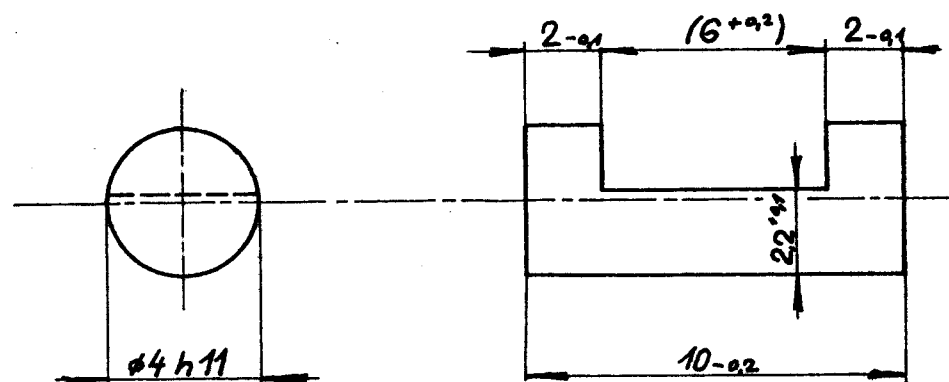
d) $h_e \langle 1,0; 0,5 \rangle$

U všech variant byly zjištěny momentové plochy a provedena pevnostní kontrola.

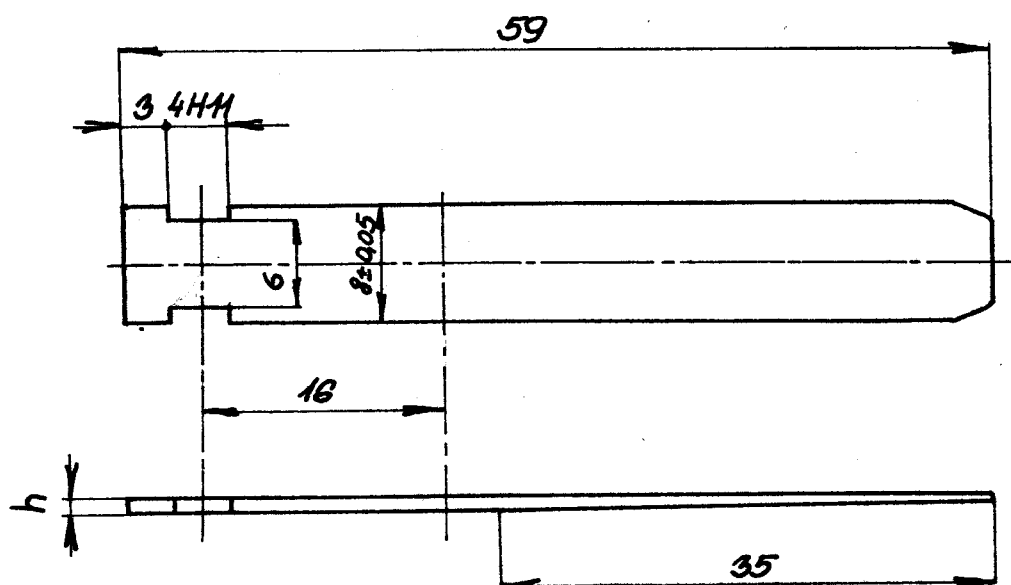
4.1.1 Varianta a)

Varianta první se jeví jako nejtvrďší (má nejstrmější

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.41



Obr. 16 - Upravený čep pro návrh pera



Obr. 17 - Tvar nově navrženého pera

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.42

charakteristiku). Pomocí redukované momentové plochy (příloha V) byl Mohrovou metodou v bodě C zjištěn průhyb (pro přítlak $P = 3\text{kp}$):

$$y = 5,21 \text{ mm}$$

K zjištění velikosti redukované momentové plochy pod křivkou bylo použito opět zobecněného Simpsonova pravidla:

$$Z = 3\,309,8823 \text{ kpm}^2$$

Pro stlačení tohoto pera o $w = 2 \text{ mm}$, tedy proti původnímu tvaru o $7,21 \text{ mm}$, je třeba použít síly

$$P_w = 4,15 \text{ kp}$$

Pevnostní kontrola byla provedena jen v kritickém místě - místě podpory B, neboť vydrží-li tato vysoce namáhaná oblast kolísající ohybové napětí, ostatním průřezům lom nehrozí.

Průřezový modul v ohybu kritického místa je

$$W_0 = \frac{1}{6} \cdot 8 \cdot (1,1)^2 = 1,61 \text{ mm}^3$$

Ohybový moment je $M_0 = 110,1 \text{ kpm}$ a ohybové napětí

$$\sigma_0 = 68,3 \text{ kp/mm}^2$$

Při stlačení pera ohybové napětí vzroste na hodnotu

$$\sigma_1 = 94,7 \text{ kp/mm}^2$$

pak střední napětí je

$$\sigma_m = 81,5 \text{ kp/mm}^2$$

a amplituda

$$\sigma_a = 13,2 \text{ kp/mm}^2$$

Materiál pera byl ponechán jako u stávajícího pera 14 260.4.

Bezpečnost vyšlá ze Smithova diagramu je vyhovující (příloha IX, indexy 1).

$$n = 1,495$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.43

4.1.2 Varianta b)

U druhé varianty je větší tuhostí v místě podpory B a menší tuhostí ke konci pera dosaženo menšího vzrůstu síly při zvětšení deformace pera, tím také menší amplitudy ohybového napětí a větší živétnosti. Momentová plocha s naznačenými polohami středisek jejích částí je na příloze VI.

Plocha pod křivkou je

$$Z = 3\,953,9372 \text{ kpm}^2$$

(Výpočet zobrazeným Simpsonovým pravidlem).

Deformace pera zasazeného do skřipce vůči volnému peru je v bodě C

$$y = 5,53 \text{ mm}$$

Při zvětšení této deformace o $w = 2 \text{ mm}$ vzroste síla na

$$P_w = 3,18 \text{ kp}$$

Pak napětí z hodnoty

$$\sigma_d = 68,3 \text{ kp/mm}^2$$

vzroste na $\sigma_n = 72,5 \text{ kp/mm}^2$

Střední napětí je

$$\sigma_m = 70,4 \text{ kp/mm}^2$$

a amplituda $\sigma_a = 2,1 \text{ kp/mm}^2$

Bezpečnost zjištěna ze Smithova diagramu je

$$n = 2,26$$

(viz příloha IX, indexy 2).

4.1.3 Varianty c) a d)

U variant c) a d) byla tloušťka v oblasti podpůrných čepů zmenšena na $h = 1,0 \text{ mm}$ (tím se zmenšila v této oblasti i tuhost pružiny). Tloušťka funkčního konce pera je stejná jako u variant a) a b), t.j.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.44

$$h_c = h_a = 0,6 \text{ mm}$$

$$h_d = h_b = 0,5 \text{ mm}$$

Mohrovou metodou byl u varianty c) pomocí momentové plochy (viz příloha VII) zjištěn průhyb pro přitlak $P = 3 \text{ kp}$

$$y = 6,635 \text{ mm}$$

Jestliže deformace pera se zvětšila o delší 2 mm, síla vzrostla na

$$P_w = 3,9 \text{ kp}$$

O něco menší hodnota byla zjištěna u varianty d). Zde síla v peru kolísá téměř jako u stávajícího pera v rozmezí

$$P = 3 \text{ až } 3,839 \text{ kp}$$

.K tomuto výpočtu bylo opět použito Mohrovy metody pro koncový bod C (viz příloha VIII).

Pevnostní kontrola potvrdila, že obě varianty jsou schopné provozu.

Průřezový modul v ohybu v místě podpory B je u obou

$$W_o = 1,335 \text{ mm}^3$$

Ohybový moment pak

$$M_o = 110,1 \text{ kpmm}$$

Dolní hranice ohybového napětí je

$$\sigma_a = 82,4 \text{ kp/mm}^2$$

Horní ohybové napětí u varianty c) dosahuje hodnot

$$\sigma_s = 107 \text{ kp/mm}^2$$

Což znamená

$$\sigma_m = 94,7 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_a = 12,3 \text{ kp/mm}^2$$

U varianty d) je

$$\sigma_s = 105,5 \text{ kp/mm}^2$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.45

a tedy

$\sigma_m = 93,95 \text{ kp/mm}^2$
 $\sigma_a = 11,55 \text{ kp/mm}^2$

Ze Smithova diagramu [příloha X, varianta c) - indexy 3, varianta d) - indexy 4] vyjdou téměř stejné bezpečnosti

$$n_3 = 1,4$$

$$n_4 = 1,425$$

4.2 K o n t r o l a z a j i š t ě n í p r o t i a x i -
á l n í m u p o h y b u p e r a v e s k ř i p c i .

U stávajícího pera je styk mezi perem a jistícím čepem přímkový. Návrh nového tvaru, právě řešením zámku, v sobě skrývá nedostatek, který zpočátku se zdál bezvýznamný, ale který, jak praxe ukázala, se stal rozhodujícím negativním jevem tohoto návrhu. Zajištění proti axiálnímu pohybu pera vůči skřipci je realizováno stykem pera s čepem ve dvou bodech (prakticky ve dvou úsečkách o délce 1 mm).

Vlivem setrvačné síly, která na pero při výstřelu a brzdění skřipce působí, jsou namáhány průřezy I. - I. a II. - II. (viz obr. 18).

Uvedené průřezy jsou však namáhány pouze při urychlení skřipce, tzn.působící setrvačná síla D mění svoji velikost z maximální hodnoty na hodnotu nulovou. U tohoto konstrukčního řešení zámku pera hraje důležitou roli vůle. Pokud je splněn předpoklad, že v zámku vůle nejsou, jedná se o namáhání dynamické. V opačném případě dochází k rázům, jež celkovou situaci ještě zhoršují.

Průřez I.-I. je namáhán míjivým tahem a jeho velikost

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.46

je $S = 6.1 = 6 \text{ mm}^2$.

Setrvačná síla je

$$D = m \cdot a = 3,27 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 32,1 \text{ N} \quad (40)$$

$$D = 3,27 \text{ kp}$$

Vzniklé napětí dosahuje hodnot

$$\sigma = \frac{D}{S} = \frac{3,27}{6} = 0,545 \text{ kp/mm}^2 \quad (41)$$

Na průřezy II.- II. působí smykové napětí. Velikost obou průřezů je

$$S = 2.2.1 = 4 \text{ mm}^2$$

Smykové napětí je

$$\tau = 0,818 \text{ kp/mm}^2$$

Sice byly kontrolovány varianty c) a d), tedy varianty o menší tloušťce, avšak vypočtené maximální hodnoty napětí jsou velmi malé. Při použití výše uvedeného materiálu, by průřezy teoreticky neměly být porušeny, neboť mez ůnavy při míjivém tahu je

$$\sigma_{hc} = 0,61 \cdot \sigma_{pt} = 91,5 \div 110 \text{ kp/mm}^2 \quad (42)$$

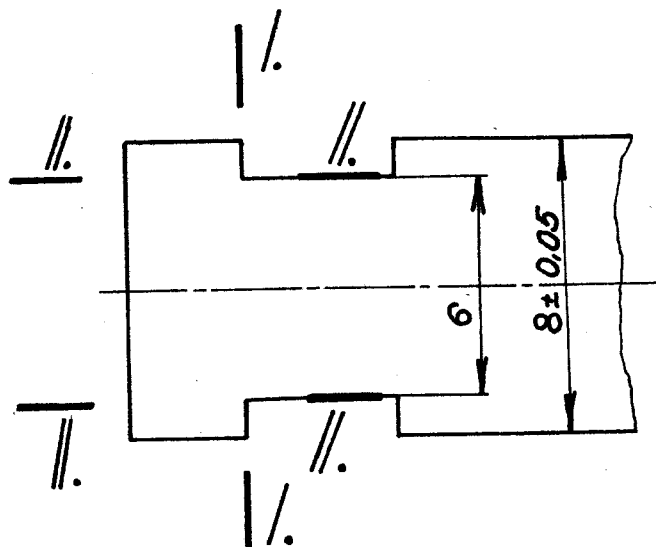
a mez ůnavy pro míjivé namáhání smykové

$$\tau_{hc} = 0,49 \cdot \tau_{pt} = 73,5 \div 88,2 \text{ kp/mm}^2 \quad (43)$$

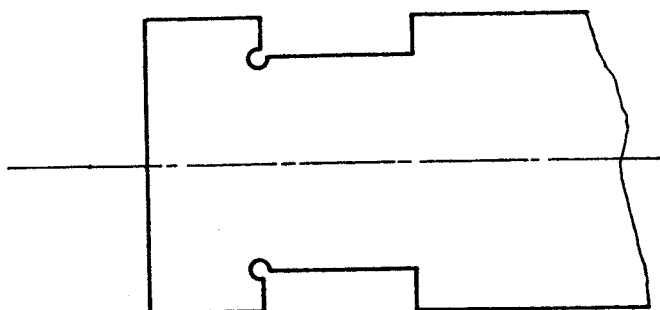
Vztahy jsou v pramenu [5].

Při zkušebním provozu však toto pero vydrželo pouze cca 500 000 pracovních cyklů a pak v uvedených průřezech praskalo. Velký vliv má zřejmě vzniklý vrub, kde dochází k velké koncentraci napětí a tím značně snižuje uvedené hodnoty meze ůnavy. Tomu také odpovídal charakter lomu pera. V žádném případě se nejednalo o porušení průřezů pouhým přetržením nebo ustřižením. Lomy zkoumané v uvedených

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.47



Obr. 18 - Namáhané průřezy I. - I. a II. - II.
setrvačnou silou D



Obr. 19 - Možný způsob zamezení vlivu vrubu

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřĩpci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojnĩ		1974	Str.48

průřezech byly ůnavové.

Zmenšení vlivu vzniklého vrubu a možného odstranění předčasných poruch pera by se dalo dosáhnout zesílením pera v oblasti zámku. Tato ůprava však není vhodná, neboť potom tento návrh ztrácí svoji největší výhodu proti peru stávajícímu - ůsporu materiálu a výrobní jednoduchost právě v oblasti zámku.

Dalším možným způsobem, jak zmenšit vliv vrubu, je ůprava zámku podle obrázku 19.

5. NÁVRH. PERA S PRUŽNOU PODPOROU

Snaha o výrazné zvětšení životnosti pera a zlepšení funkce pera vedla k použití pružné podpory. Velmi podstatný je fakt, že deformace a tím i akumulovaná energie k vyvolání přitlačné síly $P = 2,5$ až 3 kp se rozdělí na pero i podporu. Pero je tedy méně namáháno. Neméně významnou se jeví i skutečnost, že pružná podpora se podílí velkou měrou na tlumení možných vibrací.

Materiál podpory byl volen podle požadavků na podporu kladených, s přihlédnutím ke skutečnosti, že se jedná o namáhání dynamické. V úvahu byly brány dva druhy materiálu:

- a) vulkolan
- b) pryž ČSN 622 217.07 (pro dynamické namáhání)

Pro vyjádření míry deformací musí být známá tvrdost materiálu podpory. Hodnoty pryže jsou $65 - 74^{\circ} \text{Sh}$ [1]. U vulkolanu se tvrdost zjistila Shoreho tvrdoměrem. A hodnoty z jednotlivých měření jakož i průměrná hodnota jsou uvedeny v tabulce III.

Tab. III-str. 49 Hodnoty tvrdosti vulkolanu

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	prům. hodnota
$^{\circ}\text{Sh}$	78	82	79	80	81	80	79	80	81	81	80,1

Výpočet byl proveden za určitých zjednodušujících předpokladů. Neuvažuje se, že ke stlačování pružné podpory dochází "rotací" pera kolem zámků. Protože jde většinou o velmi malé hodnoty deformace, předpokládá se, že jednotlivé polohy

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.50

plochy podpory stýkající se s perem jsou neustále navzájem rovnoběžné. Pro snadnější početní vyjádření je uvažována podpora ve tvaru kvádrů (tedy bez mírných skosů použitých ve skutečnosti).

Pro použití pružné podpory je nutné, aby skřípec v místě uložení podpory měl plné dno. Jsou uvedeny dvě varianty. V první je použit stávající skřípec se dnem kapilárně připájeným mědí v místě podpory a stávající pero. Ve druhé variantě pero i skřípec jiné koncepce.

5.1 Použití pružné podpory u stávajícího skřipce.

(výkresy DP -74 -KTS - ...-510 až ... -516)

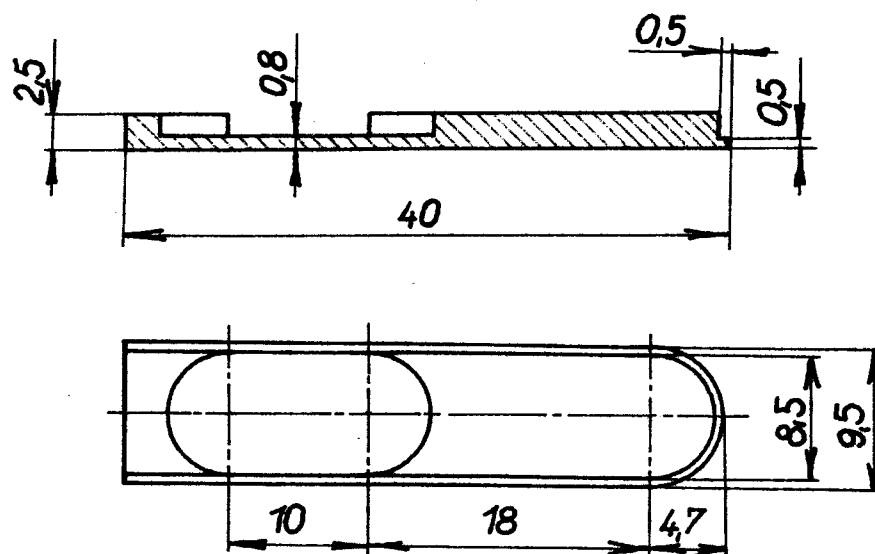
Použití pružné podpory by mělo zlepšit vlastnosti stávajícího prohozního elementu. Nutná je jen úprava skřipce, která ve svém konečném výsledku vede ke zpevnění skřipce v místech, kde docházelo k praskání skřipce. V jeho zadní části do profrézovaného otvoru se kapilárně mědí připájí dno pro pružnou podporu. Tvar a rozměry dna jsou naznačeny na obr.20, skřípec je na výkrese s číslem DP - ... -511; celková sestava na výkrese DP - ... - 510.

Aby si pero podepřené pružnou podporou zachovalo dobré vlastnosti a přítlek na ostruhu $P = 2,5$ až 3 kp, musí být výška stlačené podpory stejná, jako výška místa podepření pevným čepem. Znázorněno na obr. 21 a, b.

5.1.1 Konstrukční a efektivní výška podpory.

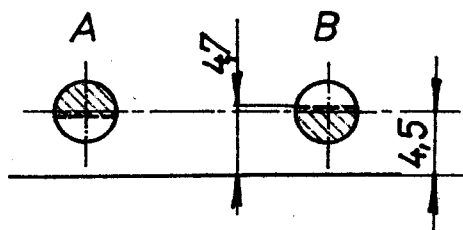
Funkční výška podpory je dobře patrná z obr. 21 b, avšak k výrobě pružné podpory je nutné znát výšku konstrukční.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.51

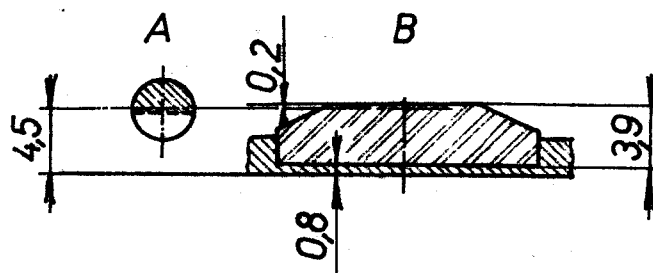


Obr. 20 - Dno pro pružnou podporu
(M 2:1)

a)



b)



Obr. 21 - Výška podpor (M 2:1)
a) stávající provedení
b) stlačená podpora

VŠST Liberec	Uchýcení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.52

Výpočet je proveden nejdříve pro vulkolán.

Tvrdosti vulkolánu 80,1°Sh odpovídá modul pružnosti
v tlaku $E = 79 \text{ kp/cm}^2$ [1].

Velikost reakce v pružné podpoře je

$$R_B = \frac{P}{a} (a + b) = 3 + 3 \frac{36,7}{16} \quad (44)$$

$$R_B = 9,88 \text{ kp}$$

Rozměry styčné plochy vulkolánu s perem jsou $6 \times 10 \text{ mm}$.

Tedy $S = 60 \text{ mm}^2$.

Z rozměrů podpory a velikosti reakce R_B plyne velikost napětí v tlaku

$$\sigma = \frac{R_B}{S} = \frac{9,88}{0,6} = 16,5 \text{ kp/cm}^2 \quad (45)$$

můžeme psát [1]

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l'} = \frac{\sigma}{E + 0,96} = \frac{16,5}{79 + 14,85} = 0,176 \quad (46)$$

Δl - stlačení, l' - efektivní výška, l - konstrukční výška.

Význam jednotlivých symbolů je na obr.22 .

Z posledního vztahu tedy můžeme psát:

$$\Delta l = 0,176 l' \quad (47)$$

Z obrázku 21 b) je zřejmé, že platí:

$$l - \Delta l = 3,9 \text{ mm} \quad (48)$$

$$\text{Pak můžeme psát: } 3,9 = l - 0,176 l' \quad (49)$$

$$\text{a dále} \quad l' = \frac{l - 3,9}{0,176} \quad (50)$$

Pro tlačnou pružinu tvaru hranolu lze psát [1]

$$\frac{l'}{l} = 0,75 + 0,25 \frac{i}{j} - \frac{0,15 \frac{\varepsilon}{\varepsilon}}{1 + 0,1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon}} \quad (51)$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřípcei tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojni		1974	Str.53

kde i, j jsou rozměry hranolu. Dosazením rozměrů našeho případu dostaneme:

$$\frac{l'}{1} = 0,75 + 0,25 \frac{6}{10} - \frac{0,15 \frac{6}{1}}{1 + 0,1 \frac{6}{1}} = 0,9 - \frac{0,9}{1+0,6} \quad (52)$$

Dalším dosazením za l' :

$$\frac{\frac{1 - 3,9}{0,176}}{1} = 0,9 - \frac{0,9}{1 + 0,6} \quad (53)$$

Úpravou dostaneme kvadratickou rovnici tvaru:

$$0,842 l^2 - 3,237 l - 2,34 = 0 \quad (54)$$

Její řešení dostaneme dva kořeny, avšak pro realizaci návrhu má význam pouze jeden kořen:

$$l = 4,46 \text{ mm}$$

Konstrukční výška podpory je tedy $l = 4,46 \text{ mm}$ a efektivní výška $l' = \frac{1 - 3,9}{0,176} = 3,18 \text{ mm}$

5.1.2 Zjištění míry deformací podpory a pera .

Jak již bylo uvedeno, celková deformace nutná pro realizaci zavedení ůtku mezi pero a ostruhu skřípce se rozdělí mezi pružnou podporu a pero. Celková deformace v bodě C je dána součtem deformace pera a deformace podpory přepočtené na bod C (viz obr. 23).

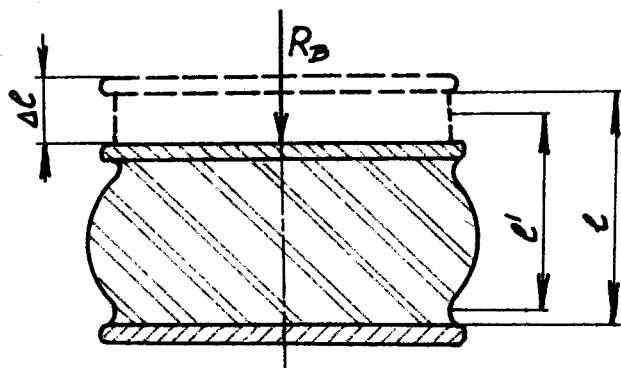
Z obrázku také plyne vztah

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{z'}{a} = \frac{z - z'}{b} \quad (55)$$

vyjádřením z dostaneme:

$$z = z' \frac{a + b}{a} \quad (56)$$

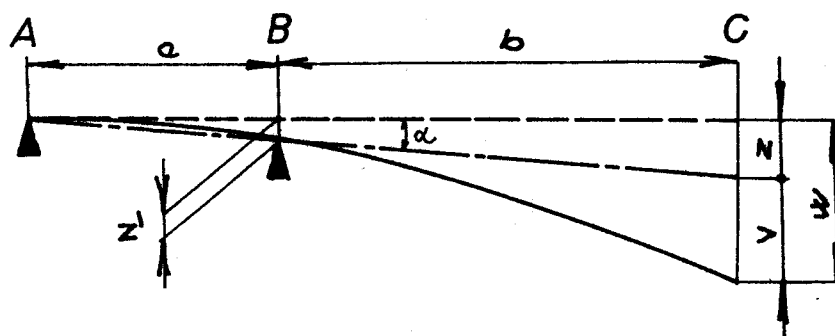
a dosazením číselných hodnot za a, b , dostaneme



Obr. 22 - Konstrukční a efektivní výška podpory

l - konstrukční výška

l' - efektivní výška

 Δl - stlačení

Obr. 23 - Míra deformací podpory a pera

w - celková deformace

v - průhyb pera

z' - deformace podpory

z - deformace podpory přepočtená do bodu C

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.55

$$z = f(z')$$

$$z = 3,37 z' \quad (57)$$

Můžeme psát první ze tří rovnic pro tři neznámé. Celkové zvětšení deformace při navádění ůtku uvažujeme maximálně $w = 2\text{mm}$.

$$w = v + 3,37 z' \quad (58)$$

ze vztahu (21) můžeme psát vztah (59):

$$7,03 + v = P_w \frac{1345,16}{3,2,15 \cdot 10^4 \cdot 0,486} + \frac{P_w}{1,045 \cdot 10^4} (11600 + 5785 + 18,8)$$

$$7,03 + v = P_w \cdot 2,345 \quad (60)$$

kde konstanta 2,345 je funkcí velikosti momentové plochy, polohy jejího těžiště a momentu setrvačnosti I ; 7,03 je deformace pera pro vyvození přitlaku $P = 3\text{kp}$. Tato rovnice je druhá.

Třetí získáme úpravou vzorce pro poměrné stlačení podpory / vztah (46) /.

$$\text{Reakce při stlačení pera je } R_B = P_w \left(1 + \frac{b}{a} \right) = 3,29 P_w$$

Napětí v podpoře je dle vztahu (45)

$$\sigma = \frac{3,29 P_w}{0,6} = 5,49 P_w \text{ kp/cm}^2 \quad (61)$$

Dosazením do vztahu (46) dostaneme

$$\varepsilon = \frac{5,49 P_w}{79 + 4,94 P_w} = \frac{\Delta l'}{l'} \quad (62)$$

$\Delta l'$ je snížení pružné podpory proti konstrukční výšce l při stlačení pera.

Musí platit rovnice

$$z' = \Delta l' - \Delta l = \Delta l' - 0,56 \quad (63)$$

tedy pro $\Delta l'$ můžeme psát:

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.56

$$\Delta l' = z' + 0,56 \quad (64)$$

Dosazením do vztahu (62) získáme třetí rovnici:

$$\frac{5,49 P_w}{79 + 4,94 P_w} = \frac{z' + 0,56}{3,18} \quad (65)$$

Z rovnice (58) vyjádříme v a dosadíme do vztahu (60), čímž získáme :

$$2,345 P_w = 7,03 + 2 - 3,37 z' \quad (66)$$

$$P_w = 3,85 - 1,44 z' \quad (67)$$

Sloučením vztahů (67) a (65) dostaneme kvadratickou rovnici pro z' :

$$7,1 z'^2 - 119,22 z' + 12,3 = 0 \quad (68)$$

Řešením dostaneme dva kořeny:

$$z'_1 = 0,13 \text{ a } z'_2 = 16,67$$

Je tedy zřejmé, že v daném případě je bezvýznamný druhý.

Podle (58) platí $2 = v + 3,37 \cdot 0,13$

Deformace připadající na pero je tedy

$$v = 1,563 \text{ mm}$$

Síla tedy vzroste na hodnotu

$$7,03 + 1,563 = 2,345 P_w$$

$$P_w = 3,66 \text{ kp}$$

Nyní provedeme novou pevnostní kontrolu.

5.1.3 Pevnostní kontrola stávajícího pera a použitou pružnou podporou .

Pevnostní kontrola stávajícího pera s pevnou podporou byla provedena v kapitole 2.2.3. Protože přítlak na ostruhu skřipce je stejný ($P = 3 \text{ kp}$), bude stejný i ohybový moment a dolní ohybové napětí:

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.57

$$M_o = 110, 1 \text{ kpm}$$

$$\sigma_a = 102 \text{ kp/mm}^2$$

S použitím pružné podpory síla v peru vzroste při stlačení na $P_w = 3,66 \text{ kp}$.

Tomu odpovídá ohybový ^{en}moment

$$M_{o \text{ max}} = 134,5 \text{ kp mm}$$

Horní napětí je tedy $\sigma_n = 124,5 \text{ kp/mm}^2$

Střední napětí a jeho amplituda vyjde tedy ⁿmenší než u původního případu:

$$\sigma_n = 113,25 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_a = 11,25 \text{ kp/mm}^2$$

Materiál pera zůstane stejný a tedy bezpečnost ze Smithova diagramu (příloha XI, indexy 1) vyjde větší než u stávajícího pera.

$$n = 1,25$$

Bezpečnost je poměrně vyhovující.

Při použití pružné podpory stejných rozměrů z pryže ČSN 622 217.07 se výsledky téměř neliší od výsledků získaných při použití vulkolamu. Síla v peru při zavádění ůtku vzroste na hodnotu 1,015 krát ⁿmenší ($P_w = 3,6 \text{ kp}$). Bezpečnost vyjde $n = 1,26$, tedy téměř stejná.

5.1.4 Vliv urychlení a brzdění skřipce na pero.

V tomto případě byl použit stávající skřipce i pero a byla pouze provedena záměna pevné podpory za pružnou. Tato má stejnou výšku jako podpora původní. Jedná se tedy v podstatě o stejný problém jako v kapitole 2.3 a proto zde není rozebírán.

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.58

5.2 Použití pružné podpory s navr-
ženým perem a pozmeněným skřípce

(Výkresy DP - 74 -KTS - ... - 520 až ... -525)

Výhody pružné podpory jsou popsány v kapitole 5. dříve. Nově navržené pero, jehož výroba se jeví jednodušší proti výrobě stávajícího pera, by mělo přednosti pružné podpory ještě více zvýraznit.

Skřípec je pak pružné podpoře a použitému peru uzpůsoben. K tělu skřípce (výkres DP - ... - 521) je mědí kapilárně připájeno víčko s profrézovanou drážkou pro zámek pera (výkres DP - ... - 522). Otvor $\phi 1$ mm slouží k demontáži pera.

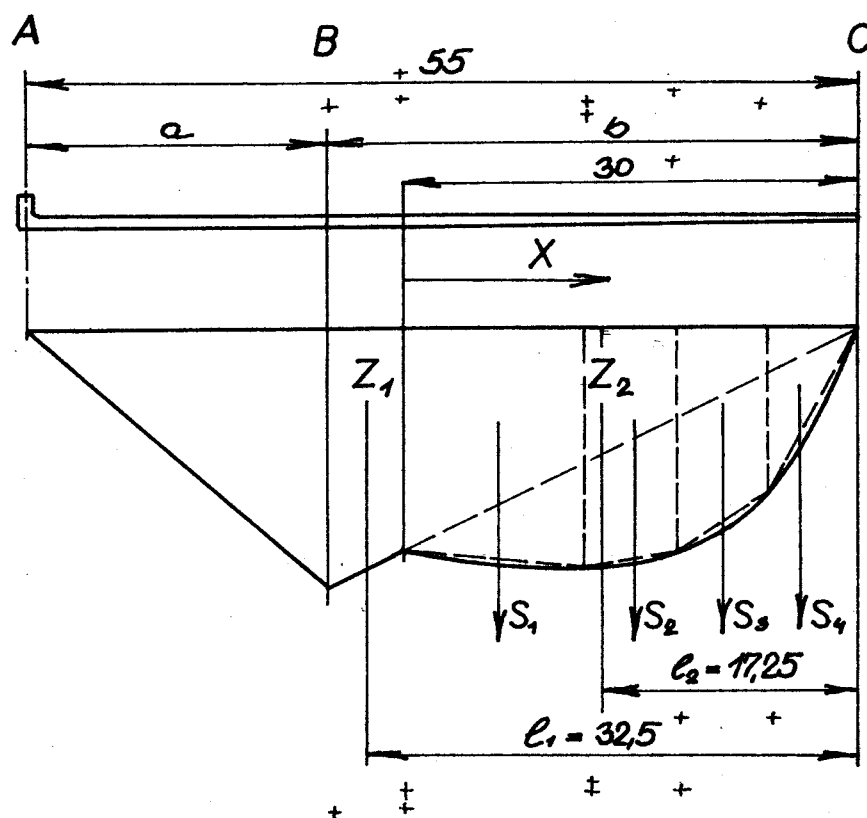
5.2.1 Konstrukční návrh pera (výkres DP - ... - 523)

Nový návrh pera má poněkud odlišné některé rozměry od stávajícího pera. Je kratší a jeho funkční konec je zeslaben proti stávajícímu o 0,1mm, aby se pokud možno co nejvíce snížila citlivost pera na vibrace. Materiál pera a jeho tepelné zpracování je stejné jako u stávajícího pera.

Pro provedení pevnostní kontroly je nutné znát deformaci pera v bodě C pro vyvolání žádaného přitlaku $P = 3kp$ a také strmost charakteristiky pera. Pro zjištění deformace v bodě C byla použita Mohrova metoda. Redukovaná momentová plocha je naznačena na obrázku 24 a jednotlivé hodnoty v tabulce IV.

Pro průhyb v bodě C platí vztah

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.59



Obr. 24 - Redukovaná momentová plocha

Tab. IV. - str. 58 Hodnoty redukevaných momentů

x [mm]	30	27	24	21	18	15
t [mm]	0,9	0,8591	0,8192	0,7793	0,7394	0,6995
M [kpm]	90	93,129	95,475	97,040	97,382	95,846
x [mm]	12	9	6	3	0	
t [mm]	0,6596	0,6197	0,5798	0,5399	0,5000	
M [kpm]	91,448	82,709	67,323	41,690	0	

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.60

$$y = \frac{P a b^2}{3 E I} + \frac{1}{E I} (Z_1 l_1 + Z_2 l_2) \quad (69)$$

kde Z_1 a Z_2 jsou velikosti části momentové plochy
 $[Z = f (P)]$ a l_1 a l_2 vzdálenosti jejich středisek od místa C.
Velikost Z_2 byla určena pomocí Simpsonova zobecněného pravidla . Dosazením číselných hodnot

$$y = \frac{3 \cdot 20,35^2}{3 \cdot 10449} + \frac{1}{10449} (487,5 \cdot 32,5 + 243,4 \cdot 17,25)$$

dostaneme

$$y = 7,88 \text{ mm} .$$

Při použití pevné podpory by síla v peru při jeho stlačení o $w=2 \text{ mm}$ vzrostla na hodnotu $P_w = 3,76 \text{ kp}$. Tuhost pera je tedy vyhovující. Použijeme však podporu pružnou. Její zpracování je v následující kapitole.

5.2.2 Konstrukční a efektivní výška podpory

Funkce a poloha podpory je dobře patrná z výkresu DP - ... - 520. Takto vsazená do skřipce a stlačená perem má výšku $5,5 \text{ mm}$. Pro její výrobu je nutné znát její výšku konstrukční. Proto, že v kapitolách 5.1 bylo zjištěno, že výsledky při použití vulkolanu a pryže ČSN 622 217.07 se téměř neliší, je výpočet proveden pouze pro vulkolan.

Velikost reakce podle vztahu (44) vyjde

$$R_B = 8,25 \text{ kp}$$

Rozměry styčné plochy podpory s perem jsou $6 \times 10 \text{ mm}$. Tedy stlačovaná plocha je

$$S = 60 \text{ mm}^2 .$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.61

Tlakové napětí v podpoře vzniklé je

$$G = 13,75 \text{ kp/cm}^2$$

Podle vztahu (46) můžeme psát

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l'} = 0,1505 \quad (70)$$

Jestliže výška stlačené podpory je 5,5 mm, můžeme psát

$$5,5 = l - \Delta l \quad (71)$$

Význam symbolů l , l' a Δl je patrný z obrázku 22.

Sloučením vztahů (70) a (71) dostaneme

$$l' = \frac{l - 5,5}{0,1505} \quad (72)$$

Protože rozměry ve vztahu (51) zůstávají beze změny, můžeme přímo psát vztah

$$\frac{l'}{l} = 0,9 - \frac{0,9}{1 + 0,6} \quad (52)$$

Dosazením za l' ze (72) do (52) a další úpravou získáme kvadratickou rovnici

$$0,86455 \cdot l^2 - 4,8458 \cdot l - 3,3 = 0 \quad (73)$$

a jejím řešením dva kořeny, z nichž pouze $l = 5,25 \text{ mm}$ má v daném případě význam. To je také konstrukční výška podpory.

Efektivní výška ze vztahu (72) vyjde

$$l' = 4,98 \text{ mm}$$

a stlačení $\Delta l = 0,75 \text{ mm}$

5.2.3 Deformace pera a podpory

Výpočet je prováděn zcela stejným způsobem jako v kapitole 5.1.2, a proto mohou být použity vztahy a obrázek 23.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.62

Ze vztahu (56) platí pro tento případ

$$z = 2,75 z' \quad (74)$$

a tedy první rovnice zní

$$w = v + 2,75 z' \quad (75)$$

Protože na pero při stlačení o w případně část deformace označená v a protože vytknutím P a vyčíslením pravé strany vztahu (69) dostaneme $2,63 P$, můžeme psát

$$7,88 + v = 2,63 P_w \quad (76)$$

což je rovnice druhá.

Reakce při stlačení pera je dána vztahem

$$R_B = 2,75 P_w \quad (77)$$

a tedy napětí v podpoře je

$$\bar{G} = 4,58 P_w \text{ kp/cm}^2 \quad (78)$$

Dosazením do vztahu (62) získáme

$$\varepsilon = \frac{4,58 P_w}{79 + 4,125 P_w} = \frac{\Delta l'}{l'} \quad (79)$$

kde $\Delta l'$ je opět snížení podpory při stlačení pera proti konstrukční výšce. Můžeme psát

$$z' = \Delta l' - \Delta l = \Delta l' - 0,75 \quad (80)$$

a dále $\Delta l' = z' + 0,75 \quad (81)$

Dosazením do vztahu (79) získáme

$$\frac{4,58 P_w}{79 + 4,125 P_w} = \frac{z' + 0,75}{4,98} \quad (82)$$

Protože platí

$$v = w - z = 2 - 2,75 z' \quad (83)$$

můžeme ze (76) psát

$$7,88 + 2 - 2,75 z' = 2,63 P_w \quad (84)$$

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.63

$$P_w = 3,757 - 1,047 \cdot z' \quad (85)$$

Sloučením vztahů (84) a (82) dostaneme

$$\frac{4,58 (3,757 - 1,047 \cdot z')}{79 + 4,125 (3,757 - 1,047 \cdot z')} = \frac{z' + 0,75}{4,98} \quad (86)$$

a odtud úpravou rovnice:

$$z'^2 - 26,6 \cdot z' + 3,42 = 0 \quad (87)$$

Jejím řešením dostaneme pouze jeden kořen^{reálné} použitelný a to

$$z' = 0,11 \text{ mm}$$

Zpětným dosazením do vztahu (83) dostaneme

$$v = 1,695 \text{ mm při předpokladu } w = 2 \text{ mm.}$$

Dále použitím vztahu (85) vyjde

$$P_w = 3,64 \text{ kp}$$

Na tuto hodnotu tedy vzroste síla v peru při jeho stlačení o $w = 2 \text{ mm}$.

5.2.4 Pevnostní kontrola

Napětí, kterým je namáháno pero, je dynamické - jeho velikost se mění s časem přibližně dle obr.8. Kontrola pera je prováděna pouze v místě maximálního ohybového momentu.

Průřezový modul v ohybu je

$$W_o = 1,08 \text{ mm}^3$$

Z minimální hodnoty ohybového momentu

$$M_{od} = P_b = 3,35$$

$$M_{od} = 105 \text{ kpm}$$

vzrůstá tento na hodnotu

$$M_{oh} = 3,64 \cdot 35 = 127,5 \text{ kpm}$$

Ohybové napětí pak kolísá mezi hodnotami

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.64

$$\sigma_{od} = 97,2 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_{oh} = 118 \text{ kp/mm}^2$$

Tomu odpovídá střední napětí

$$\sigma_m = 107,6 \text{ kp/mm}^2$$

a amplituda

$$\sigma_a = 10,9 \text{ kp/mm}^2$$

Bezpečnost ze Smithova diagramu (příloha XII, indexy 2)
vyjde $n_2 = 1,32$. To je hodnota vyhovující vzhledem k tomu,
aby pero nebylo předimenzováno.

5.2.5 Kontrola zámku pera namáhaného při urychlení a brzdění skřípce.

Jak již bylo uvedeno, urychlení skřípce a jeho brzdění
značně namáhá zámek pera. Napětí v ohybu nebo napětí smyko-
vá nedosahují velkých hodnot za předpokladu, že v zámku
nejsou vůle. Tento předpoklad však v praxi často nemusí
být splněn, v zámku dochází k rázům a namáhání je daleko
intenzivnější. Pro lepší názornost následujících úvah je
zámek nakreslen v měřítku 5:1 na obr. 25. Setrvačná síla
vzniká při urychlení s a $= 1000 \text{ g}$ na počátku a při brzdění
skřípce z rychlosti $v = 16/\text{ms}$ na dráze 60 až 70 mm s do-
brzděním na babce (6 až 7 mm) - tomu odpovídá zpoždění
 $a = 3\,880 \text{ až } 3300 \text{ m/s}^2$.

Roviny smykového namáhání při urychlení a brzdění nejsou
totožné - jsou navzájem přesazeny o 0,5 mm (viz obr.25).
Smykové namáhání jednotlivých průřezů je míjivé. Větší ho-
dnota vychází při urychlení. Setrvačná síla je

$$D = m \cdot a = 2,86 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \text{ g} = 2,86 \text{ kp} \quad (88)$$

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.65

Namáhání průřez má plochu

$$S = 1.8 = 8 \text{ mm}^2$$

Smykové napětí dosahuje velikosti

$$\tau = \frac{D}{S} = 0,357 \text{ kp/mm}^2 \quad (89)$$

Při brzdění je tato hodnota menší:

$$\tau = 0,141 \text{ kp/mm}^2$$

Uvedené hodnoty smykového napětí jsou maximální.

Poněkud jiného typu je namáhání ohybové. Za předpokladu působení setrvačné síly D na konci patky pera (nejne-
příznivější případ) se jedná o ohyb nesymetricky střídavý.
Hodnoty zrychlení tedy jsou

$$a_{\text{urychlení}} = 9 \ 810 \text{ m/s}^2$$

$$a_{\text{brzdění}} = 3 \ 880 \text{ m/s}^2$$

a ty při hmotě pera $m = 2,86 \cdot 10^{-3} \text{ kp}$ vyvolávají setrvačné
síly navzájem opačné orientace (proto znaménko minus):

$$D_u = D_{\text{urychlení}} = 2,86 \text{ kp}$$

$$D_b = D_{\text{brzdění}} = - 1,13 \text{ kp}$$

Ohybové momenty vyvolané setrvačnými silami jsou

$$M_{01} = D_u \cdot 1,5 = 4,29 \text{ kpm} \quad (90)$$

$$M_{02} = D_b \cdot 1,5 = - 1,695 \text{ kpm} \quad (91)$$

Vzniklá napětí při $W_0 = 1,33 \text{ mm}^3$ dosahují hodnot

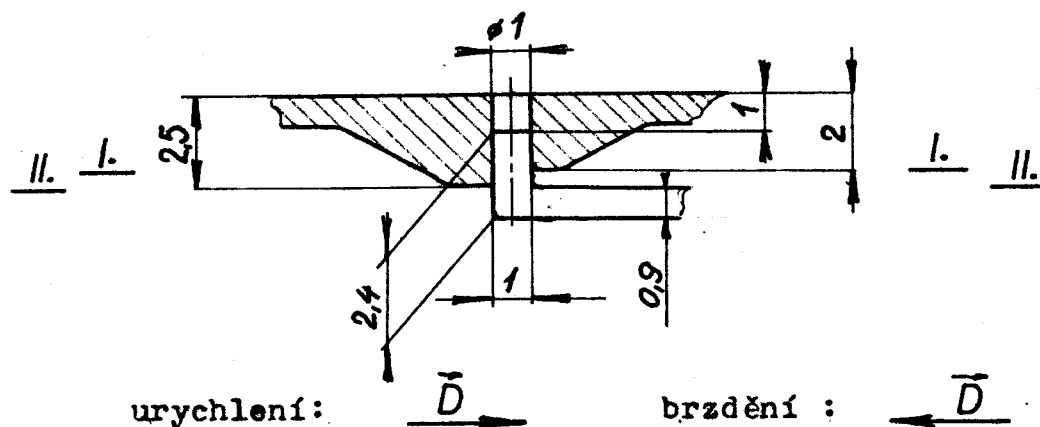
$$\sigma_{01} = 3,23 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_{02} = - 1,275 \text{ kp/mm}^2$$

Tomu odpovídá střední napětí

$$\sigma_m = 0,978 \text{ kp/mm}^2$$

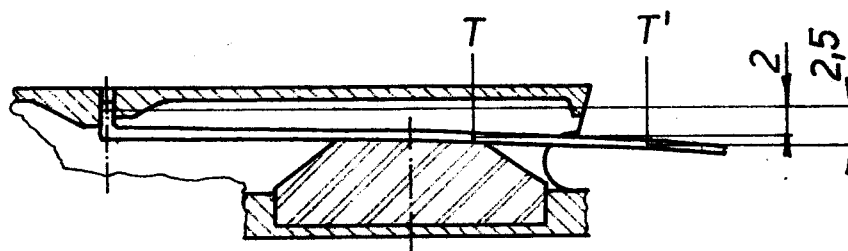
VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.66



Obr. 25 - Zámek návrhu pera

I. - I. rovina smykového namáhání při urychlení

II.-II. rovina smykového namáhání při brzdění



Obr. 26 - Poloha těžiště vůči axiálnímu zachycení pera

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.67

a amplituda

$$\sigma_a = 2,253 \text{ kp/mm}^2$$

Je patrné, že ohybové namáhání je daleko intesivnější. Ze předpokladu, že v zámku vůle nejsbu, a vzhledem k použití-
tému materiálu by zámek pera měl zůstat neporušen. Vliv
vrubu je zmenšen provedením poloměru $R = 0,3 \text{ mm}$ (proto
pero přesně nedoléhá na hranu drážky) a je odstraněn nej-
větší nedostatek předešlého návrhu pera (téměř bodový styk
mezi perem a čepem). U tohoto návrhu je zajištěn (podobně
jako u stávajícího pera) styk přímkový.

5.2.6 Vliv urychlení a brzdění skřipce na dodržení přitlaku
pera na ostruhu.

Protože při urychlení a brzdění skřipce působí na pero
setrvačné síly, je vhodné, aby rovina pera byla rovnoběžná
s osou výstřelu skřipce (za tuto lze považovat na př.
spojnici os čepů u stávajícího pera nebo rovinu zámku návr-
hu pera).Pak momenty vzniklé od setrvačných sil nepůsobí
negativně na dodržení přitlaku pera na ostruhu skřipce.

U návrhu pera spoužitou pružnou podporou nebylo možné
vyhnout se mírnému sklonění celého pera, neboť zámek pera
je přemístěn do horní části skřipce - na víčko a výšku
ostruhy skřipce nelze zvětšit.

V příloze XIII je zjištěna poloha těžiště T celého
pera a poloha těžiště T' funkčního konce pera. Na obr.26
je nakreslena poloha středisek vůči rovině zámku.Obě stře-
diska jsou pod touto rovinou ; T leží o $e = 2\text{mm}$ pod úrovní
axiálního zajištění a T' o $e' = 2,5 \text{ mm}$.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.68

Protože obě střediska leží pod rovinou zámku, setrvač-
ná síla vzniká při urychlení skřipce přítlak pera na ostru-
hu zvětšuje.

$$D_u = m \cdot a = 2,86 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 g = 28,05 \text{ N}$$

$$D_u = 2,86 \text{ kp}$$

Ohybový moment $M_o = 105 \text{ kpmm}$ vyvozený přítlakem $P = 3 \text{ kp}$
je zvětšen o

$$\overline{M}_o = D_u \cdot e = 2,86 \cdot 2 = 5,72 \text{ kpmm} \quad (92)$$

tedy

$$M_{ov} = M_o + \overline{M}_o = 110,72 \text{ kpmm} \quad (93)$$

Velikost přítlaku je

$$\frac{M_{ov}}{b} = \frac{110,72}{35} = 3,16 \text{ kp} \quad (94)$$

Při brzdění moment setrvačné síly přítlak zmenšuje

$$\overline{M}_o = D_b \cdot e = - 1,13 \cdot 2 = - 2,26 \text{ kpmm} \quad (95)$$

Výsledný moment je

$$M_{ov} = M_o + \overline{M}_o = 105 - 2,26 = 102,74 \quad (96)$$

Přítlak pera na ostruhu je

$$\frac{M_{ov}}{b} = \frac{102,74}{35} = 2,93 \text{ kp} \quad (97)$$

Vezmeme-li v ůvahu pouze funkční konec pera o délce b ,
je situace obdobná. Při urychlení skřipce je přítlak zvětšen
na hodnotu:

$$D_u = m' \cdot a = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1000g = 15,7 \text{ N} \quad (98)$$

$$D_u = 1,6 \text{ kp}$$

$$\overline{M}_o = D_u \cdot e' = 1,6 \cdot 2,5 = 4 \text{ kpmm} \quad (99)$$

$$M_{ov} = M_o + \overline{M}_o = 105 + 4 = 109 \text{ kpmm} \quad (100)$$

$$\frac{M_{ov}}{b} = 3,12 \text{ kp} \quad (101)$$

Při brzdění je přítlak snížen. Výsledný ohybový moment je

$$M_{ov} = M_o + D_b \cdot e' = 105 + (-0,634) \cdot 2,5 = 103,42 \text{ kpm} \quad (102)$$

a snížený přítlak je

$$\frac{M_{ov}}{b} = 2,95 \text{ kp} \quad (103)$$

I když nebylo možné konstrukčně zajistit menší sklonění pera vsazeného do skřipce a tím zmenšit vliv setrvačných sil, jsou výsledné přítlaky pera na ostruhu dostatečně velké a funkce pera nebude tedy negativně ovlivněna. Také menší tloušťka funkčního konce pera snižuje citlivost pera na vibrace.

5.3 D o d a t e k k e k a p i l á r n í m u p á j e n í m ě d í .

Zbývá uvést v jakém sledu se provedí kapilární pájení mědí jednotlivých dílů skřipce a jeho tepelné zpracování. Sled těchto operací je určen teplotami, při kterých se provádějí.

Po dokončení výroby jednotlivých dílů skřipce se provede kapilární pájení v pecích při teplotě cca 1.100°C . Následují ~~Následují~~ úpravy spájených míst. Takto připravený skřípec, prakticky ve své konečné podobě, se může tepelně zpracovat neboť teploty, kterých dosahuje při kalení (cca 800 až 850°C), nemohou pájená místa poškodit. Při popouštění (cca 350 až 400°C) je situace obdobná.

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.70

6. TEPELNĚ ZPRACOVÁNÍ A ÚPRAVY POVRCHU PERA

Obecně pružiny (pera) slouží k nahromadění energie. Při uvolnění pružiny se tato vydává zpět. Další způsob použití pružin je jako tlumící elementy nebo slouží k pružnému zachycení součásti nebo celku. Proto používaný materiál musí mít vysokou mez pružnosti a dostatečnou houževnatost. Těchto žádaných vlastností se dosáhne vhodným tepelným zpracováním. Nemalý vliv na funkci pružin mají také finální úpravy povrchů. Bližší rozbor těchto problémů je uveden v pramenu [8].

6.1 Tepelné zpracování stávajícího pera.

Od materiálu pružiny se nevyžaduje velká tvrdost, ale jak bylo uvedeno, vysoká pevnost, mez pružnosti a únavy spojené s dostatečnou houževnatostí. Těmto vlastnostem odpovídají jen určité struktury materiálu, které musí být rovnoměrné po celé pružině. Aby se jich dosáhlo, ocel pružiny se nejdříve prokalí (stávající pera cca $800 - 830^{\circ}\text{C}$) a pak se popustí na vysokou teplotu dle žádaného poměru houževnatosti a pevnosti (čím vyšší teplota popouštění, tím je větší houževnatost a zároveň nižší pevnost a mez pružnosti).

Pro dosažení potřebné houževnatosti volíme oceli s nižším obsahem uhlíku; pro vysoké namáhání se užívá oceli s M_n , Si nebo Cr kalených do oleje. Tomu odpovídá použitý materiál stávajícího pera :

14260 C = 0,55 %; Mn = 0,65 %

Si = 1,45 %; Cr = 0,6 %

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str. 71

Je možné sloučit kalení a popouštění v jednu operaci - dostaneme kalení izotermické (překrystalisace se děje při konstantní teplotě nad M_s).

Při kalení pružin je velmi důležité, aby se ocel při povrchu neoduhličila. Povrchové vrstvy jsou nejvíce namáhány a oduhličení snižuje někdy dosti značně životnost pera.

6.2 N i t r i d a c e - m o ž n ý z p ů s o b z v ý - š e n í m e z e ů n a v y p e r a .

Nitridace je jeden z pochodů, sloužící nejen k dosažení skelně tvrdého povrchu pera, ale i ke zvýšení houževnatosti proti ůnavovému lomu. Typické nitridační oceli obsahují hliník, chrom, vanad nebo molybden. Tyto prvky za přítomnosti N_2 a při teplotě cca $500^\circ C$ tvoří na povrchu nitridy v oceli rozpustné a tím ji činí neobyčejně tvrdou.

Jiné oceli bez obsahu Al, i bez nitridování velmi jakostní konstrukční oceli, lze také nitridovat. Nedosáhne se však sklovitě tvrdé vrstvy na povrchu a proto se této operace používá pro dosažení vysoké pevnosti a houževnatosti. Nitridování všech ocelí patří mezi nejvýznamější prostředky napomáhající ke zvýšení meze ůnavy [9].

Ůnavový lom vzniká nikoliv na povrchu, ale pod povrchem, kde přechází nitridovaná vrstva v jádro. Je proto zřejmé, že zvýšení ůnavy nitridací bude u součástí s tlustým průřezem nepatrné. Nitridováním se také paralysují vlivy povrchových vad, hrubého opracování a pod.

Příčiny zvýšené odolnosti nitridované oceli proti ůnavě mohou být dvě:

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	K TS	
Fakulta strojní		1974	Str.72

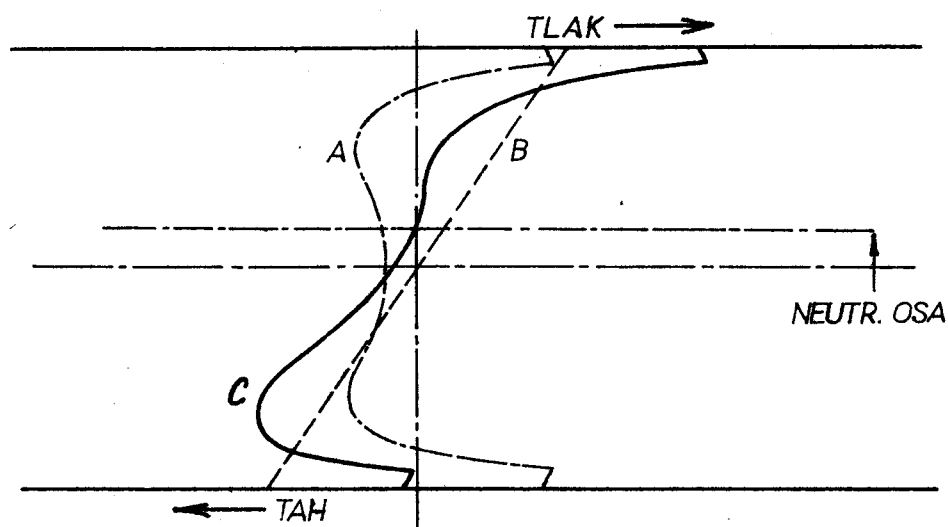
- 1.vlastní vysoká mez ůnavy nitridované vrstvy je značně větší než mez ůnavy jádra,
- 2.pnutí, vzniklé při tvorbě vrstvy, které působí proti napětí vznikajícímu při provozním namáhání.

Vlastní vysoká mez ůnavy vrstvy je ověřena zkouškami zcela pronitridovaných pásků. Druhý důvod je dobře patrný z obr.: 27 . Výsledné napětí průběhu C se skládá z napětí od nitridování (křivka A) a napětí způsobeného provozním zatížením (B). Největší napětí je právě pod vrstvou [9].

Je tedy možné, že hlubší prozkoumání a ověření těchto obecných ůvah konkrétními pokusy s perem skřipce by se příznivě projevilo zvýšením jeho meze ůnavy. Vždyť po kalení (800 - 850 ° C) následuje popouštění na přibližně stejné teplotě (cca 400° C) jako by se provádělo nitridování (400 až 500° C).

6.3 Ů p r a v y p o v r c h u .

Vliv jakosti povrchu na mez ůnavy při dynamickém namáhání je komplexní, neboť se uplatňuje nejen mikroskopická nerovnoměrnost tvaru povrchu, ale i stavba, složení a hloubka povrchové vrstvy materiálu. Prakticky ve většině případů je v povrchové vrstvě největší namáhání vyvolané provozním zatížením, k němuž se přidává technologické pnutí určené výrobním postupem. Změna ^{mechanických} charakteristik materiálu v povrchové vrstvě, podobně jako charakteristik metalurgických a vyšší stav technologických pnutí, vede ke snížení mezního

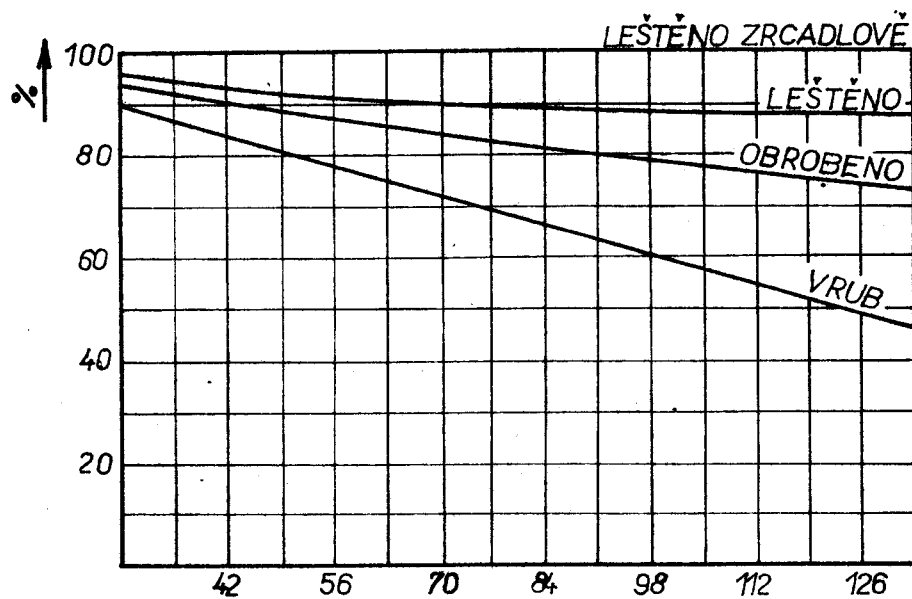


Obr. 27 - Napětí v nitridované tyčince při ohybu

A - předpětí následkem nitridování

B - napětí při ohybu

C - výsledné napětí

Obr. 28 - Pokles meze únavy v % σ_p / σ_t pod vlivem stavu povrchu
v poměru k pevnosti oceli

VŠST Liberec	Uchycení útku ve skřípci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.74

napětí při dynamickém namáhání. Zatímco vlastnosti a hloubka povrchové vrstvy určují změny v oblastním rozdělení napětí u povrchu, geometrická kvalita (vruby, mikrovruby) snižuje mez únavy části ve srovnání s částí s broušeným povrchem.

Proto všechna opatření zušlechťující jakost povrchu (jemné broušení, lapování, leštění) napomáhají ke zvýšení meze únavy (obr. 28). Podobný vliv mají procesy, jimiž se zvyšuje povrchová pevnost (válečkování, kuličkovaní).

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.75

7. PŘÍPRAVEK NA MĚŘENÍ PŘÍTLAKU PERA NA OSTRUHU SKŘIPCE.

(výkres DP-74-KTS-S-03-700)

Jak již bylo v úvodu řečeno, správný a bezperucheový chod stroje je mimo jiné závislý na zajištění dokonalého uchycení ůtku ve skřipci po celou dobu trvání prohezu. Jedním z předpokladů vedoucích ke splnění této podmínky je, aby pero vyvinulo na ostruhu skřipce sílu o žádané velikosti.

Některé pero však buď vlivem chybného kroku ve výrobě nebo vlivem delšího provozu potřebné vlastnosti nemá, popřípadě je již ztratilo. Pomocí uvedeného, poměrně jednoduchého přípravku se lze o velikosti síly přesvědčit.

7.1 P o p i s č i n n o s t i

Měrka má sloužit k rychlému a orientačnímu změření přítlaku pružiny na ostruhu skřipce. Práce s ní má být proto jednoduchá.

Měrku opřeme dříkem o pero v místě, kde je pero stlačováno jehlou při zavádění ůtku. Prostřednictvím měrky se pak snažíme pero stlačit tak, aby mezi perem a ostruhou vznikla nepatrná štěrbinka. Dřík se zasouvá tak dlouho, dokud není v rovnováze síla pera se silou pružiny. Velikost síly odečteme na stupnici buď přímo nebo ji fixuje kroužek suvně uložený na dříku, který zůstává na místě vlivem tření (velikost tření nesmí ovlivňovat velikost měřené síly).

7.2 V ý p o ě t p r u ž i n y m ě r k y .

Materiál byl volen 13 180 . 8, který má $G_s = 160 \text{ kp/mm}$,
 $\tau = 67,5 \text{ až } 77 \text{ kp/mm}$.

Střední průměr pružiny byl volen

$$D = 30 \text{ mm}$$

Průměr drátu pružiny je $d = 1,8 \text{ mm}$.

Pak součinitel

$$\varphi = \frac{D - 0,25 d}{D - d} + \frac{0,615 d}{D}$$

$$\varphi = 1,078$$

Síla daná těmito parametry vychází

$$F = \frac{\pi d^3 \varphi}{8 \varphi D} = \frac{\pi \cdot 5,85 \cdot 67,5}{8 \cdot 1,078 \cdot 30}$$

$$F = 4,8 \text{ kp}$$

Této vypočítané síle a volenému stlačení

$$y = 60 \text{ mm}$$

vychází počet závitů

$$n = \frac{y d^4 G}{8 D^3 F} = \frac{60 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 8300}{8 \cdot 27000 \cdot 4,8} = 5,08$$

Zaokrouhlujeme tedy na celý počet

$$n = 6$$

Tomu odpovídá

$$y = \frac{8 n D^3 F}{d^4 G} = 71,5$$

V následující tabulce je uvedeno stlačení v závislosti na velikost síly (vhodné pro výrobu přípravku na označení rysek ve stupnici).

Tab. V - Hodnoty stlačení v závislosti na velikosti síly

F [kp]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
y [mm]	7,44	14,9	22,3	29,7	37,1	44,6	52,0	59,5	67,0

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tlacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojni		1974	Str.77

Celkový počet závitů je 6 funkčních a 2 závěrné, tedy 8 závitů.

Při plném zatížení je tedy ^{8 závitů po}1,8 mm (= 14,4 mm) a vůle mezi jednotlivými závity je 1 mm (celkem 7 mm).

Délka plně zatížené pružiny je tedy cca 22 mm.

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.78

8. ZÁVĚR

Rozbor vlastností stávajícího pera v úvodní části této práce (resp. v kapitole 2.) určil jeho klady i nedostatky a stanovil určité kritérium pro posouzení nejen vlastností každého návrhu či úpravy samotného pera, ale i vlivu konstrukčních i technologických změn skřipce a způsobu uložení pera. Každý zásah do stávajícího provedení skřipce a pera měl původ ve snaze dát peru vlastnosti lepší než jsou vlastnosti stávajícího pera, popřípadě dosáhnout stejných vlastností za současného snížení ekonomických nákladů na výrobu pera. Avšak tato snaha nebyla vždy korunována úspěchem. Dokladem toho je návrh uvedený v kapitole 4. Jeho varianty teoreticky schopné provozu by znamenaly úsporu materiálu a jednodušší výrobu v oblasti zámku. Právě řešení zámku pera v sobě skrývalo největší nedostatek návrhu: vytvořený vrub a rázy vzniklé při urychlení a brzdění skřipce vlivem výrobních vúlí v zámku způsobily předčasné praskání průřezů (obr.18).

Výše zmíněné rázy, namáhající zámek pera při urychlení a brzdění skřipce, velmi zhoršují celkovou situaci. Příčina jejich vzniku tkví ve vúlích, jímž se prakticky při výrobě není možné vyhnout.

Při výrobě pera je mimo jiné nutné dbát na rovnoběžnost některých ploch, např. rovina drážky pera musí být bezpodmínečně rovnoběžná s funkčním koncem pera. Dokonalá rovnoběžnost musí být docílena také na obou podporách a spodní ploše ostruhy. Při nedodržení vzájemné rovnoběžnosti těchto

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřípce tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.79

ploch pero tvoří tak zvanou vrtuli (styk pera s ostruhou skřípce není v ploše) a funkce pera je tím negativně ovlivněna - pero drží ůtek velmi špatně.

Funkce pera a jeho vlastnosti jsou také silně ovlivněny volbou jeho rozměrů. Kapitola 3. ukázala, že v dosti široké paletě možností volby rozměrů pera, omezené pouze rozměry skřípce, existuje určité optimum pro každý rozměr reálně v praxi použitelný (na př. pro délku pera je optimální 55 až 65 mm, vzdálenost podpor 10 až 20 mm a pod.) Každé nedodržení těchto optimálních hranic znamená zmaření jedné nebo více vlastností pera k horšímu.

Další návrh pera (kap.5.2) byl proveden s ohledem na tato optima. Styk pera s drážkou víčka je přímkový (tím je odstraněn největší nedostatek předešlého návrhu). Má tedy všechny předpoklady ke spolehlivému plnění jeho funkce (mírné sklonění pera ve skřípce nemá, jak bylo v kapitole 5.2.6 ověřeno, vliv na dodržení přitlaku) a navíc se jeví jako výrobně jednodušší než stávající pero. Jeho dobré vlastnosti jistě zvýrazní pružná podpora, jejíž použití je přínosem i u stávajícího pera se skřípce poněkud upraveným. Přednosti pružné podpory byly uvedeny v kapitole 5.

Velký význam má bezesporu také způsob tepelného zpracování a kvalita úpravy povrchu. Při současném způsobu tepelného zpracování se musí dbát na to, aby ohřev na kalící teplotu netrval příliš dlouho a nedošlo tím k od-
uhličení povrchové vrstvy pera (znamená podstatné snížení

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.79

ploch pero tvoří tak zvanou vrtuli (styk pera s ostruhou skřípce není v ploše) a funkce pera je tím negativně ovlivněna - pero drží ůtek velmi špatně.

Funkce pera a jeho vlastnosti jsou také silně ovlivněny volbou jeho rozměrů. Kapitola 3. ukázala, že v dosti široké paletě možností volby rozměrů pera, omezené pouze rozměry skřípce, existuje určité optimum pro každý rozměr reálně v praxi použitelný (na př. pro délku pera je optimální 55 až 65 mm, vzdálenost podpor 10 až 20 mm a pod.) Každé nedodržení těchto optimálních hranic znamená změnu jedné nebo více vlastností pera k horšímu.

Další návrh pera (kap.5.2) byl proveden s ohledem na tato optima. Styk pera s drážkou víčka je přímkový (tím je odstraněn největší nedostatek předešlého návrhu). Má tedy všechny předpoklady ke spolehlivému plnění jeho funkce (mírné sklonění pera ve skřipci nemá, jak bylo v kapitole 5.2.6 ověřeno, vliv na dodržení přitlaku) a navíc se jeví jako výrobně jednodušší než stávající pero. Jeho dobré vlastnosti jistě zvýrazní pružná podpora, jejíž použití je přínosem i u stávajícího pera se skřipcem poněkud upraveným. Přednosti pružné podpory byly uvedeny v kapitole 5.

Velký význam má bezesporu také způsob tepelného zpracování a kvalita úpravy povrchu. Při současném způsobu tepelného zpracování se musí dbát na to, aby ohřev na kalící teplotu netrval příliš dlouho a nedošlo tím k odhličení povrchové vrstvy pera (znamená podstatné snížení

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.80

životnosti). Nejvhodnější by bylo provádět ohřev v ochranné atmosféře. Také veškeré vruby a mikrovruby vzniklé konstrukčním provedením nebo během výroby mají negativní vliv na životnost pera. Jako další možné zlepšení vlastností pera přichází v ůvahu kombinace současného tepelného zpracování a nitridace, t.j. prostředku k dosažení houževnatosti a pevnosti povrchové vrstvy. Tím se dosáhne zvýšení životnosti pera. Při sériové výrobě je nutné zajistit, aby jednotlivá pera měla stejné vlastnosti.

Poslední poznatek o vlastnostech pera vznikl v praxi při provozu. Bylo zjištěno, že se pero během první hodiny provozu unaví a klesne velikost přitlaku na ostruhu. Po dložení pera v podpoře B plechem o síle 0,2 - 0,3 mm pero vyvane žádaný přitlak a je schopno být v provozu několik směn (minimálně cca 10^6 provozních cyklů). Objevuje se zde otázka, zda by se nedalo brát v ůvahu počáteční ůnava pera a při výrobě pero ztvarovat tak, aby po zaběhnutí (na jednoduchém přípravku) mělo žádaný přitlak.

Problémů v této oblasti je stále dost a proto uspořádání skřipce a pera se nedá považovat za konečné. Uzávřít tento celek by konečně přesahovalo rámec možností této práce.

Nakonec bych chtěl poděkovat svému konsultantovi s.ing.Zdeňku Rambouskovi za jeho nevšední ochotu a usměřování při zpracování celkové koncepce diplomové práce, dále bych chtěl také poděkovat s. F.Špeldovi z n.p.Kovo-

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojní		1974	Str.81
tex Červený Kostelec a v poslední řadě svému otci Bohu- slavu Broklovi za přepsání mého rukopisu. V Liberci 31.května 1974 <i>Paul Kroll</i>			

VŠST Liberec	Uchycení ůtku ve skřipci tkacího stavu typu OK	KTS	
Fakulta strojni		1974	Str.82

LITERATURA

[1] Černooh, S. : Strojně technická příručka I,II,
Praha, SNTL 1968

[2] Holub, J. : Pryž jako konstrukční materiál,
Praha, SNTL 1967

[3] Jandourek,F.: Diplomová práce: Tkací stav pro větší
šíře a otáčky, VŠST,Liberec 1971

[4] Nekvinda,M. : Úvod do numerické matematiky,
skripta VŠST,Liberec 1971

[5] Němec,J. : Tuhost a pevnost ocelových částí,
Praha, NČSAV 1963

[6] Šrejtr,J. : Technická mechanika III - dynamika,
Praha, SNTL 1958

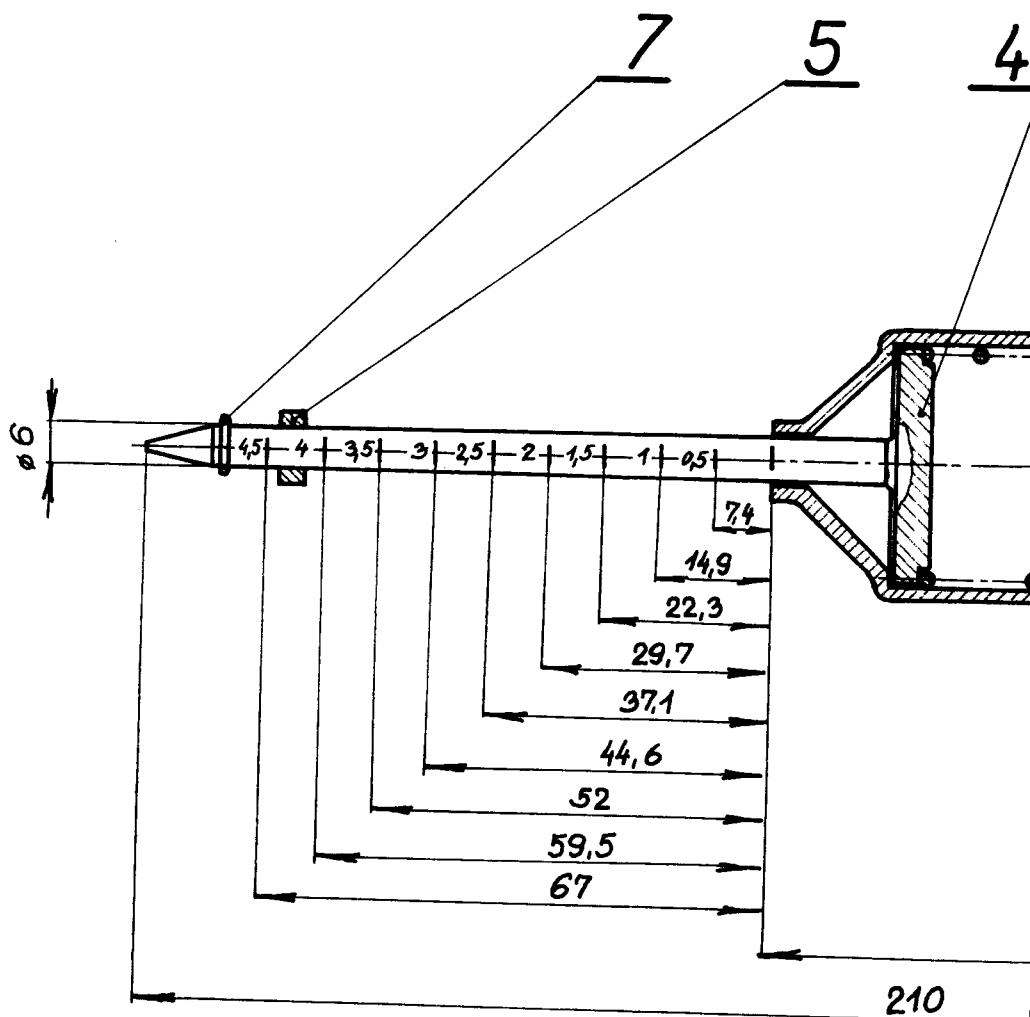
[7] Kolektiv
autorů : Pružnost a pevnost, skripta ČVUT, Praha
SNTL 1965

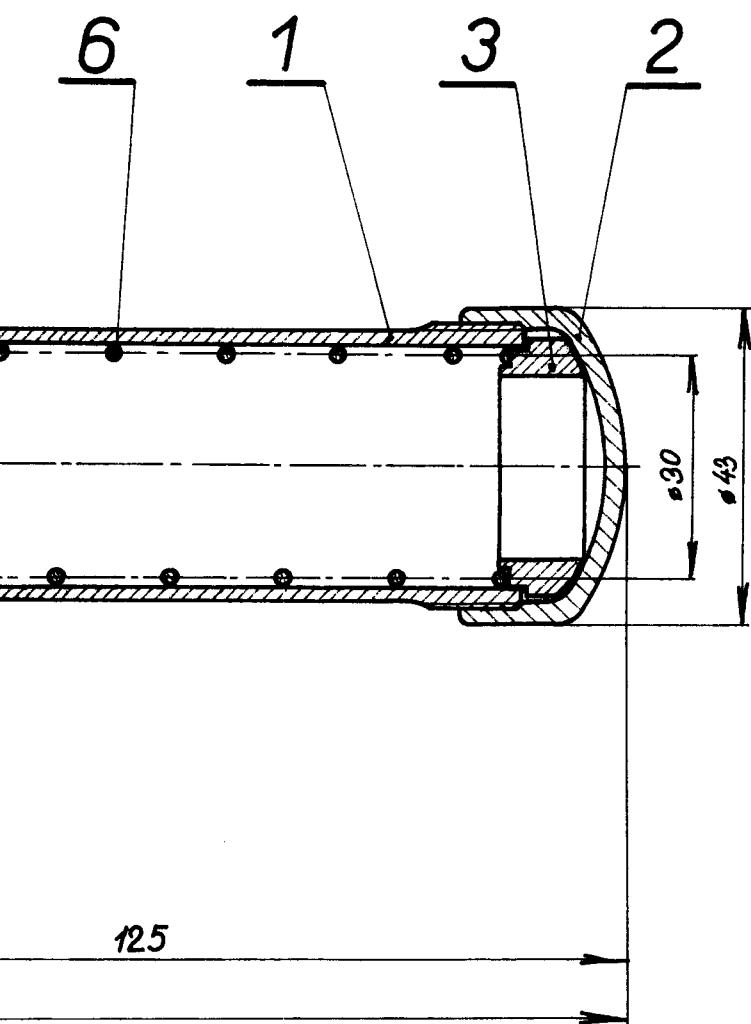
[8] Jareš, V. : Ocel, Praha SNTL 1962

[9] Korecký,J. : Nitridování - povrchové tvrzení oceli
dusíkem, knižnice hutnického průmyslu,
svazek 5, Praha 1951

[10] Dokumentace VÚTS Liberec a Kovotex n.p.,Červený Kostelec

[11] Tkalcovská ročenka,Výzkumný ústav lýkových vláken v
v Šumperku



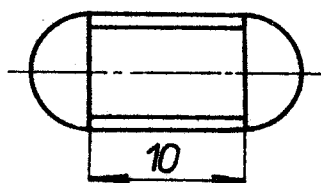
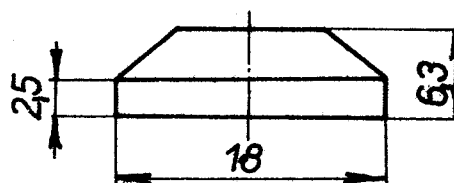
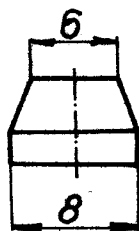


1	POJDR.KOUŽEK	ČSN 022925							7
1	PRUŽINA $\phi 30$		13 180.8						6
1	KROUŽEK $\phi 6$		10 370						5
1	PÍST S DŘÍKEM $\phi 32$		11 500						4
1	OPĚRKA		10 370						3
1	VÍČKO		10 370						2
1	PLÁŠŤ $\phi 32, M39 \times 3$		11 500						1

30.4.74 Brokl

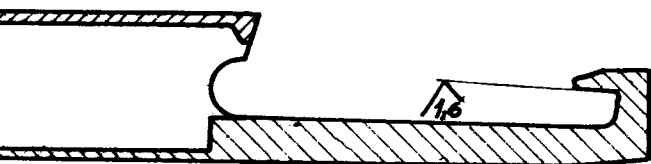
1:1

MĚRKA PŘÍTL. DP-74-KTS-S-03-700



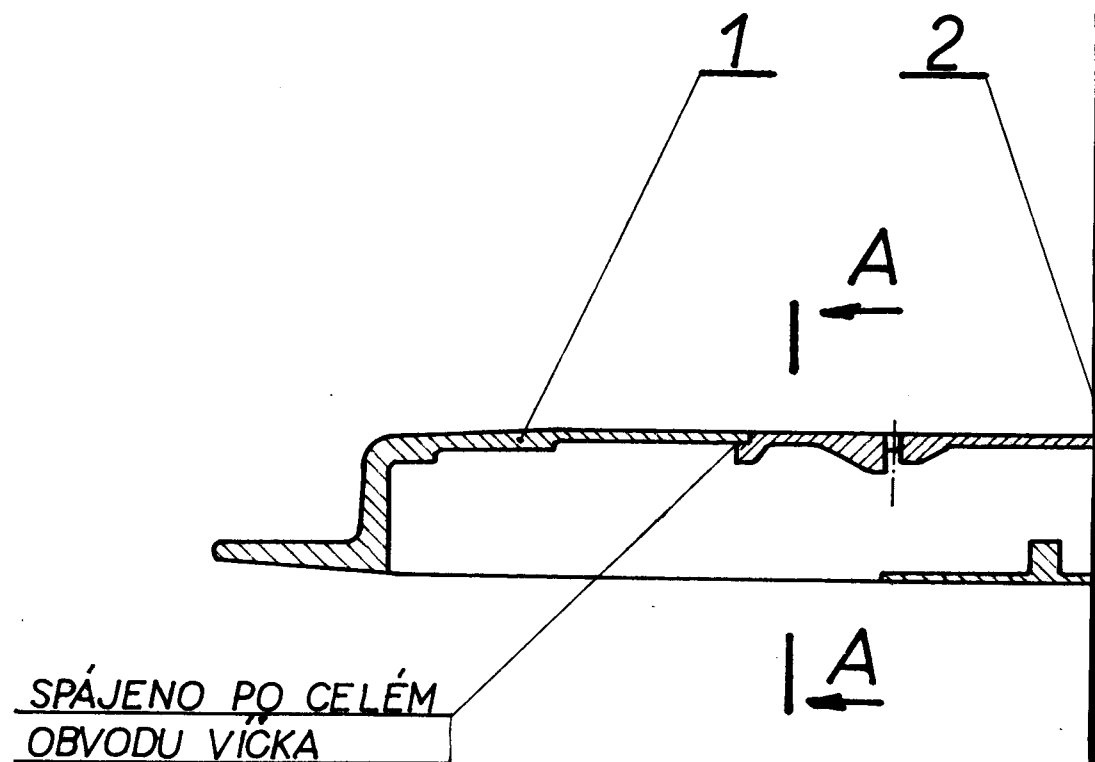
65 x 10 x 20		VULKOLAN							
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko	Kreslil		Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel								x
	Norm. rat								x
	Vyr. projedn.	Schválil	Č. transp.						x
	Dne								x
V Š S T Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název	PRUŽNÁ PODPORA	DP-74-KTS-D-04-525					
				Počet listů					
				l/str.					

3,2 / (0,4, 1,6)

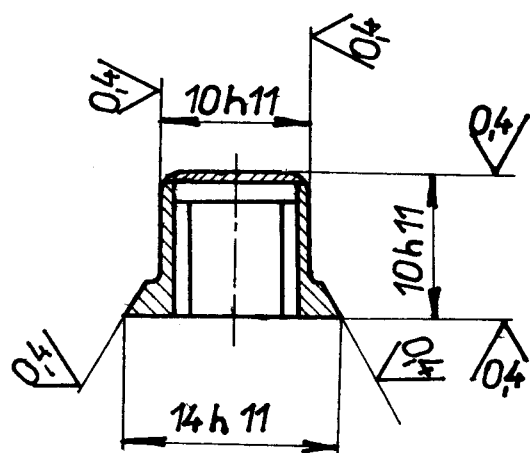


6. LEŠTĚNO
5. BROUŠENO
4. POPUŠTĚNO 250 ÷ 300°C
3. KALENO 800 ÷ 850°C V PROUDU VZDUCHU
2. ZAČISTĚNÍ PÁJENÝCH MÍST
1. PÁJENO KAPILÁRNĚ MĚDÍ PŘI 1100°C

1	VÍČKO		16 640.4	16 640.3				DP-...-522	2
1	SKŘÍPEC		16 640.4	16 640.3				DP-...-521	1
Počet kusů	Název - Rozměr	Podstavec	Mat. označení	Vel. v mm	Mat. číslo	Sk. číslo	Techn. číslo	Číslo výkresu	Pcs.
Poznámka				Oprava / Poznámka					
Měřítka	Kreslí	30.4.74 Brokl	Čís. přír.						
2:1	Průzkoušel		Čís. přír.						
	Norm.								
	Úpr. předn.	Schválil		Čís. přír.					
		One							
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Nový výkres					
		Název	SKŘÍPEC						
		DP-74-KTS-D-03-524							
		Počet listů	list						

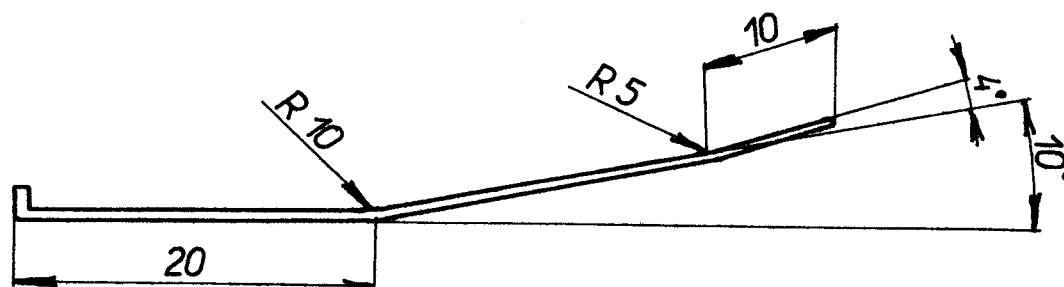
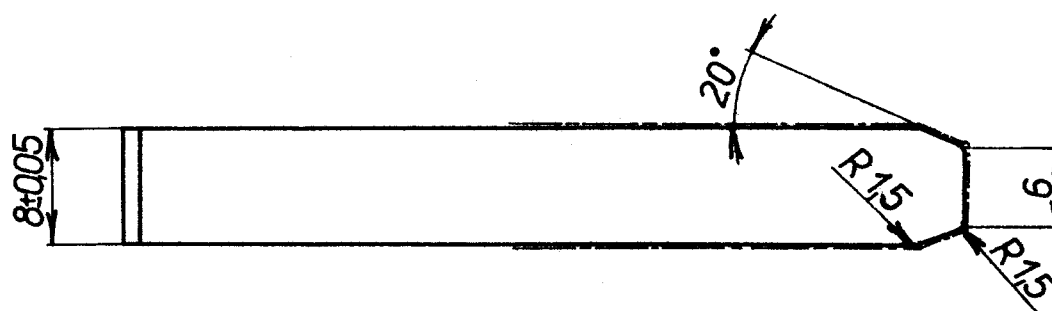
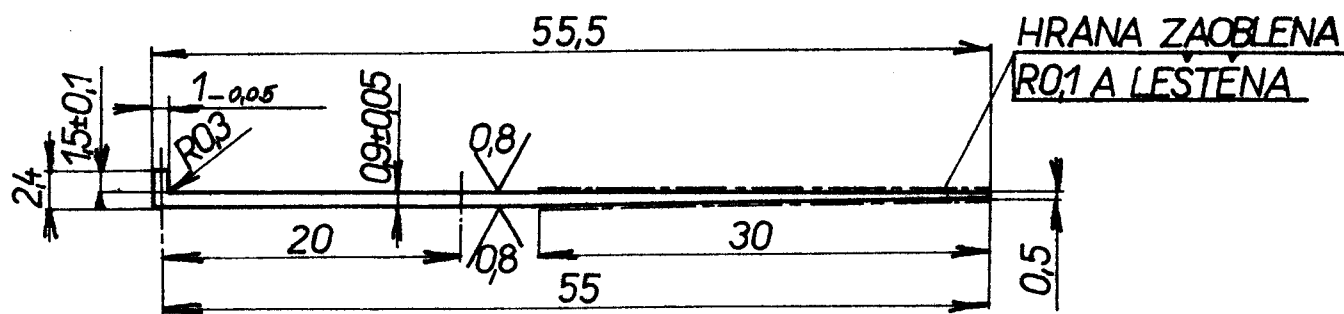


ŘEZ A-A



3,2 / (0,8)

ROZVINUTÝ TVAR



3. POPUŠTĚNO 350÷400 °C

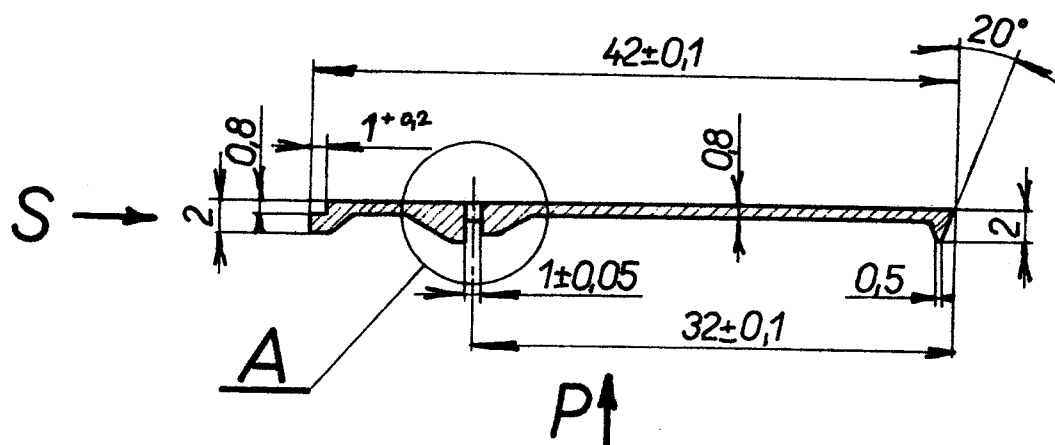
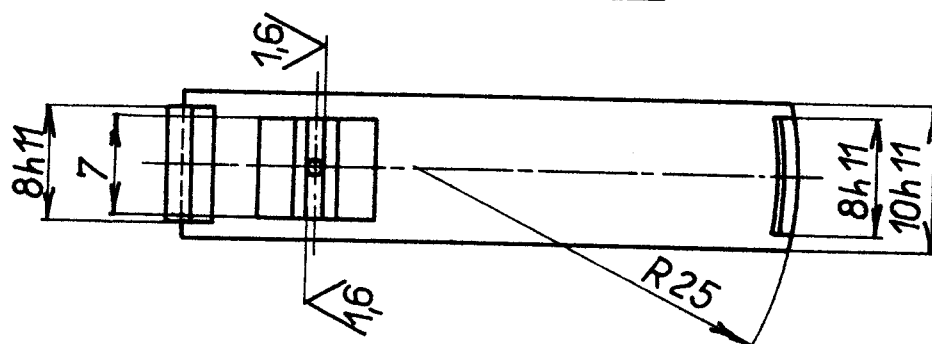
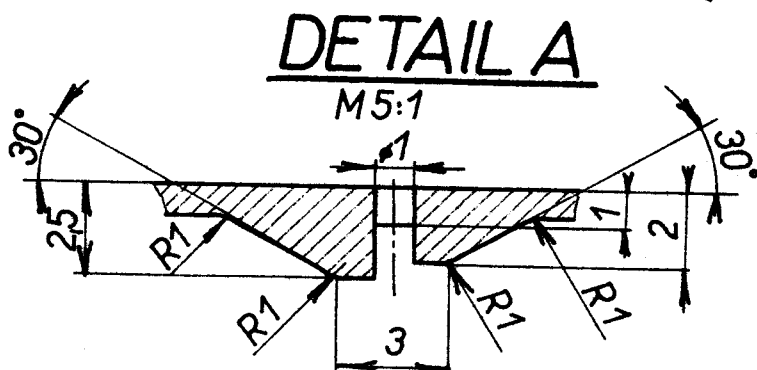
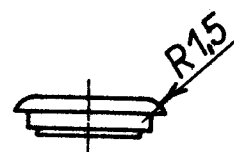
2. KALENO 800÷830 °C

1. SMĚR VLÁKEN MATERIÁLU ROVNOBĚŽNÝ S OSOU PERA

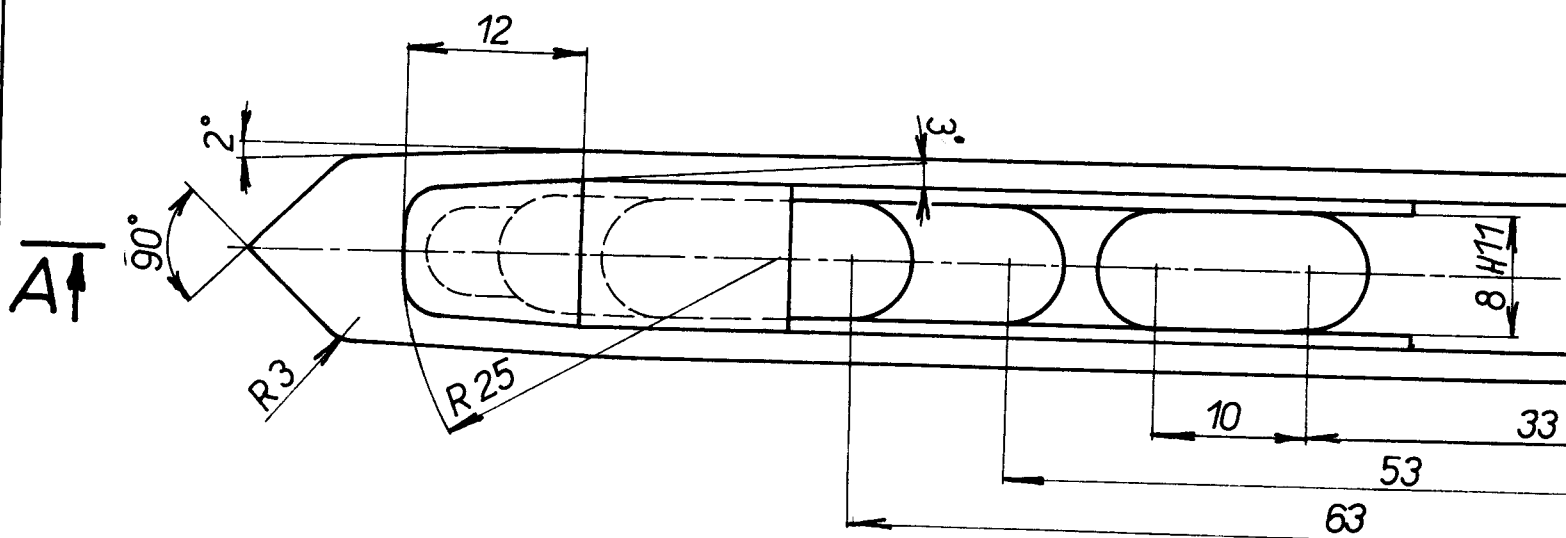
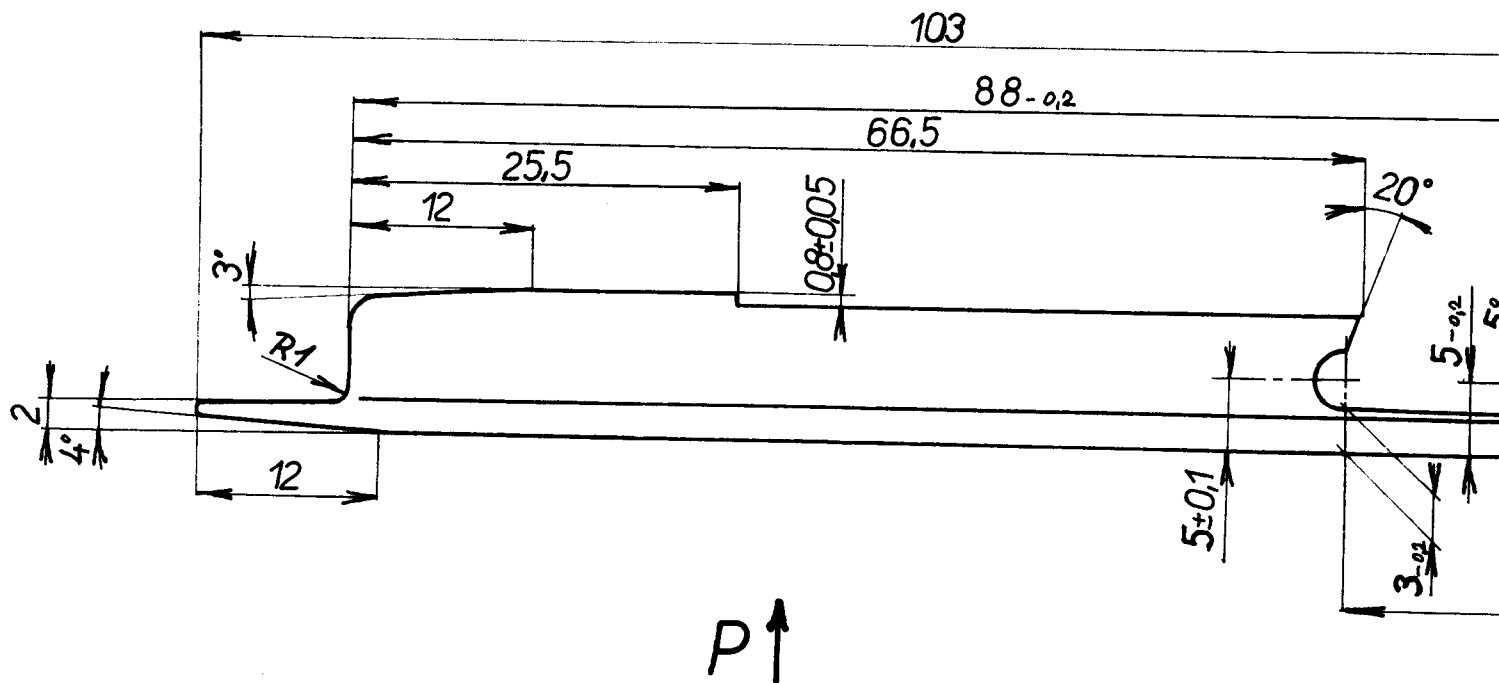
1	Pl. 15x10x 60	ČSN425310.11	14 260.4	14 260.3					
Počet kusů	Název - Rozměr	Podstavec	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko	Kreslil	30.4.79	Brokl	Čís. sním.			Datum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel								x
	Norm. rei.								x
	Výr. projedn.	Schválil	Č. transp.						x
	Dne								x
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název	PERO		DP-74-KTS-D-04-523				
					Počet listů				
					List				

32/

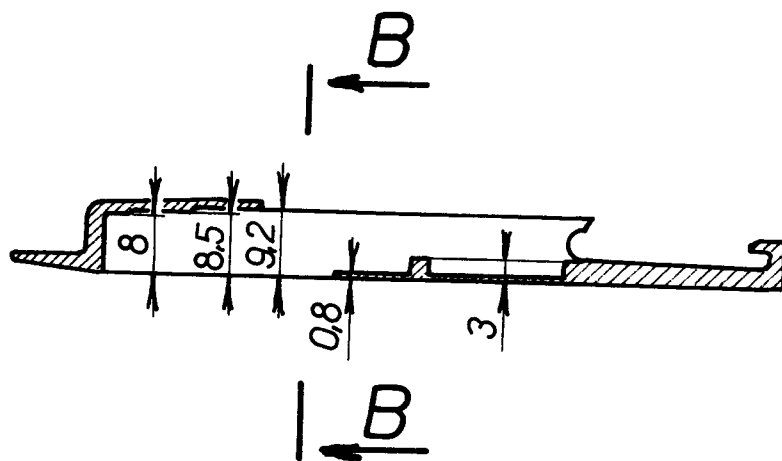
(1,6/)

POHLED PPOHLED SDETAIL A

1	3x12x45	SN425523.11	16 640							
Počet kusů	Název - Rozměr	Podatovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Měro odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.	
Poznámka				Celková čistá váha v kg						
Měřítko	Kreslil	30.4.74	Brokl	Čís. sním.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel									x
5:1	Norm. ref.									x
	Výr. projedr.		Schválil	Č.transp.						x
			Dne							x
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres			Nový výkres			
		Název	VÍČKO			DP-74-KTS-D-04-522				
						Počet listů				
						List				

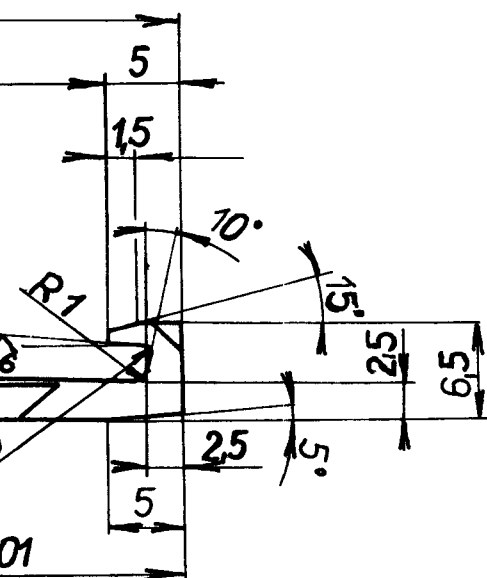


ŘEZA-A
M 1:1

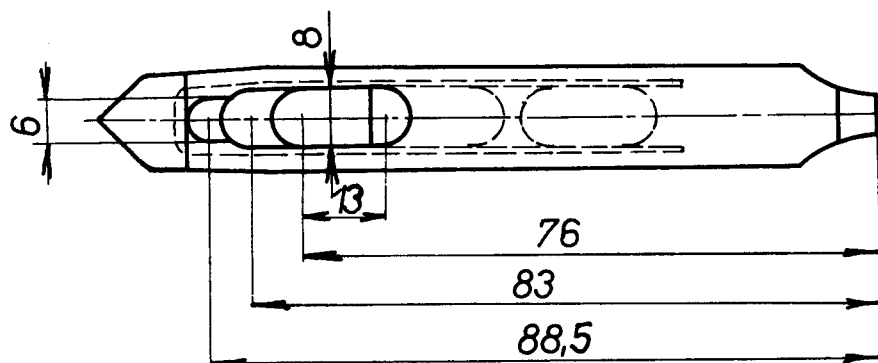


32

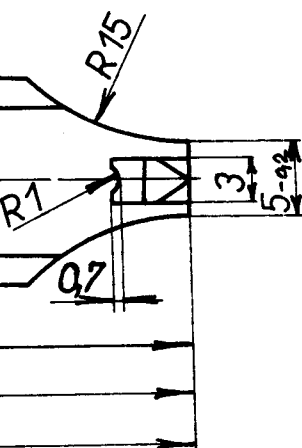
(1,6)

POHLED - P

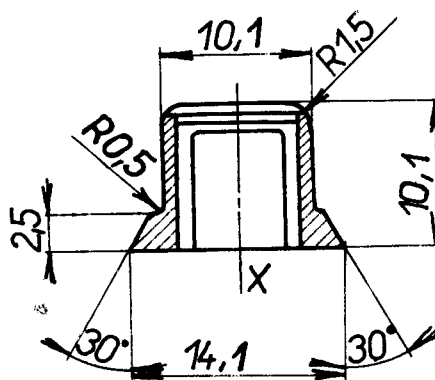
M 1:1

ŘEZ B-B

M 2:1



↑ A



DODRŽET SOUMĚRNOST PODÉL OSY X

1 □ 16×12×105 ČSN425523.11 16 640

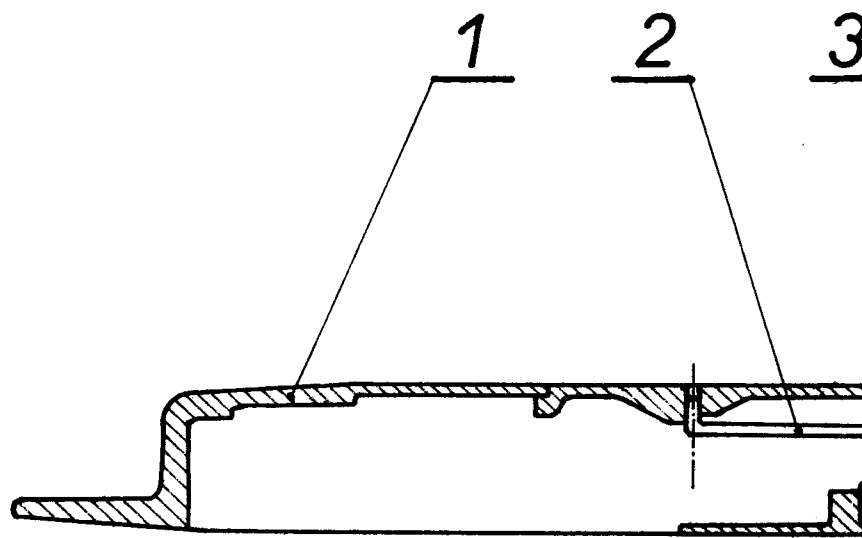
30.4.72 Brokl

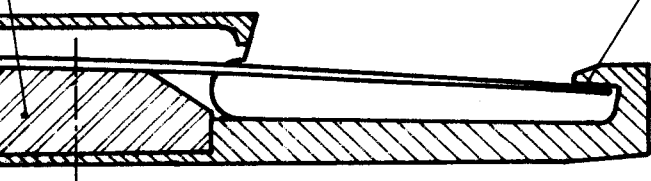
2:1

1:1

SKŘIPEC

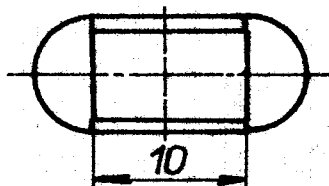
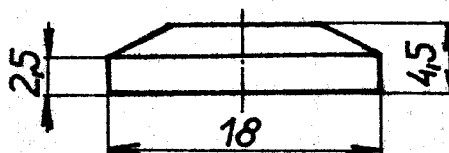
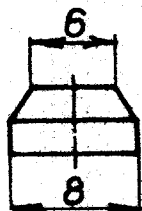
DP-74-KTS-D-03-521





STYK PERA S OSTRUHOV SKŘÍPCE
MUSÍ BÝT V PLOŠE. $P = 25 \pm 3 \text{ kp}$

1	PODPORA		VULKOLAN					DP-...-525	3
1	PERO		14 260.4					DP-...-523	2
1	SKŘÍPEC S VÍČKEM		16 640.4					DP-...-524	1
Název - Rozměr		Materiál		Hmotnost		Jednotka		Poz.	
30.4.74		Brokl							
2:1									
VŠST Liberec		Název SKŘÍPEC		DP-74-KTS-S-03-520				list	

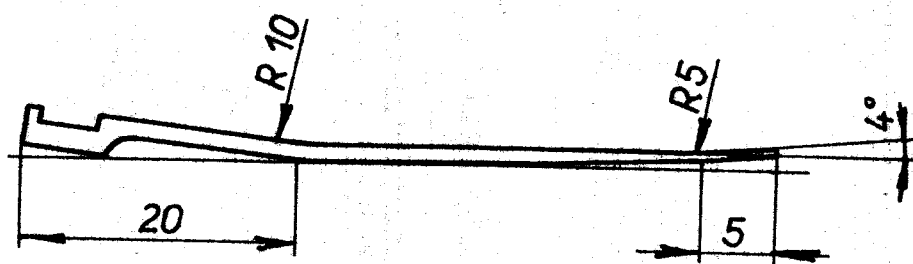
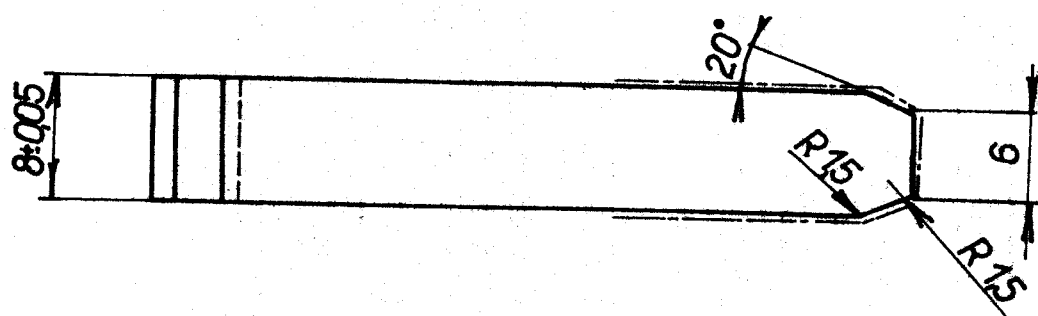
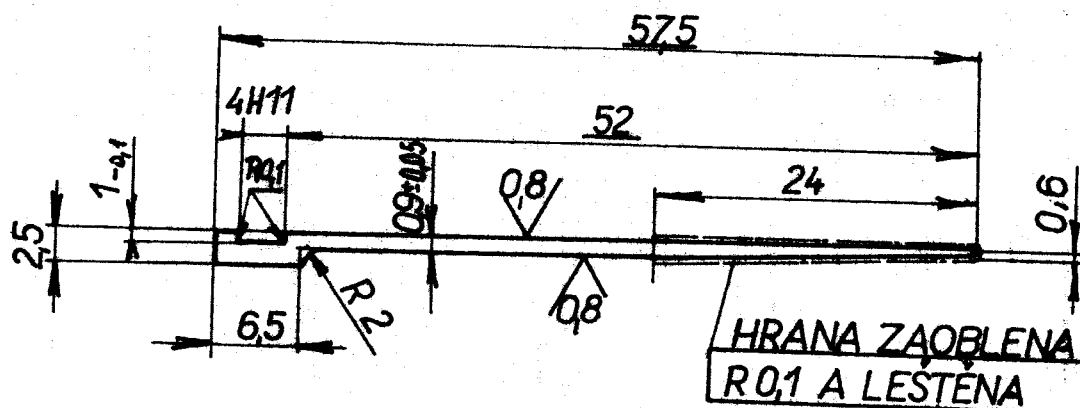


1	□ 5x10x20	VULKOLAN	nebo ČSN 622 217.07						
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka				Celková čistá váha v kg					
Měřítko	Kreslil	30.4.74	Brakl	Čís. sním.	Změna		Dotum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Výr. projedn.		Schválil	Č. transp.					x
		Dne							x
V Š S T Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název	PRUŽNÁ PODPORA		DP-74-KTS-D-04-516				
					Počet listů				
					Ust				

4h11 x 12		19421.3														
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.							
Poznámka				Celková čistá váha v kg												
Měřítka 5:1	Kreslil	30.4.74	Brokl	Čís. sním.	Značka	Datum	Podpis	Index změny	<table border="1"> <tr><td>x</td></tr> <tr><td>x</td></tr> <tr><td>x</td></tr> <tr><td>x</td></tr> <tr><td>x</td></tr> </table>			x	x	x	x	x
	x															
	x															
	x															
x																
x																
Přezkoušel																
Norm. ref.																
Výr. projedn.	Schválil		Č. transp.													
	Dne															
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres										
Název ČEP		DP-74-KTS-D-04-515 Počet listů Ust														

32 / (0,8)

ROZVINUTÝ TVAR



3. POPUŠTĚNO 350÷400 °C

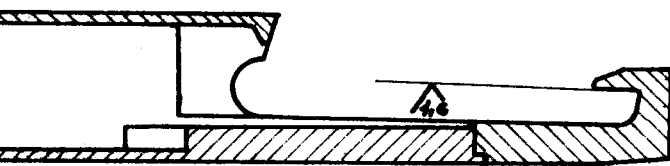
2. KALENO 800÷830 °C

1. SMĚR VLÁKEN MATERIÁLU ROVNOBĚŽNÝ S OSOU PERA

Pl. 3×12×60		ČSN 425310.11	14 260.4	14 260.3					
Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Poznámka					Celková čistá váha v kg				
Měřítko	Kreslil	30.4.74	Brokl	Čís. sním.	Změna		Datum	Podpis	Index změny
2:1	Přezkoušel								x
	Norm. ref.								x
	Výr. provedl.								x
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres			
		Název	STÁVAJÍCÍ PERO		DP-74-KTS-D-04-514				
					Počet listů				
					List				

32 (0,4, 1,6)

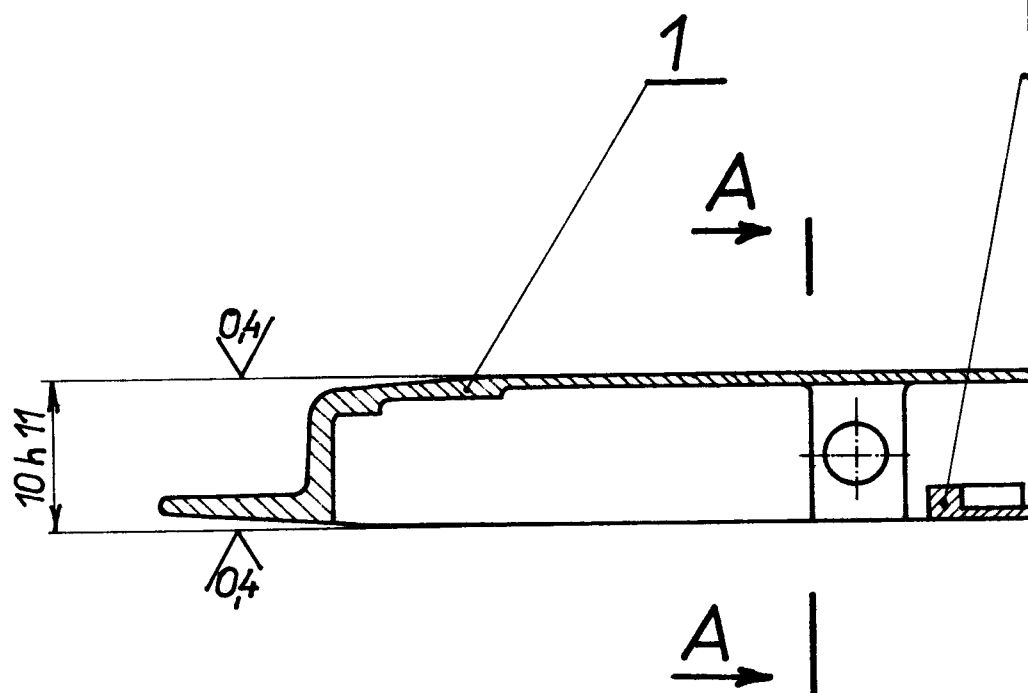
2



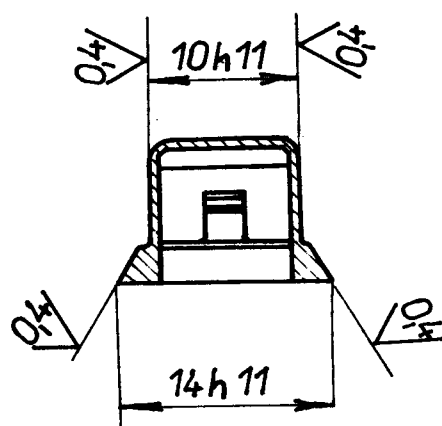
SPÁJENO PO CELÉM OBVODU DNA

6. LEŠTĚNO
5. BROUŠENO
4. POPUŠTĚNO 250÷300°C
3. KALENO 800÷850°C V PROUDU VZDUCHU
2. ZAČISTĚNÍ PÁJENÝCH MÍST
1. PÁJENO KAPILÁRNĚ MĚDÍ PŘI 1100°C

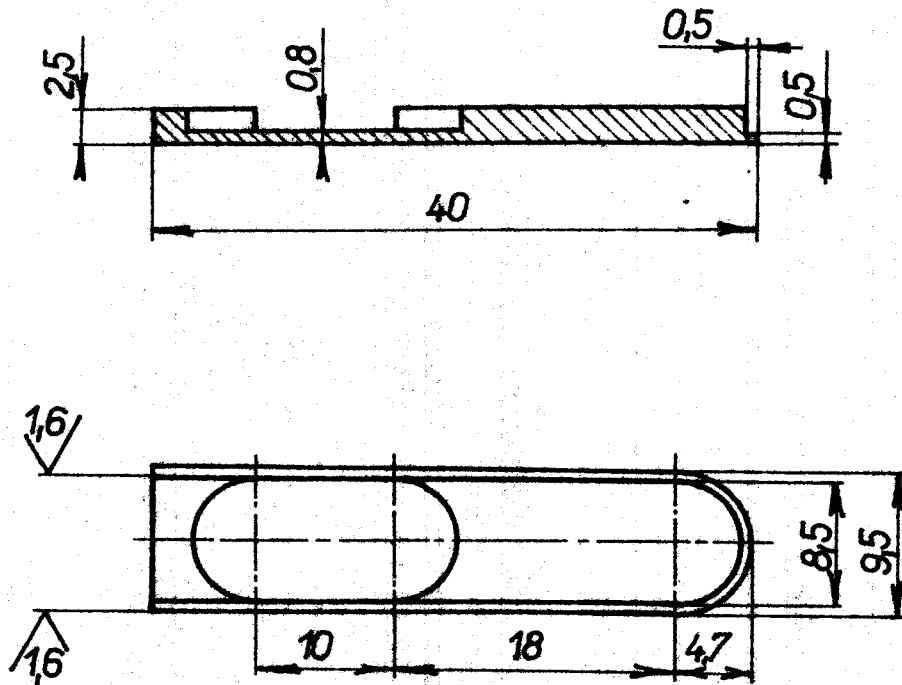
1	DNO		16 640.4	16 640.3			DP-74-KTS-D-04-512	2
1	SKŘIPEC		16 640.4	16 640.3			DP-...-511	1
Název - Rozměr		Průřez	Mat. kováčny	Mat. výchozí	Mat. výchozí	Mat. výchozí	Mat. výchozí	
Poznámky		Celková šířka vnitřní části						
MĚŘÍTKO	30:474	Brokl	Stav inform.					
2:1			Stav inform.					
VŠST Liberec		SKŘIPEC SE DNEM		DP-74-KTS-D-03-513				
				Počet listů				



ŘEZ A-A



32 / 16

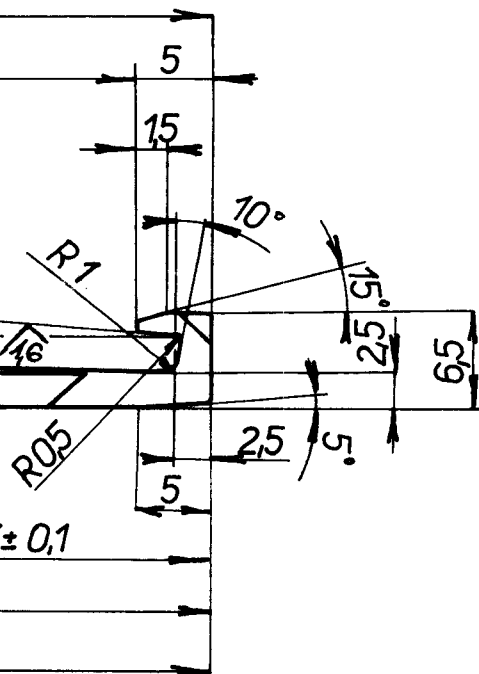


1	5x10x80	SN425523.11	16 640							
Počet kusů	Název - rozměr	Podstav	Mat. konečný	Mat. výchozí	Ílids odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.	
Poznámka				Celková čistá váha v kg						
Měřítko	Kreslil	30.4.74	Brokl	Čís. sním.						x
2:1	Přezkoušel									x
	Norm. ref.									x
	Výr. proje in.	Schválil		Č. trans.						x
		Dne								x
VŠST Liberec		Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres				
		Název	DNO SKŘIPCE		DP-74-KTS-D-04-512					
					Počet listů					
					List					

3,2

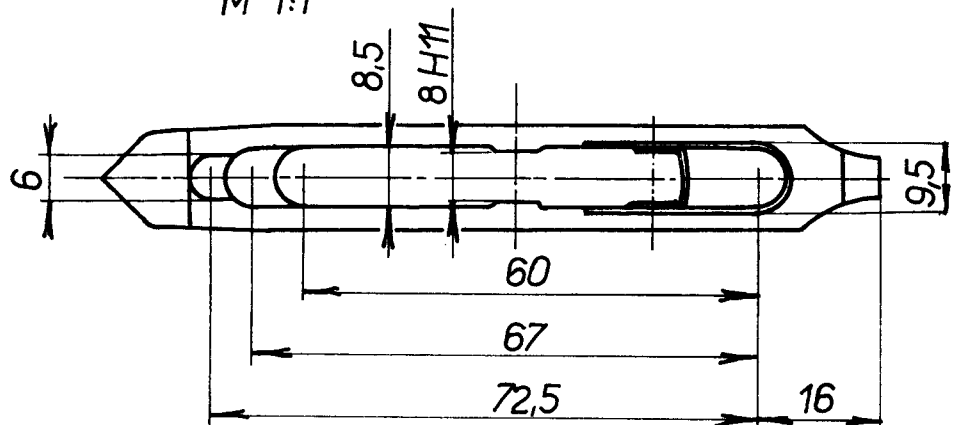


1,6



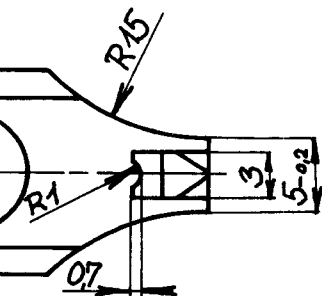
POHLED P

M 1:1

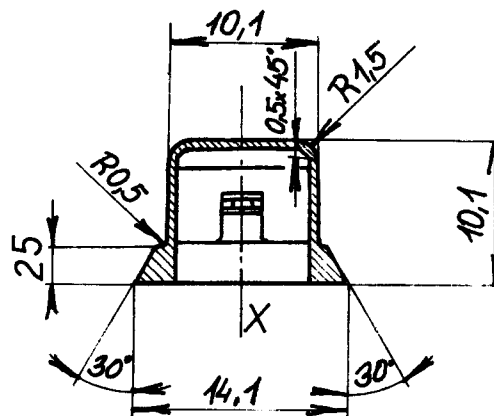


ŘEZ B-B

M 2:1



↑ A



DODRŽET SOUMĚRNOST PODÉL OSY X

1 □ 16x12 x 105 ČSN425523.11 16 640

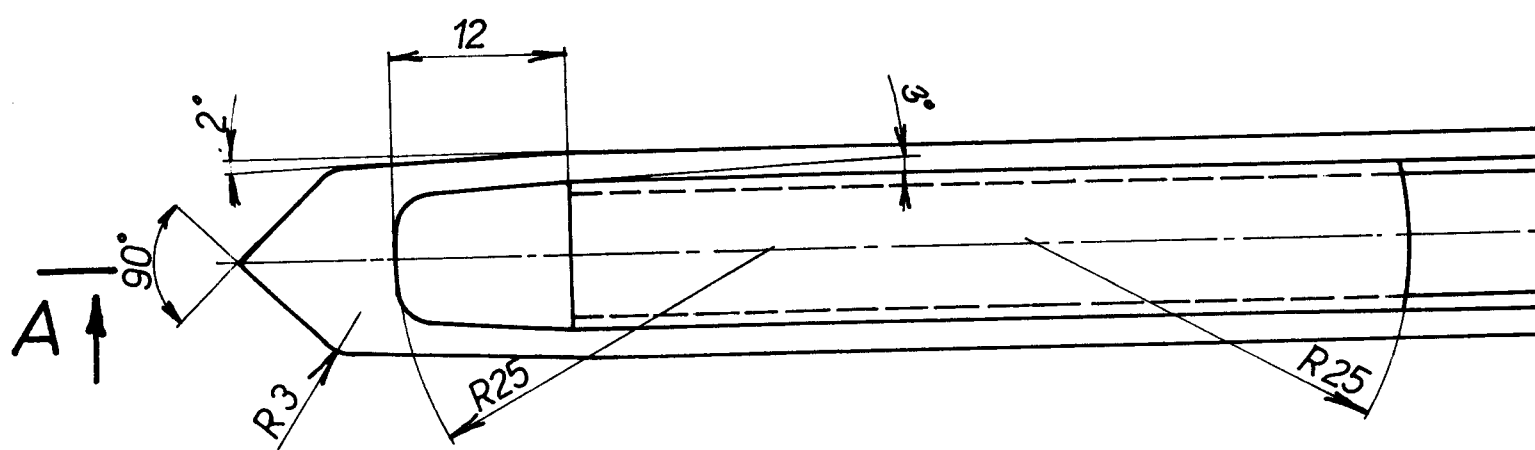
30.4.74 BrokL

2:1

1:1

SKŘIPEC

DP-74-KTS-D-03-511



Technical drawing of a stepped shaft with the following dimensions and features:

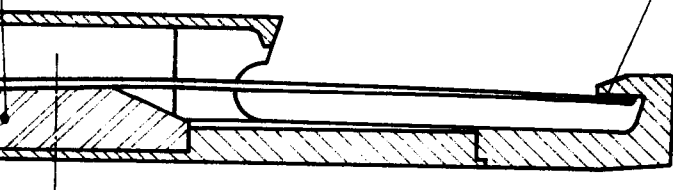
- Section 1: Diameter 8, length 6.
- Section 2: Diameter 8.5, length 21.
- Section 3: Diameter 9.2, length 6.
- Section 4: Diameter 8, length 27.
- Section 5: Diameter 3, length 40.

Forces and moments:

- A horizontal force B is applied to the left at the end of the first section.
- A horizontal force B is applied to the right at the end of the fifth section.
- A vertical force 3 is applied downwards at the center of the fourth section.

4

STYK PERA S OSTRUHOU SKŘÍPCE
MUSÍ BÝT V PLOŠE. $P = 2,5 \div 3 \text{ kp}$

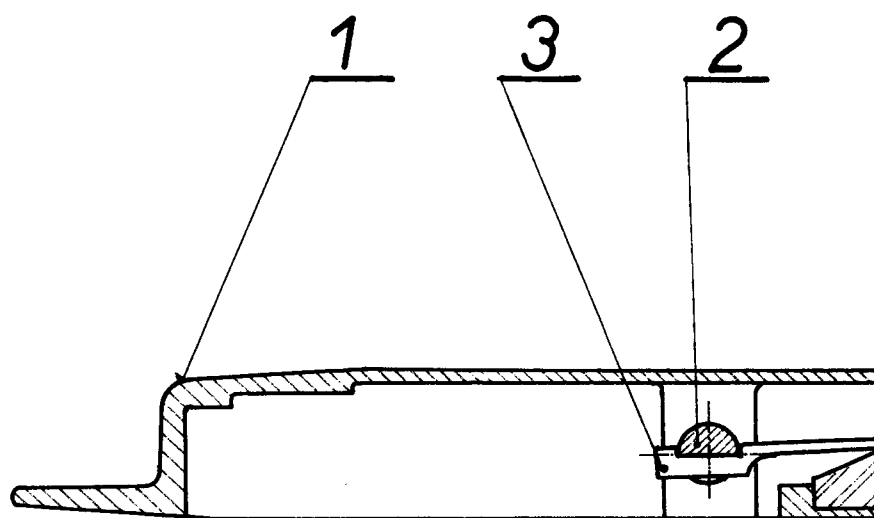


1	PODPORA		VULKOLAN	nebo ČSN 622 217.07		DP- ... -516	4
1	PERO (STÁVAJÍCÍ)		14 260.4			DP- ... -514	3
1	ČEP (STÁVAJÍCÍ)		19 421.3			DP- ... -515	2
1	SKŘÍPEC SE DNEM		16 640.4			DP- ... -513	1

Název - Rozměr		Podstatová	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Pos.
Celková čistá váha v kg									

Měřítko 2:1	Kreslil	30.4.74	Brokl	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	x
	Přezkoušel								
	Norm. ref.								
	Vyr. projedn.	Schválil	Č. transp.						
		Dne							x

VŠST Liberec	Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres
	Název	SKŘÍPEC		
			DP-74-KTS-S-03-510	
			Počet listů	List



PŘÍLOHA XI

SMITHŮV DIAGRAM PRO VARIANTY S PRUŽNOU PODPOROU

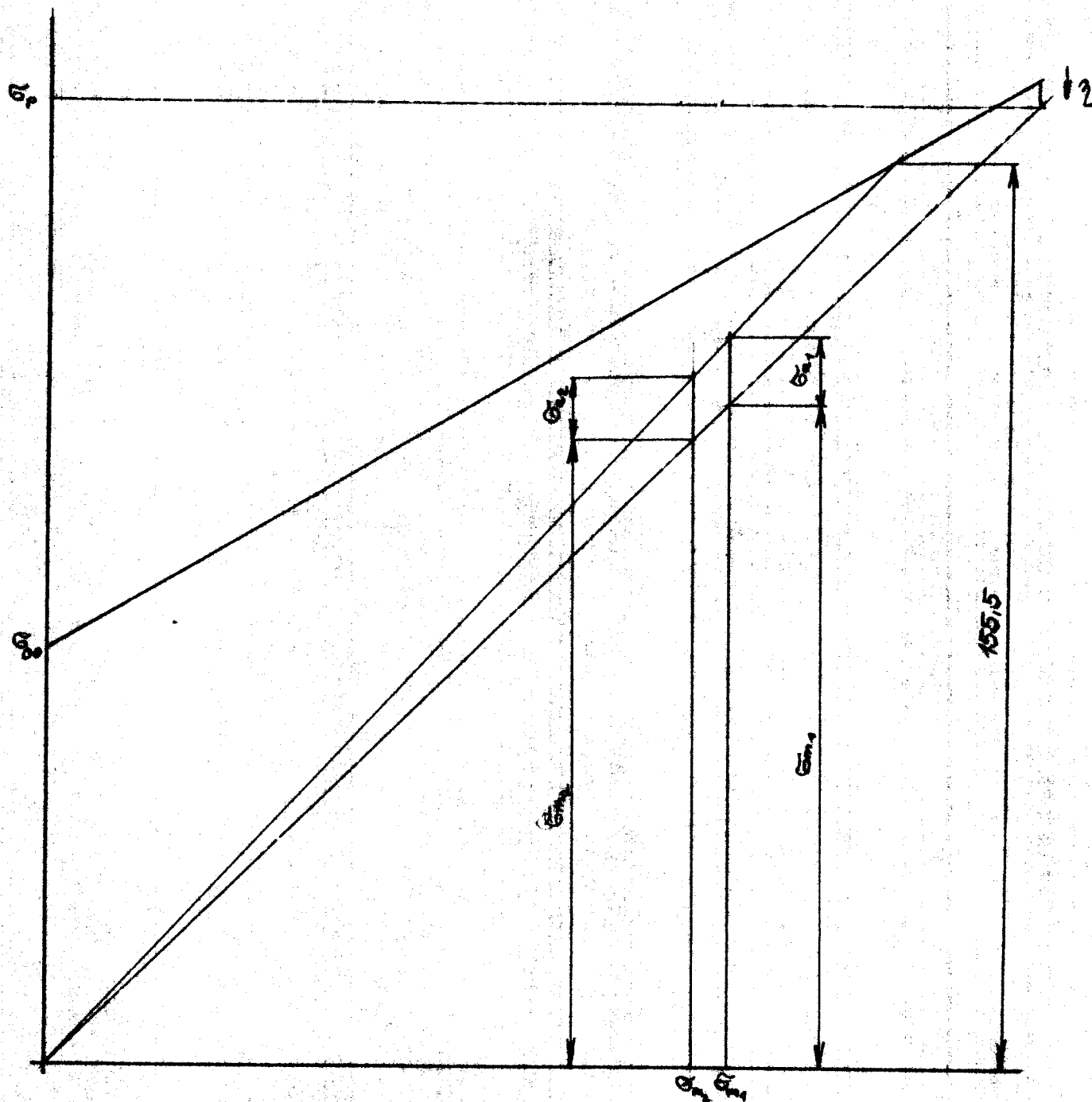
MATERIÁL: 14 260.4

$n_1 = 1,25$

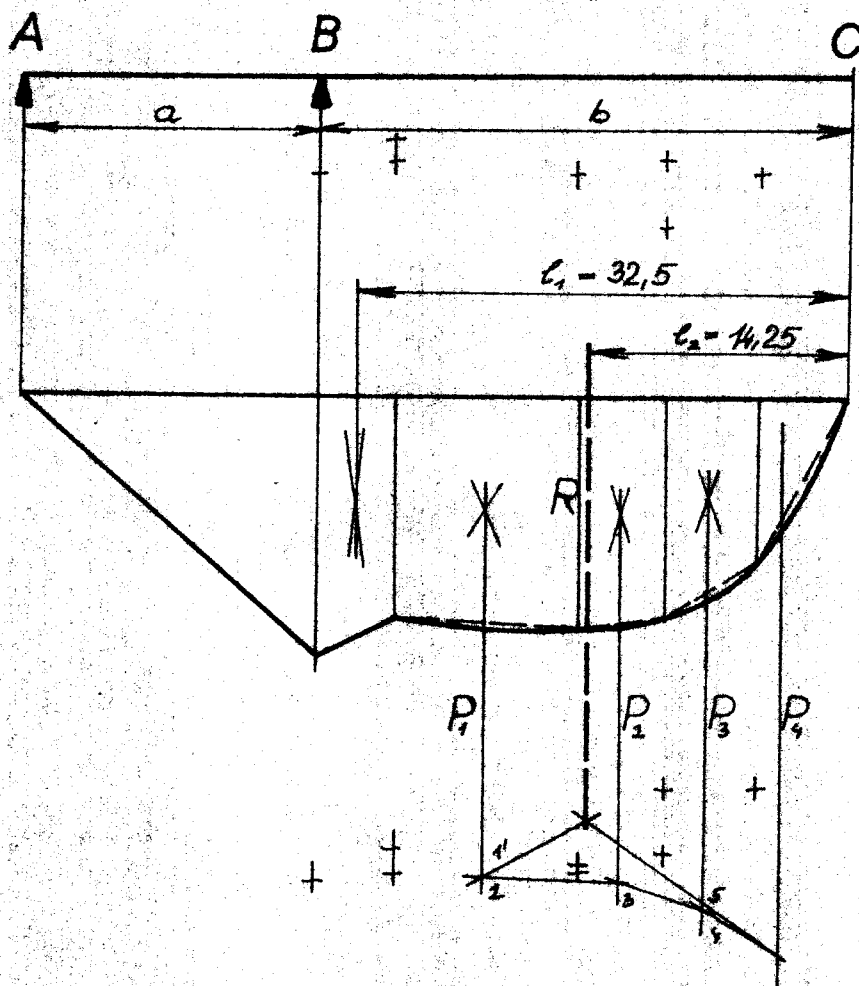
$n_2 = 1,32$

MĚŘÍTKO

$1 \text{ kp/mm}^2 \sim 1 \text{ mm}$



PŘÍLOHA XII

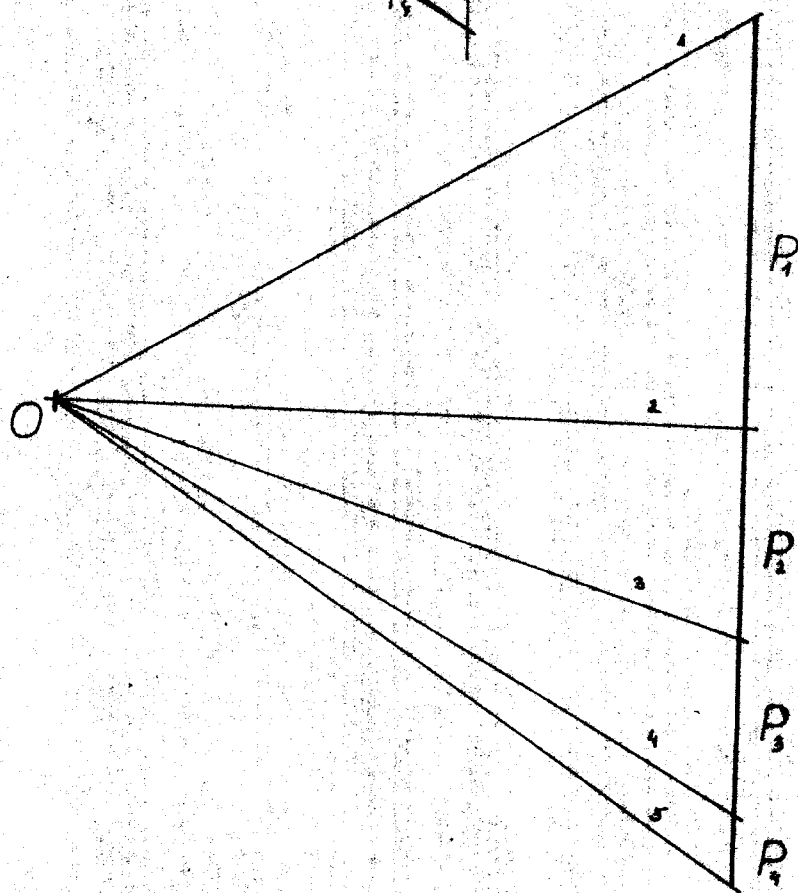


MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

MĚŘÍTKO SIL

20 kpm² ~ 1mm



$$P_1 = 1123,8$$

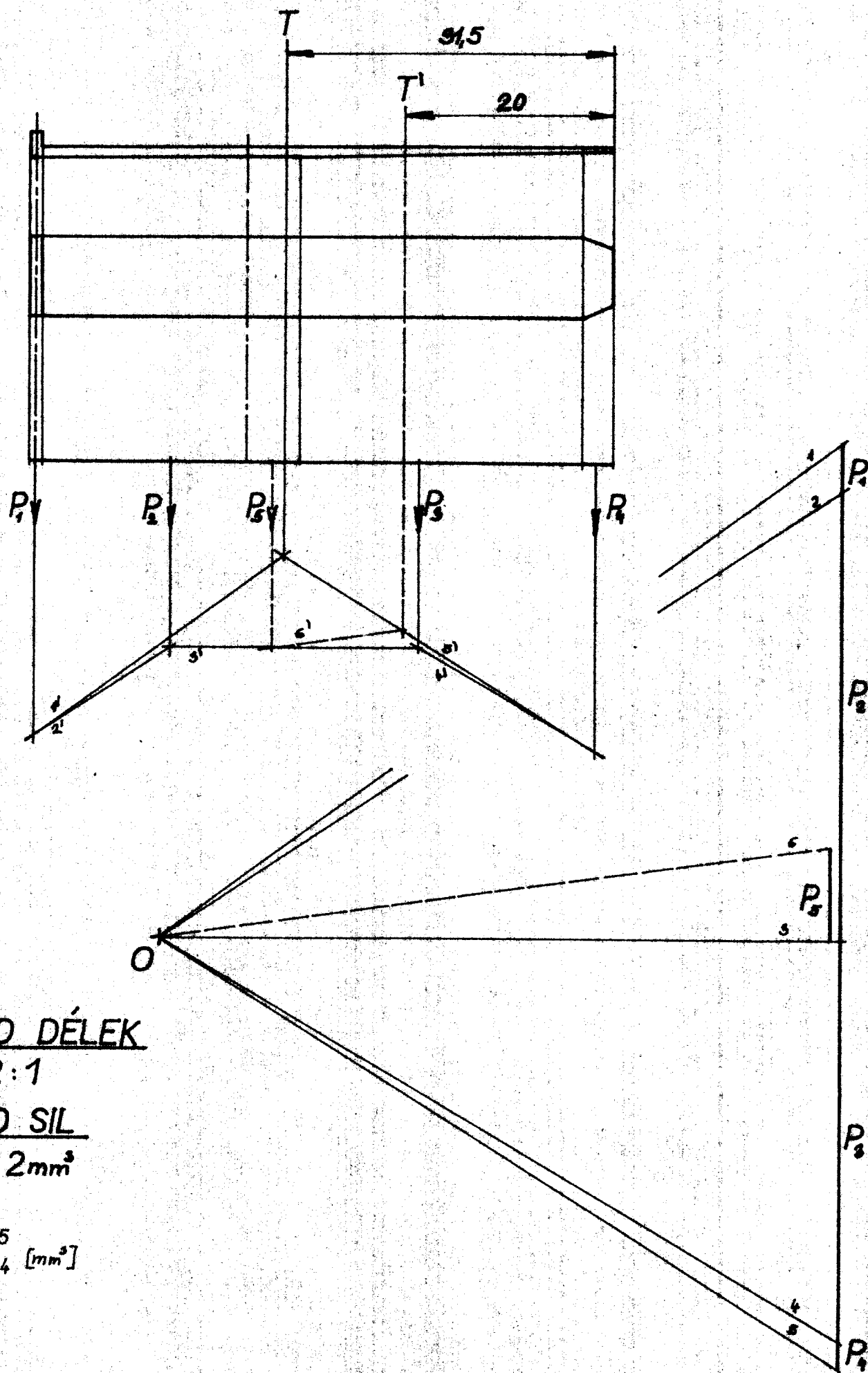
$$P_2 = 566,5$$

$$P_3 = 476,3$$

$$P_4 = 201,9$$

[kpm²]

PŘÍLOHA XIII



MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

MĚŘÍTKO SIL

1mm ~ 2mm³

$$P_1 = 19,2$$

$$P_2 = 176,5$$

$$P_3 = 157,4 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$P_4 = 9,8$$

$$P_5 = 36$$

PŘÍLOHA X

SMITHŮV DIAGRAM PRO VARIANTY c, A d,

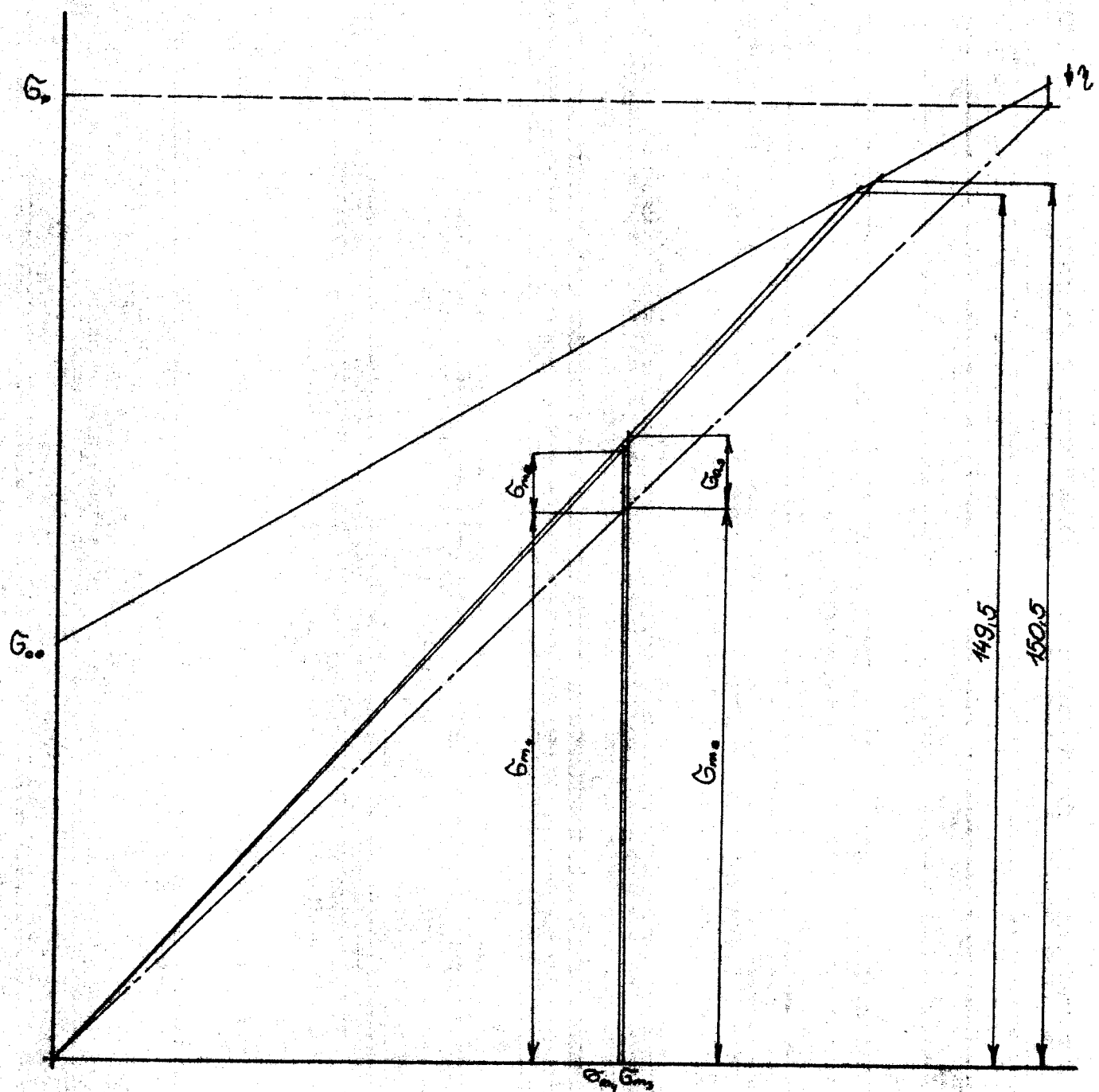
MATERIÁL: 14 260.4

MĚŘÍTKO

$$\eta_s = 1,4$$

$$1 \text{ kp/mm}^2 \sim 1 \text{ mm}$$

$$\eta_v = 1,425$$



PŘÍLOHA IX

SMITHŮV DIAGRAM PRO VARIANTY a, A b

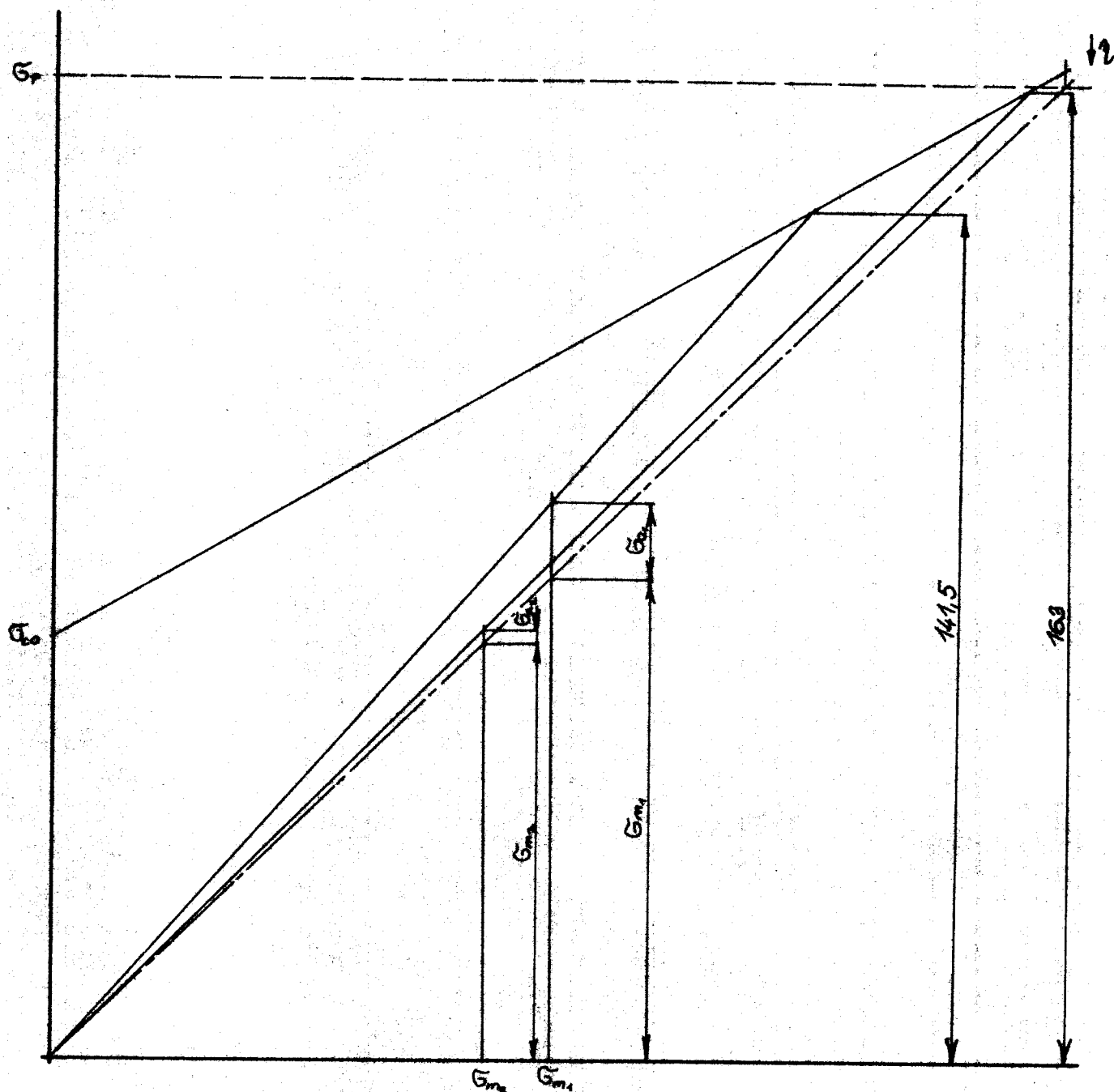
MATERIÁL : 14 260.4

$n_1 = 1,495$

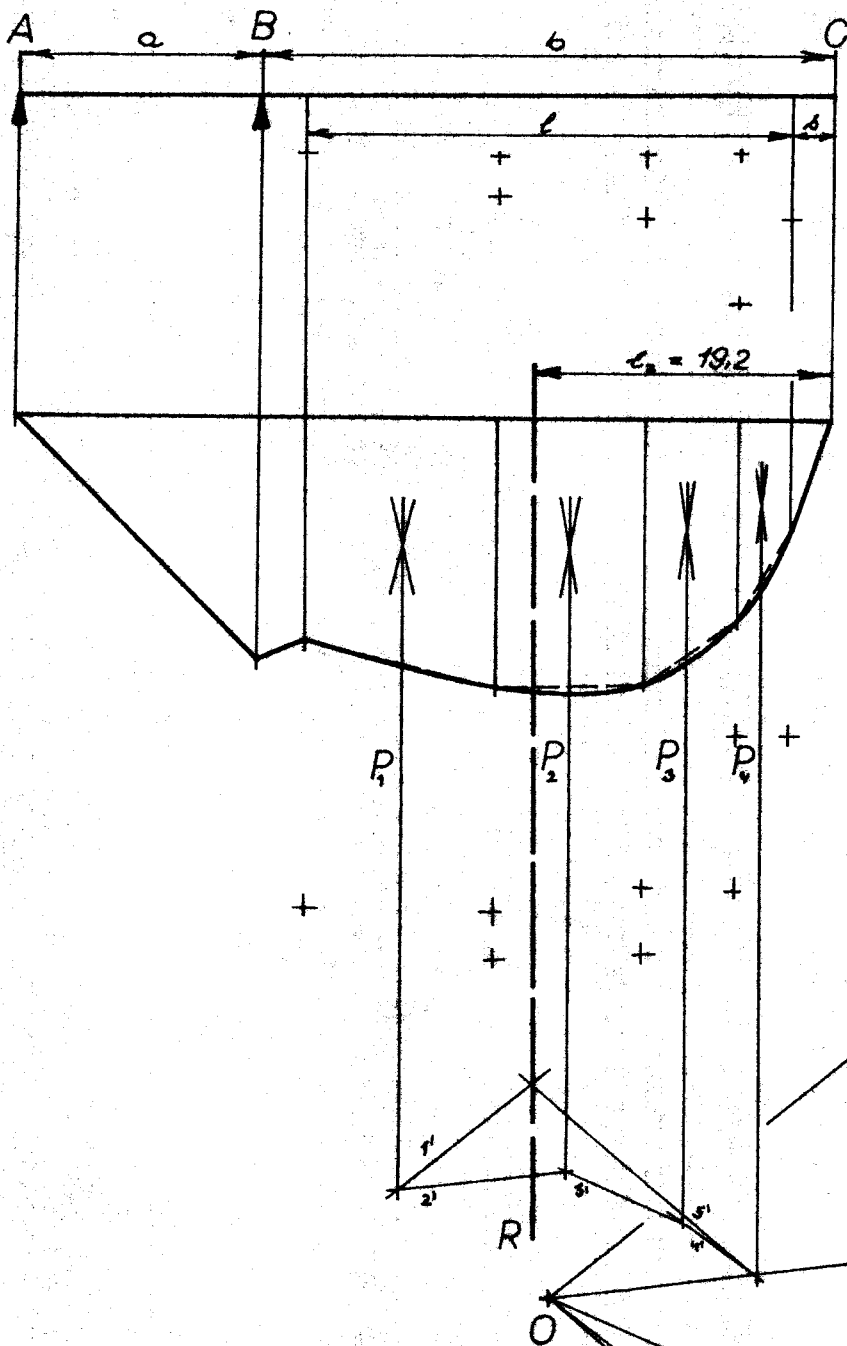
$n_2 = 2,26$

MĚRÍTKO

$1 \text{ kp/mm}^2 \sim 1 \text{ mm}$



PŘÍLOHA VIII



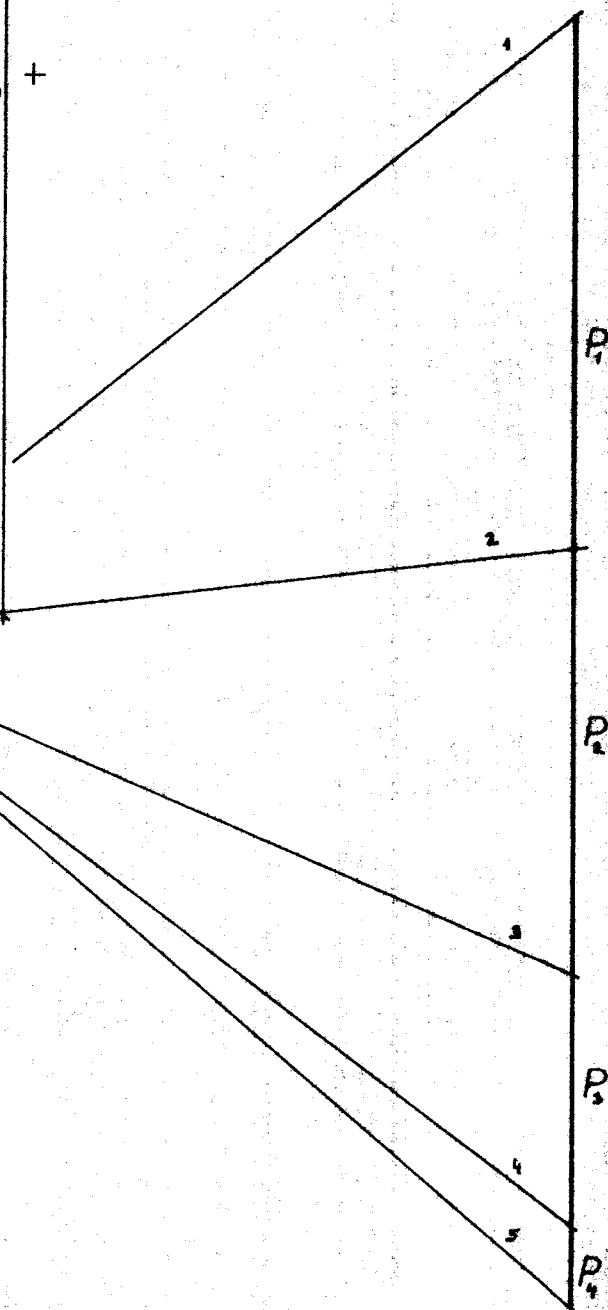
MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

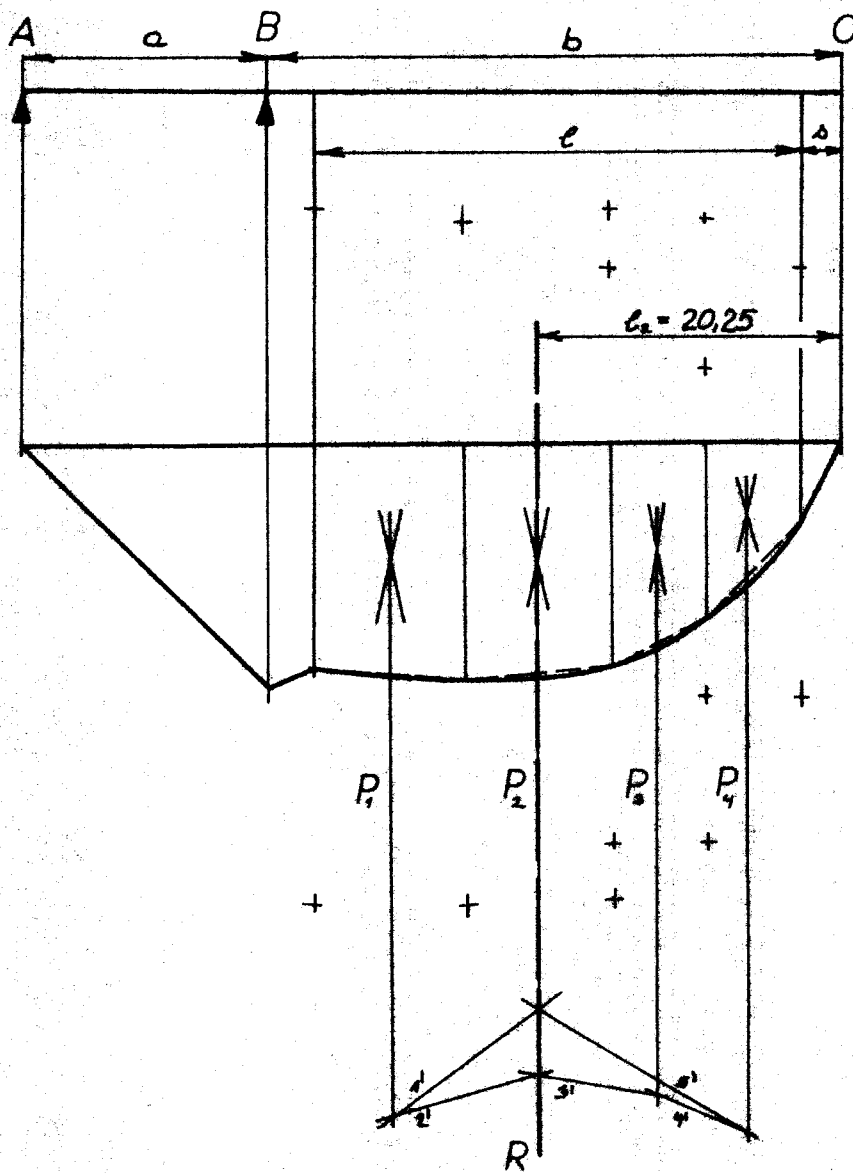
MĚŘÍTKO SIL

20kpm² ~ 1mm

$$\begin{aligned} P_1 &= 1467 \\ P_2 &= 1171,5 \\ P_3 &= 674,4 \\ P_4 &= 227,7 \end{aligned} \quad [\text{kpmm}^2]$$



PŘÍLOHA VII



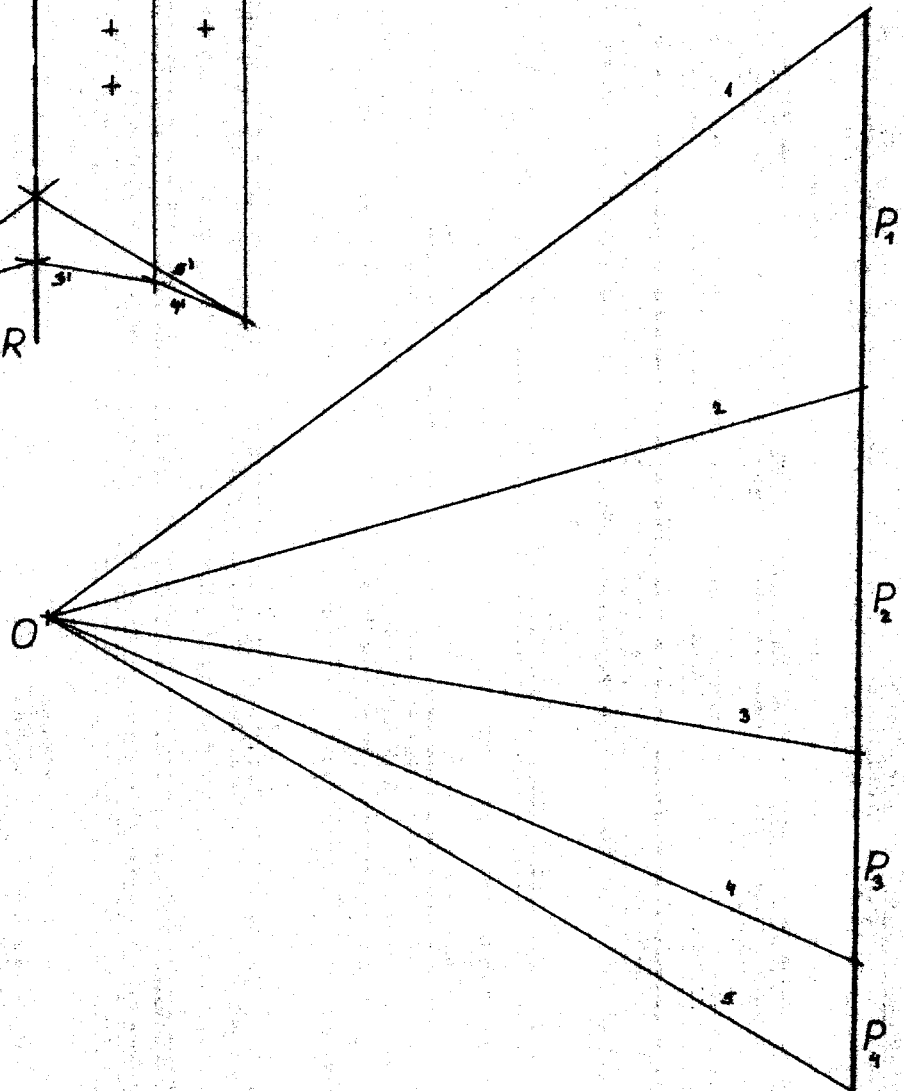
MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

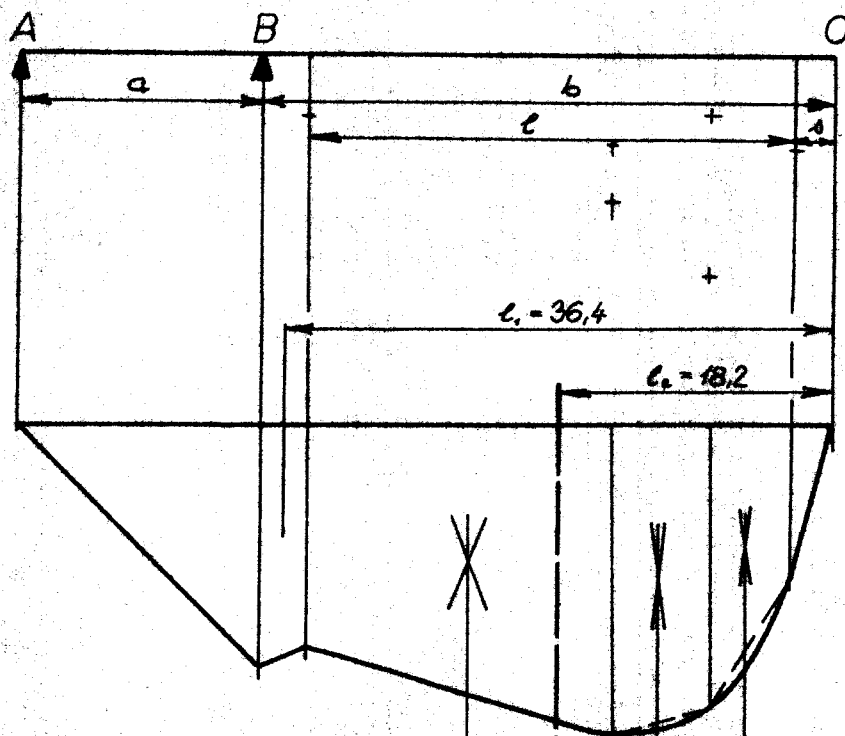
MĚŘÍTKO SIL

20kpm² ~ 1mm

$$\begin{aligned} P_1 &= 1031,985 \\ P_2 &= 995,67 \\ P_3 &= 573,325 \\ P_4 &= 357,56 \end{aligned} \quad [\text{kpm}^2]$$

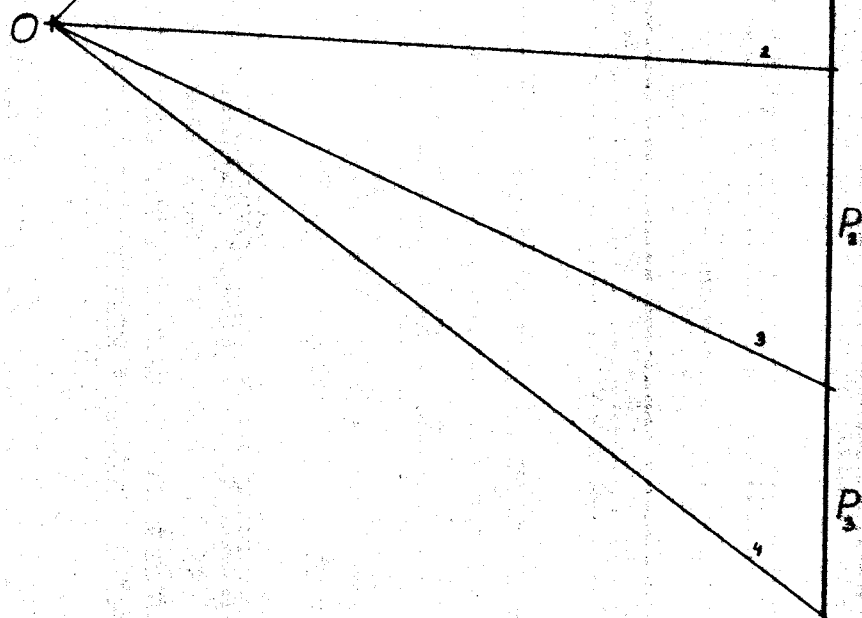
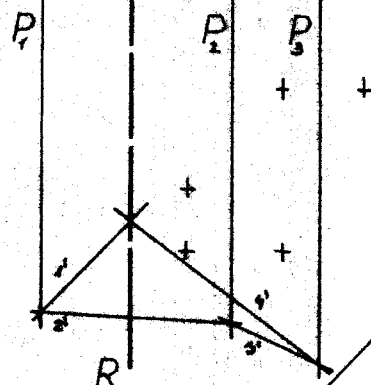


PŘÍLOHA VI



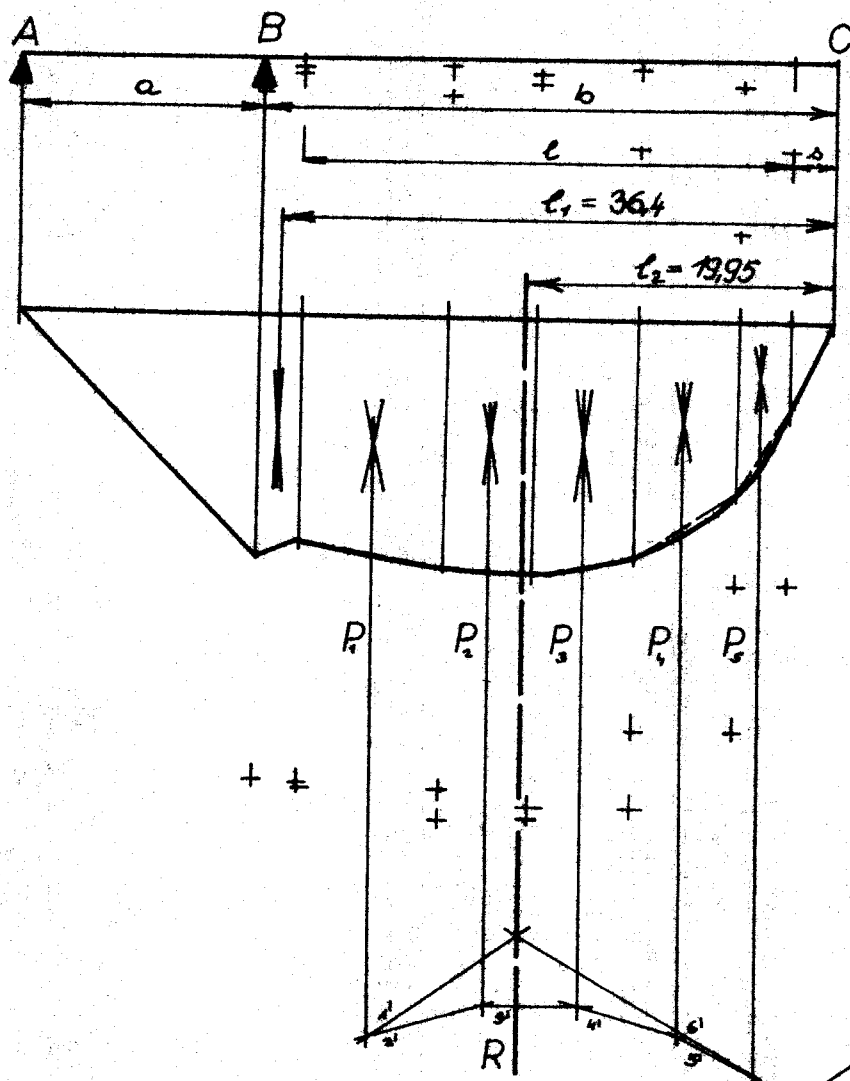
MĚŘÍTKO DÉLEK
2:1

MĚŘÍTKO SIL
 $20 \text{ kpm}^2 \sim 1 \text{ mm}$



$$\begin{aligned} P_1 &= 2360 \\ P_2 &= 866 \text{ [kpm}^2\text{]} \\ P_3 &= 635 \end{aligned}$$

PŘÍLOHA V

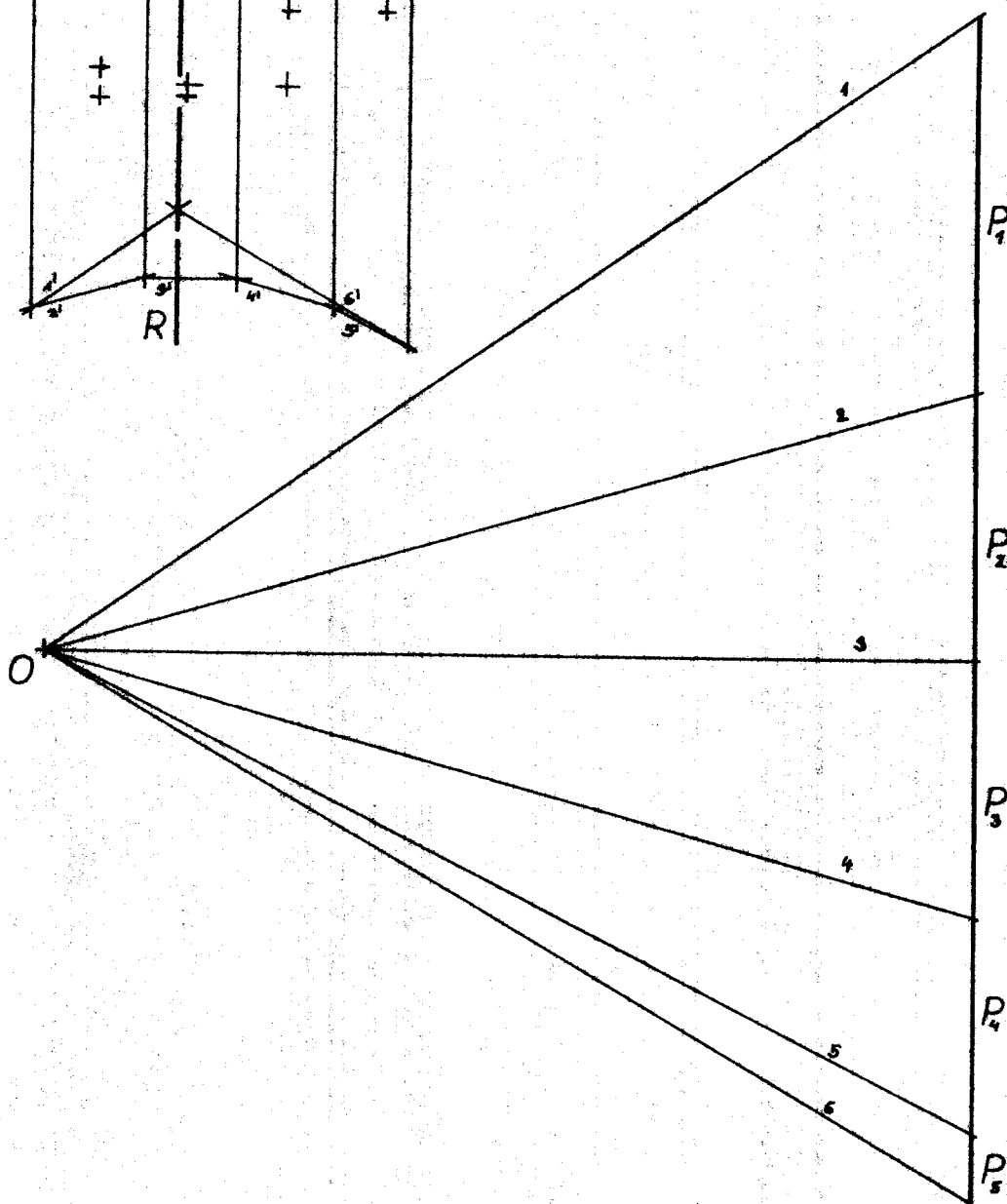


MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

MĚŘÍTKO SIL

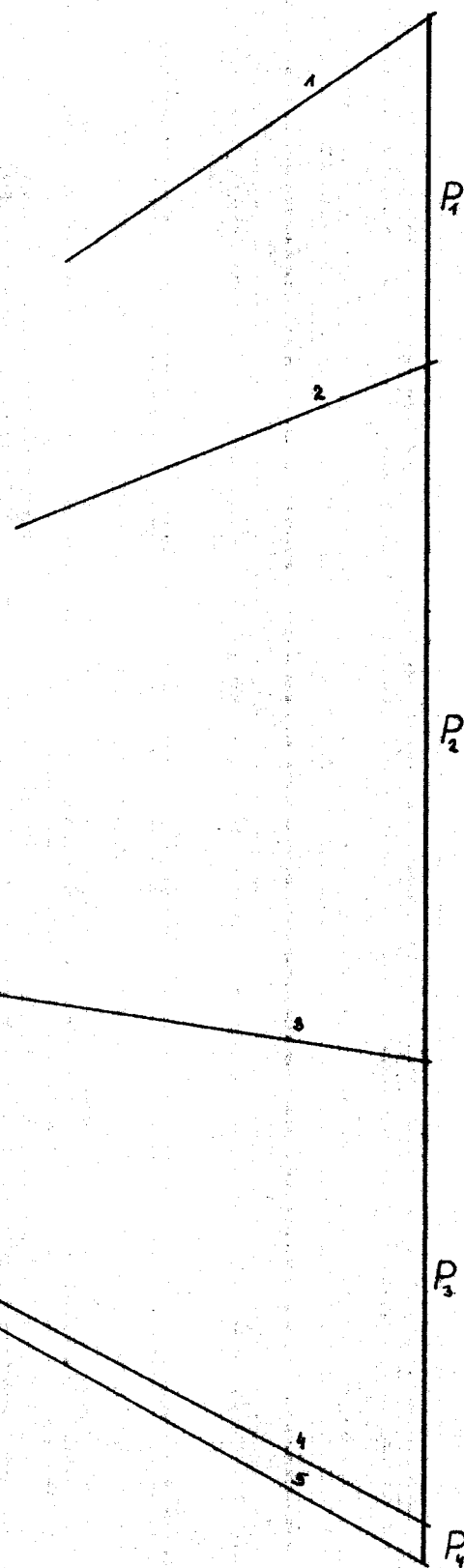
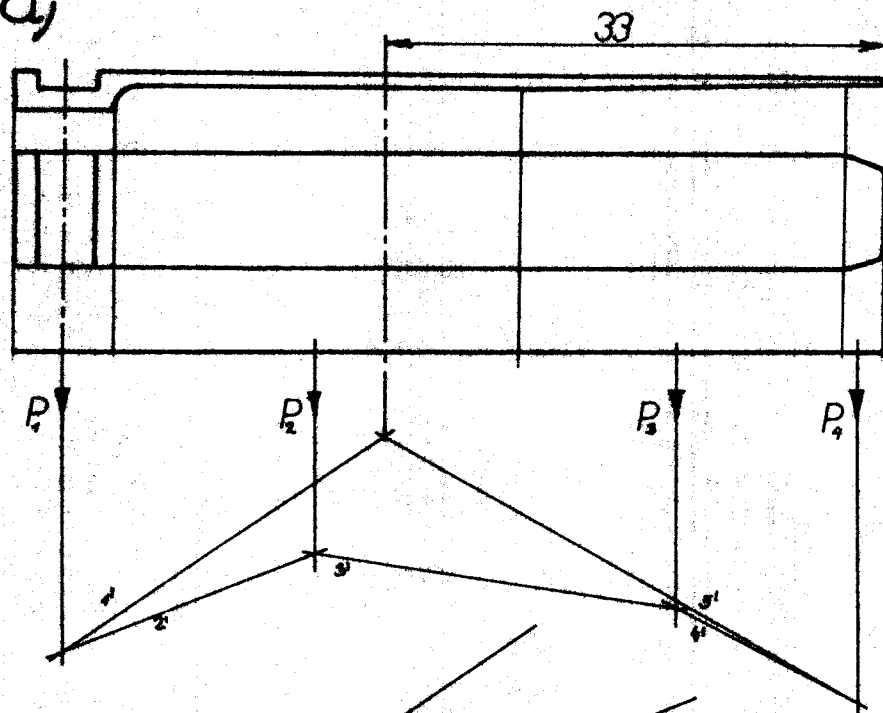
20kpm² ~ 1mm



$P_1 = 1060$
 $P_2 = 740$
 $P_3 = 720$ [kpm²]
 $P_4 = 600$
 $P_5 = 192,8$

PŘÍLOHA IV

a)



O

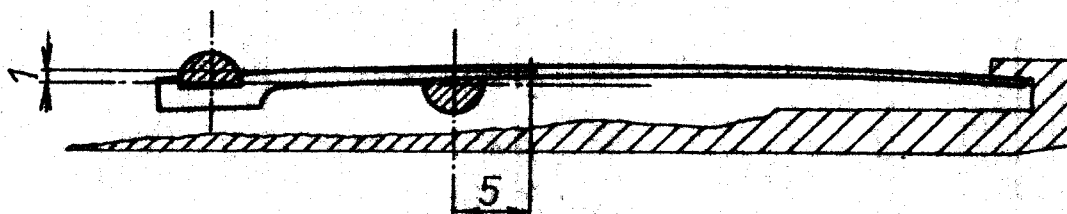
MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

MĚŘÍTKO SIL

1mm ~ 2mm³

b)



PŘÍLOHA III

MATERIÁL: 14 260.4

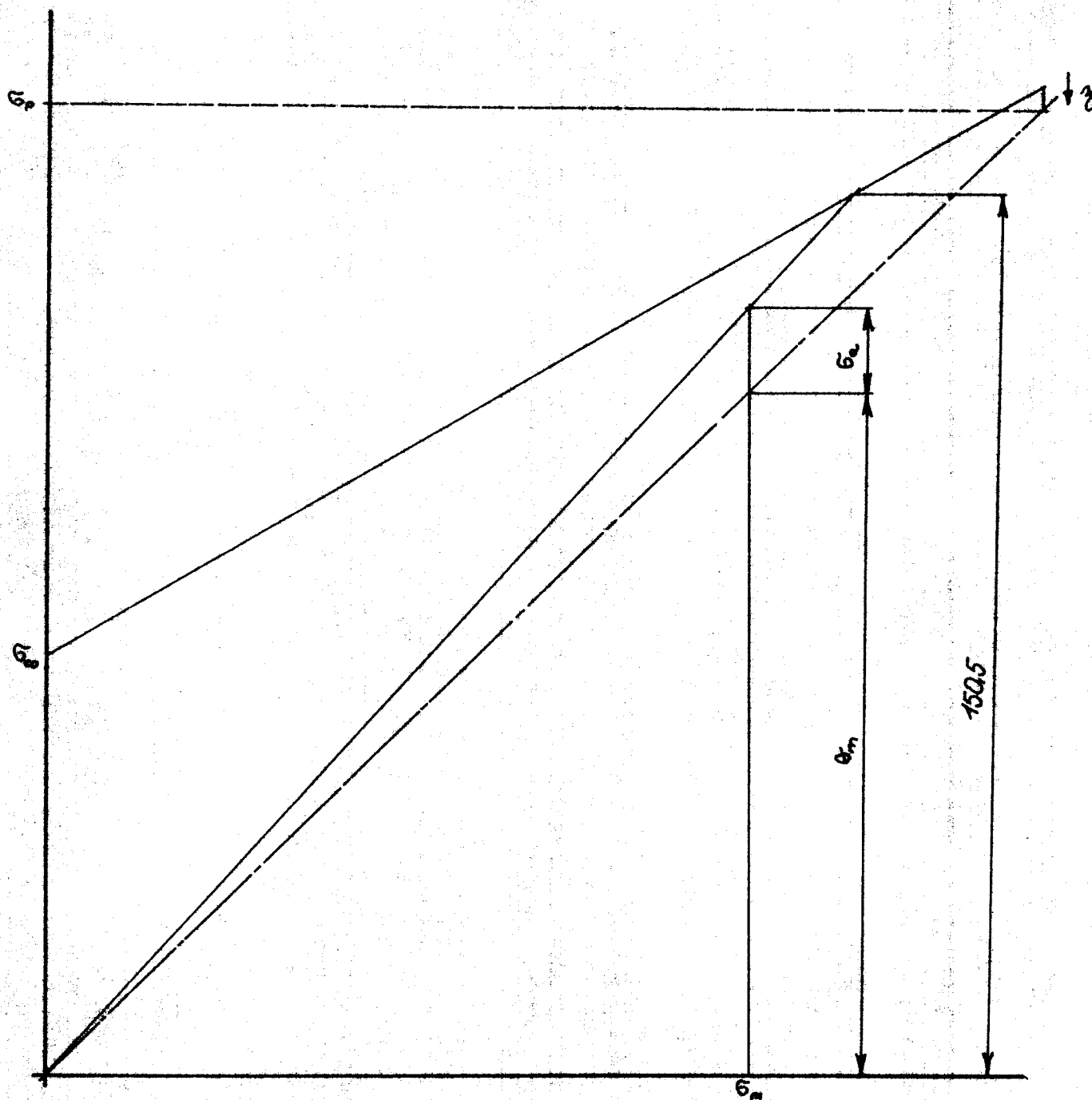
$$\sigma_m = 116,5 \text{ kp/mm}^2$$

$$\sigma_a = 14,5 \text{ kp/mm}^2$$

$$n = 1,148$$

MĚŘÍTKO

$$1 \text{ kp/mm}^2 \sim 1 \text{ mm}$$



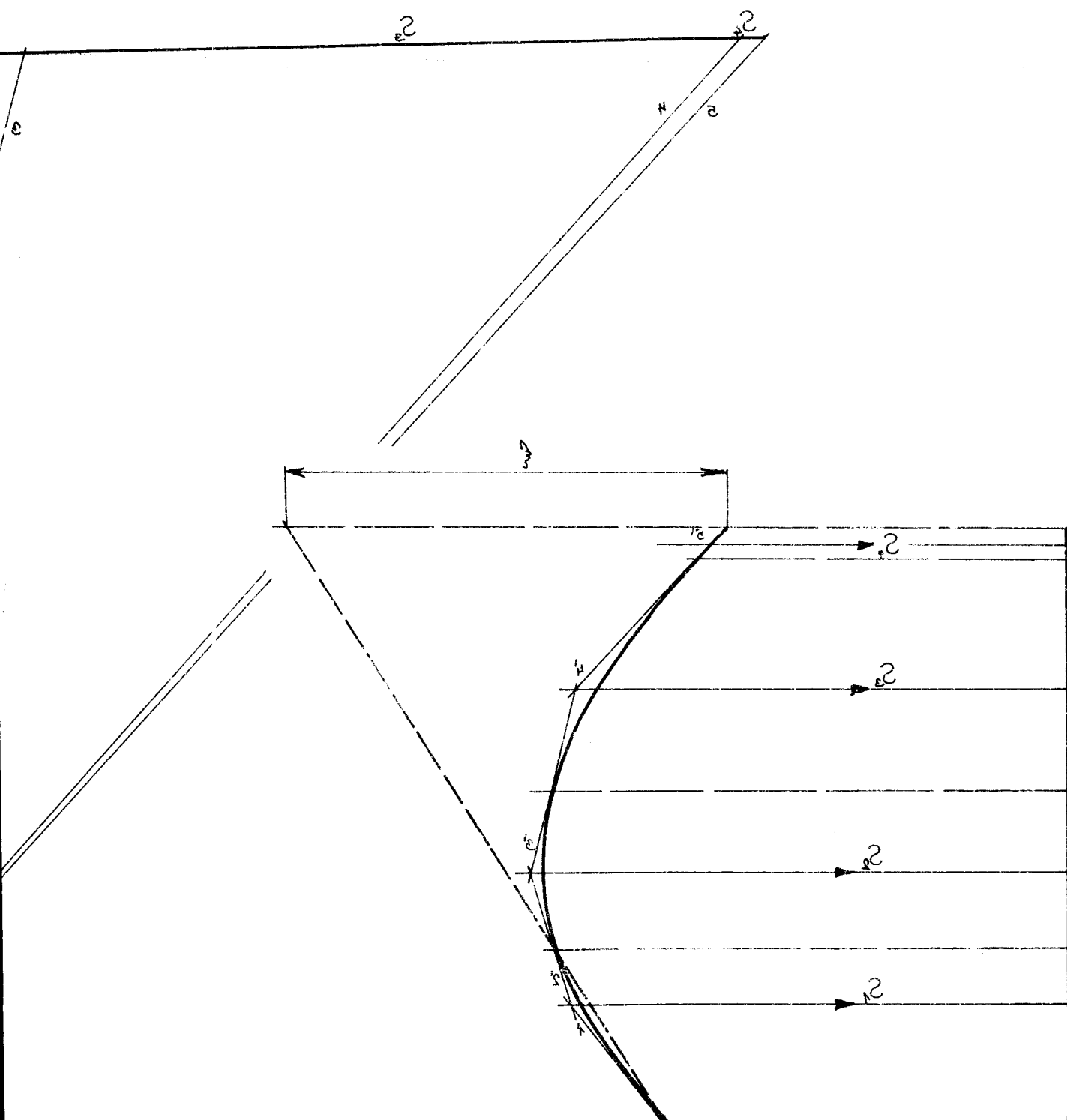
ПРИЛОЖЕНИЕ

МЕРИТКО ДІЛЕК

1:1000 ~ 1cm

МЕРИТКО ДІЛЕК

1:1



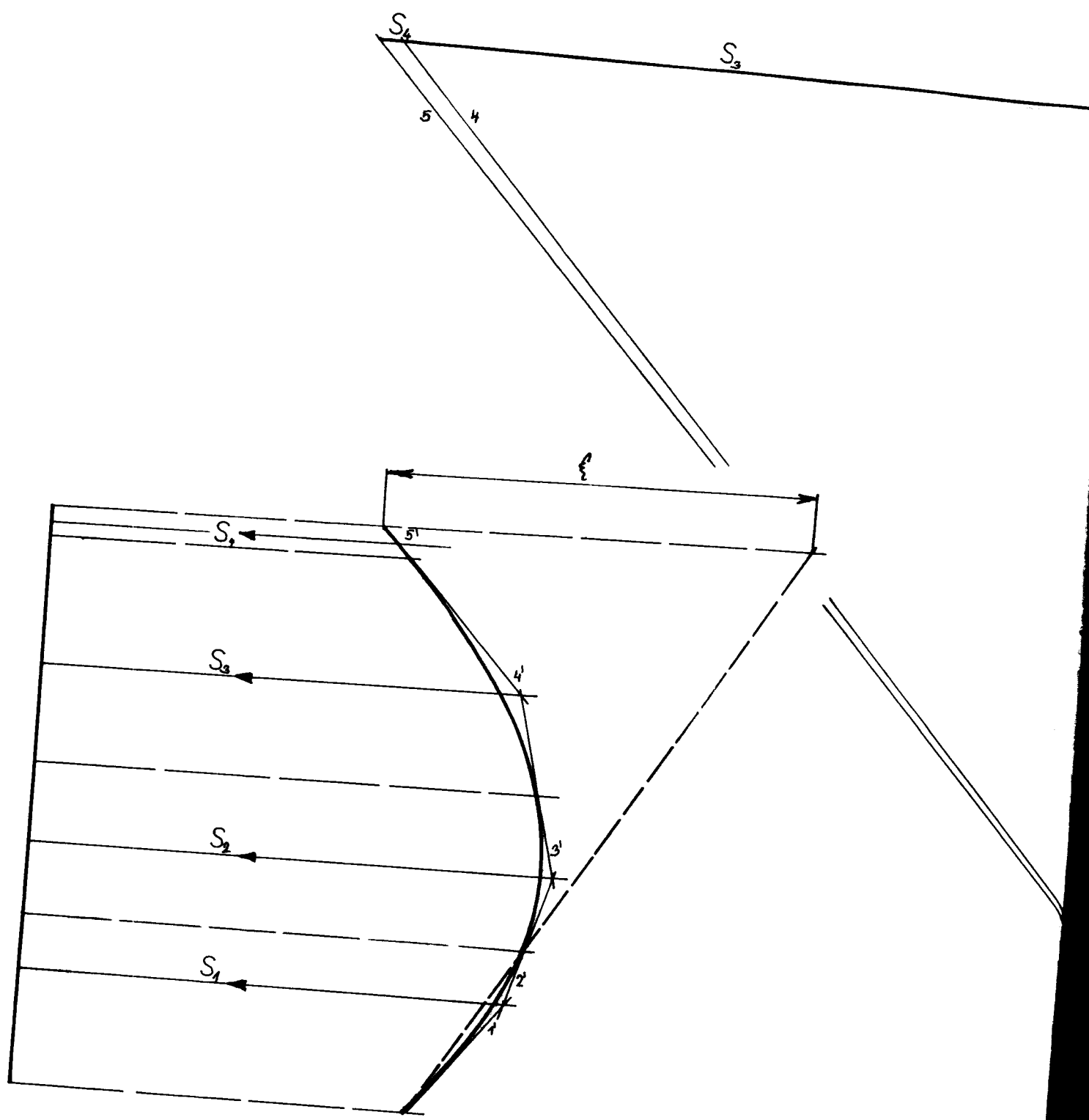
PR

MĚŘÍTKO DÉLEK

2:1

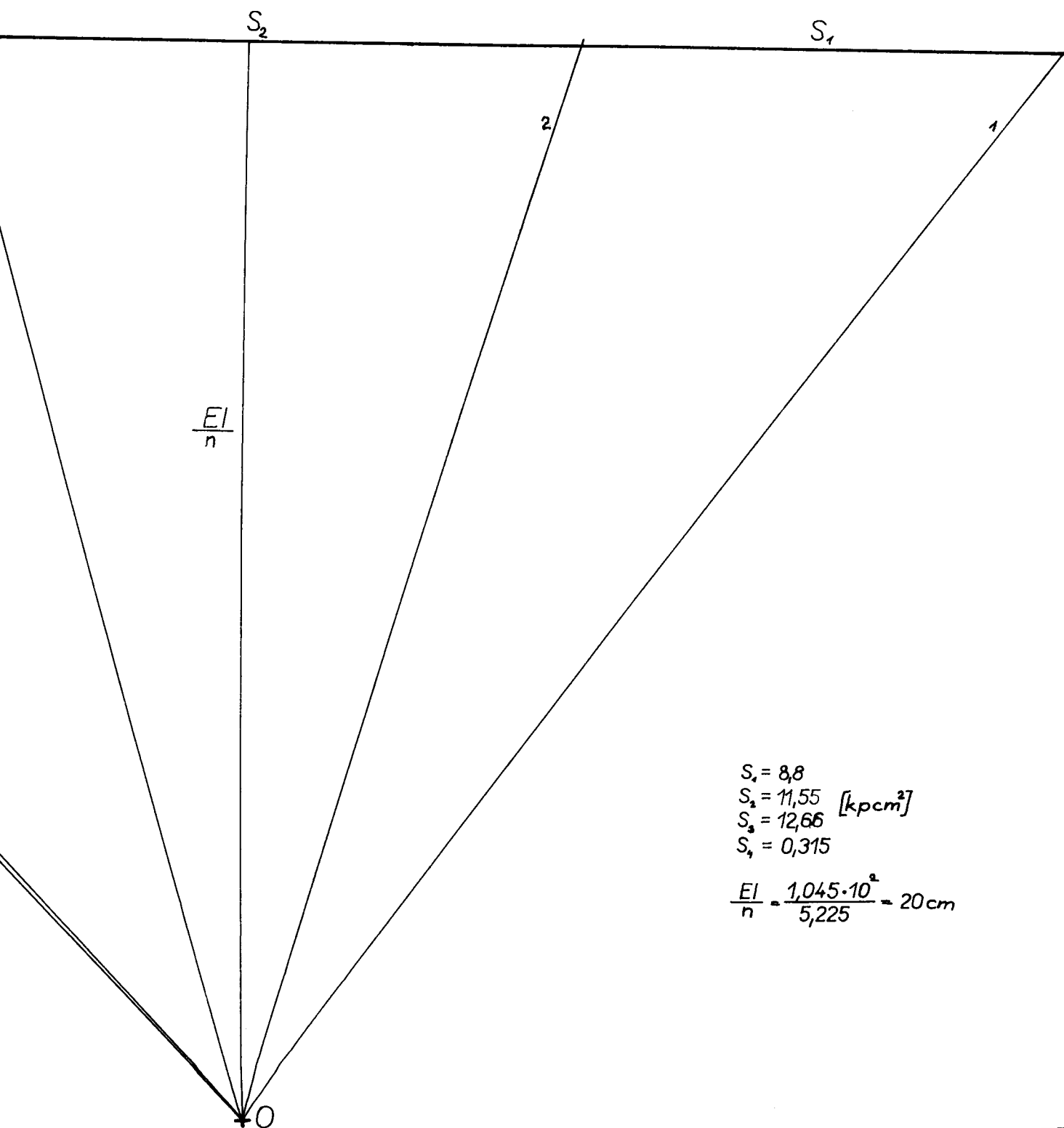
MĚŘÍTKO S

1kpc² ~ 1



PRŮHYB

$$w = \frac{f}{2n} = 0,74 \text{ cm}$$



$$\begin{aligned} S_1 &= 8,8 \\ S_2 &= 11,55 \text{ [kpc}^2\text{]} \\ S_3 &= 12,66 \\ S_4 &= 0,315 \end{aligned}$$

$$\frac{EI}{n} = \frac{1,045 \cdot 10^8}{5,225} = 20 \text{ cm}$$

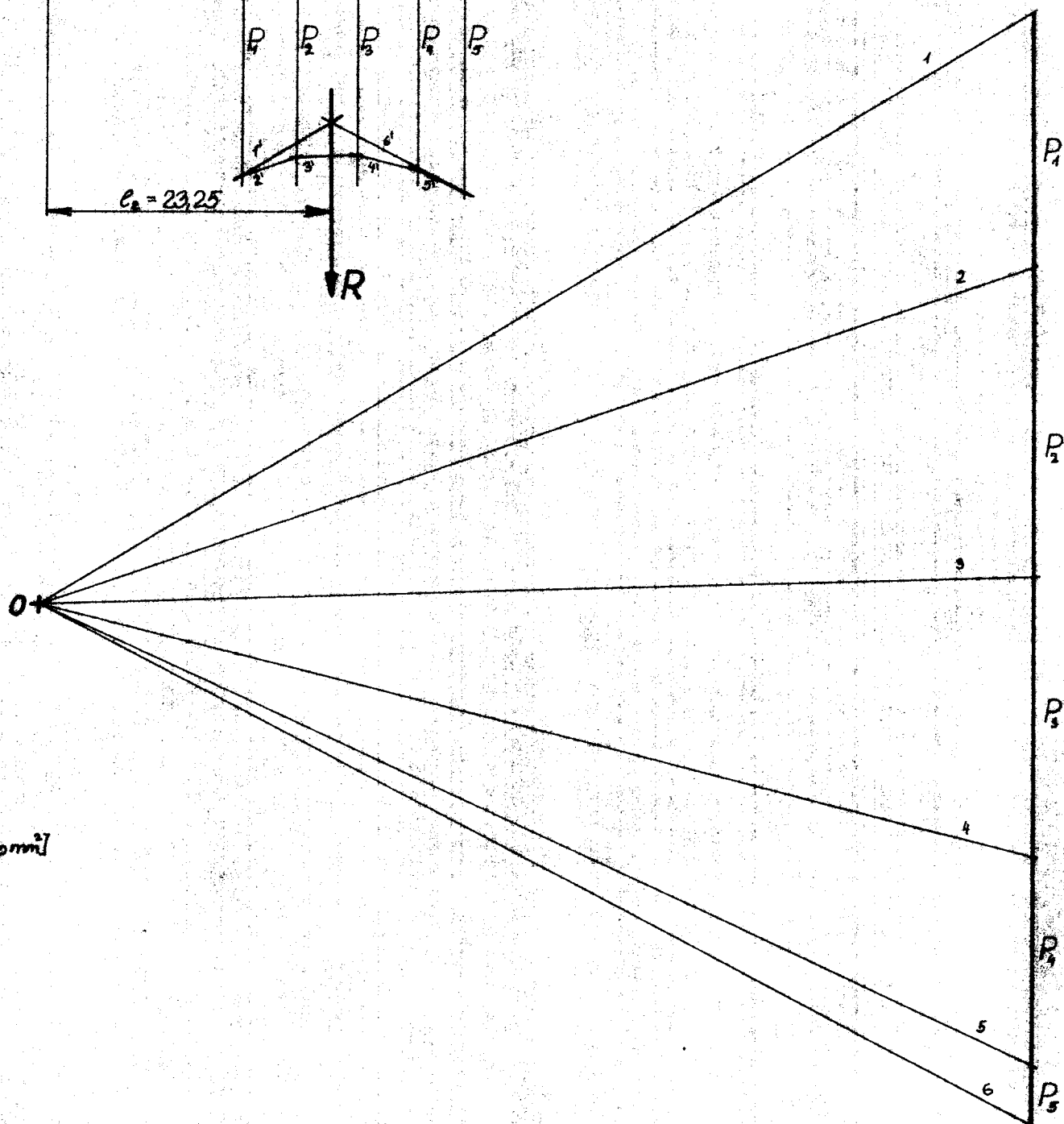
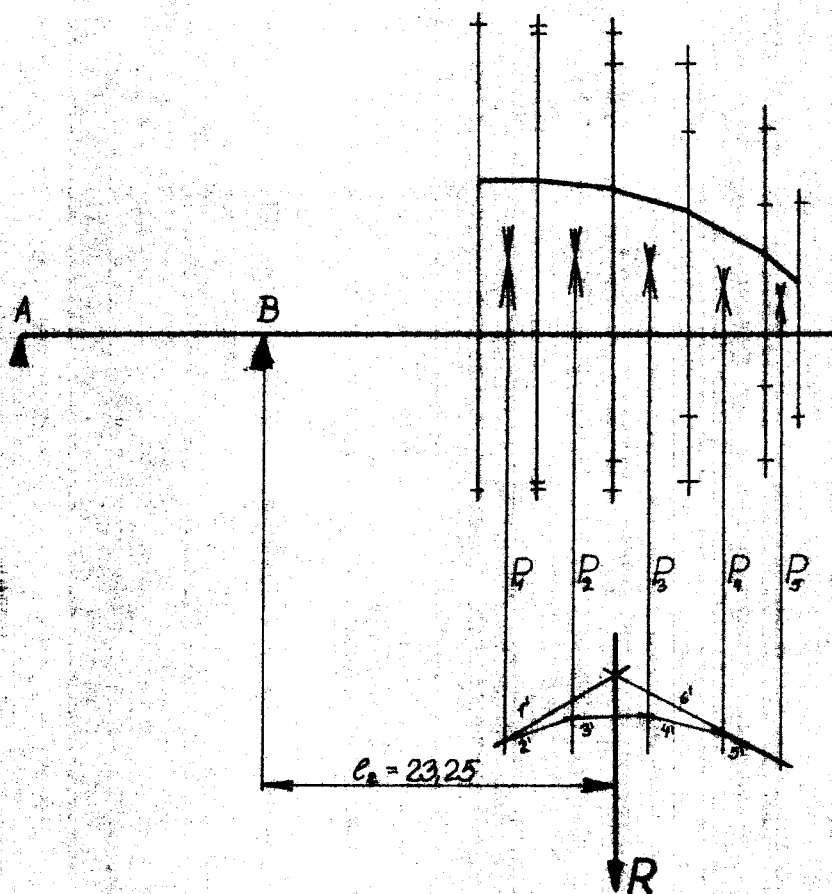
PŘÍLOHA I

MĚŘÍTKO DÉLEK

M 2:1

MĚŘÍTKO SIL

$2 \text{ kpmmm}^2 \sim 1 \text{ mm}$



$P_1 = 86,1$
 $P_2 = 104,25$
 $P_3 = 93,75 \text{ [kpmmm}^2\text{]}$
 $P_4 = 71,25$
 $P_5 = 21$