

Vysoká škola: **strojní a textilní**

Fakulta: **strojní**

Katedra: **obrábění a montáže**

Školní rok: **1986/87**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DILA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **Tomáše R a i c h a**

obor **23-07-8 Strojírenská technologie**

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

Název tématu: **Montáž a demontáž hadicových pneumatických pružin**

Zásady pro vypracování:

Od roku 1990 se v ČSSR počítá s výrobou hadicových pneumatických pružin pro perspektivní sedadla pro řidiče autobusů a nákladních automobilů a traktorů v počtu 250 tis. ks ročně. Pro automatizovanou montáž těchto pružin je třeba ověřit montážní postupy na jednoduchém zařízení, které by bylo snadno vyrobitelné a použitelné také pro montáž a demontáž těchto pružin v servisech až u uživatelů sedadel.

Navrhněte:

- přípravek na řezání hadic Js 73-215
- přípravek na montáž hadice, dna a příruby
- přípravek na montáž hadice, dna a pístu
- přípravek na tlakování a stlačení pružiny a pro její roztažení
- přípravek na demontáž kovových součástí

Poznámka: Uvažujte buď jednoduché jednoúčelové nebo víceúčelové přípravky.

V 252/87s
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 4
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: Výkresy sestavení přípravků

Rozsah průvodní zprávy: 35 stran

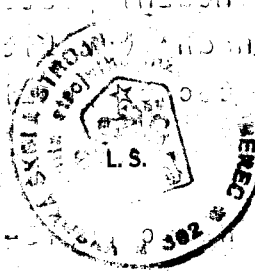
Seznam odborné literatury: Krejčíř, O.: Pneumatická vibroizolace

Vedoucí diplomové práce: Ing. Aleš Průšek

Konzultant: Prof. Ing. Oldřich Krejčíř, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 7. 11. 1986

Termín odevzdání diplomové práce: 3. 1. 1988



Gazda
Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc.

Vedoucí katedry

Alaxin
Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

Děkan

v Liberci dne 7. 11. 1986

VŠST LIBEREC

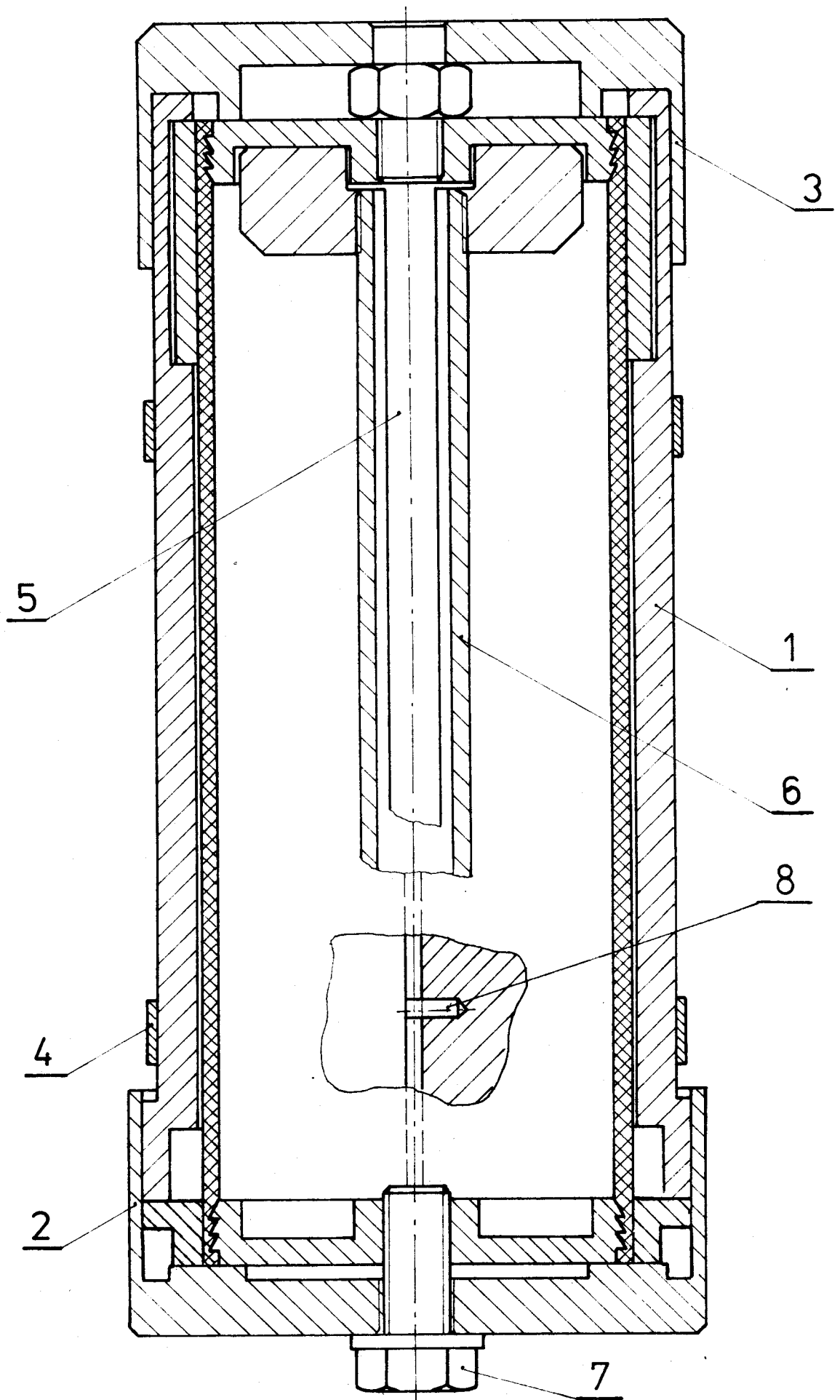
1:1

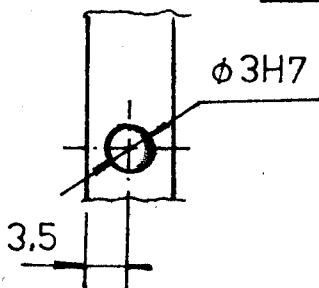
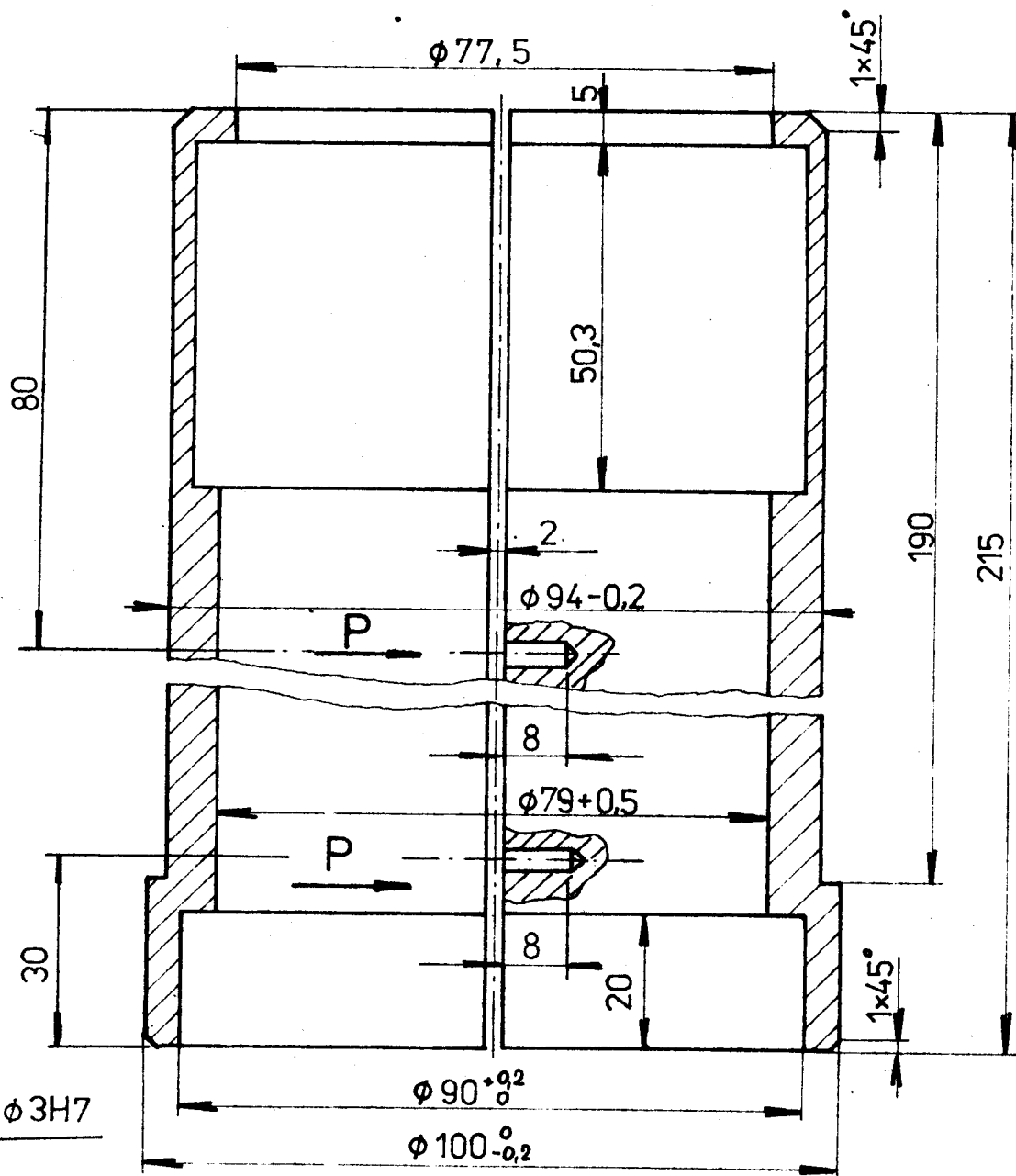
TOMÁŠ RAICH

04-506-00K

PŘÍPR. NA MONT.A DEMON.

03-506-00





INDEX		DATUM		PODPIS	
ZN. MA	425400	T. O.			
KOZM. POLO	140-220	ČSN	427510.00		
POM. ZAR					
VYPR.	TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.			
PREČK					
TECHNOL		CHVAHL			
NAZEV	TĚLESO				

VŠST LIBEREC

HMOTNOST kg

MĚŘITKO

1:1

C. SN

R. C

POZN.

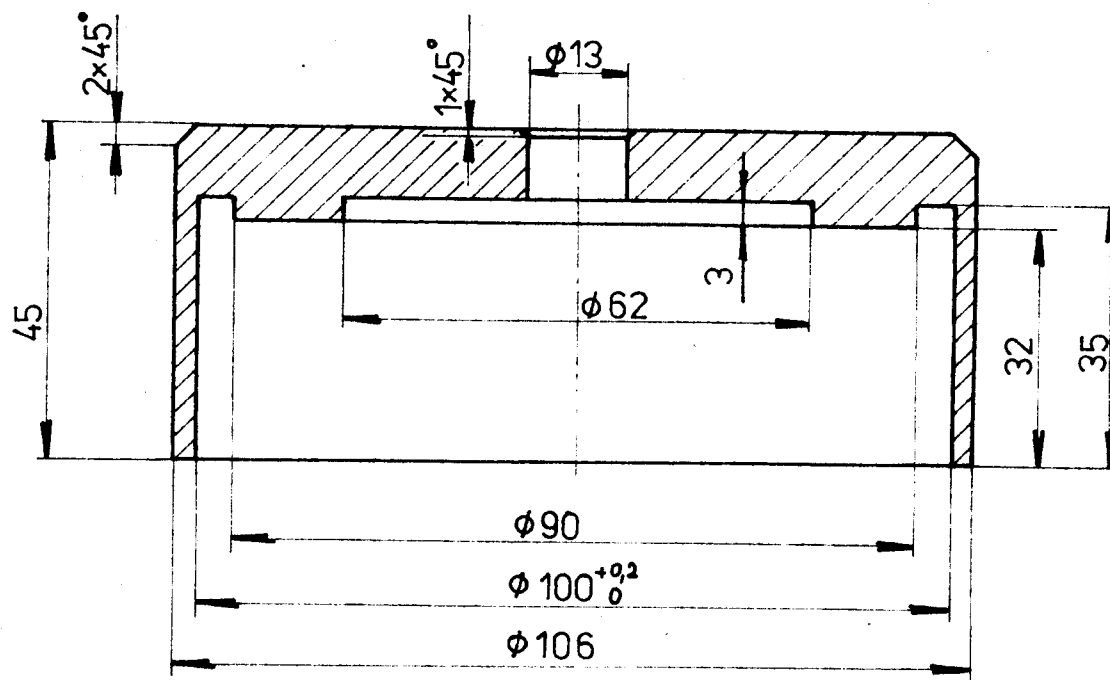
C. KUSEVNI

04 - 506 - 00K

STARY V.

04 - 506 - 01

1:1

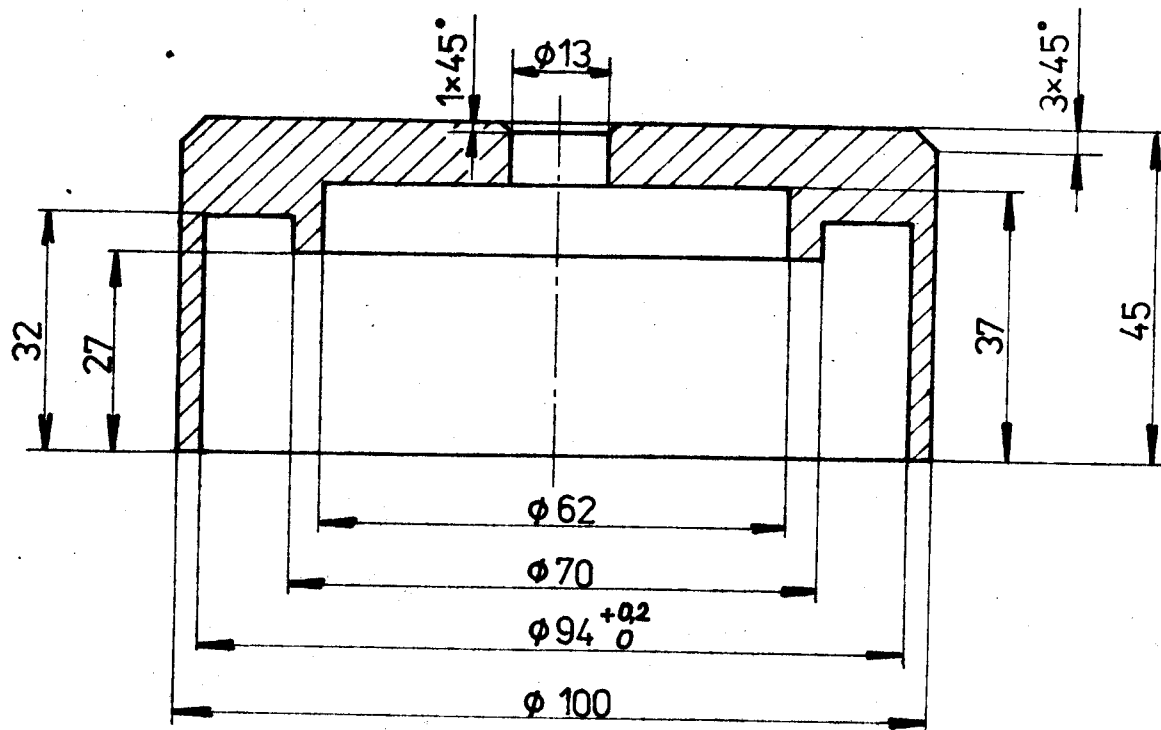


ZN. MĚR.	425400	T. O.
ROZM. POLOH	Ø 140-50 ČSN 427510.00	
POM. ZÁR.		
VYPR.	TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.
PREŽK		
TECHNICK.	SCHWABL	
NAZEV	HORNÍ VODÍCÍ VÁLEC	

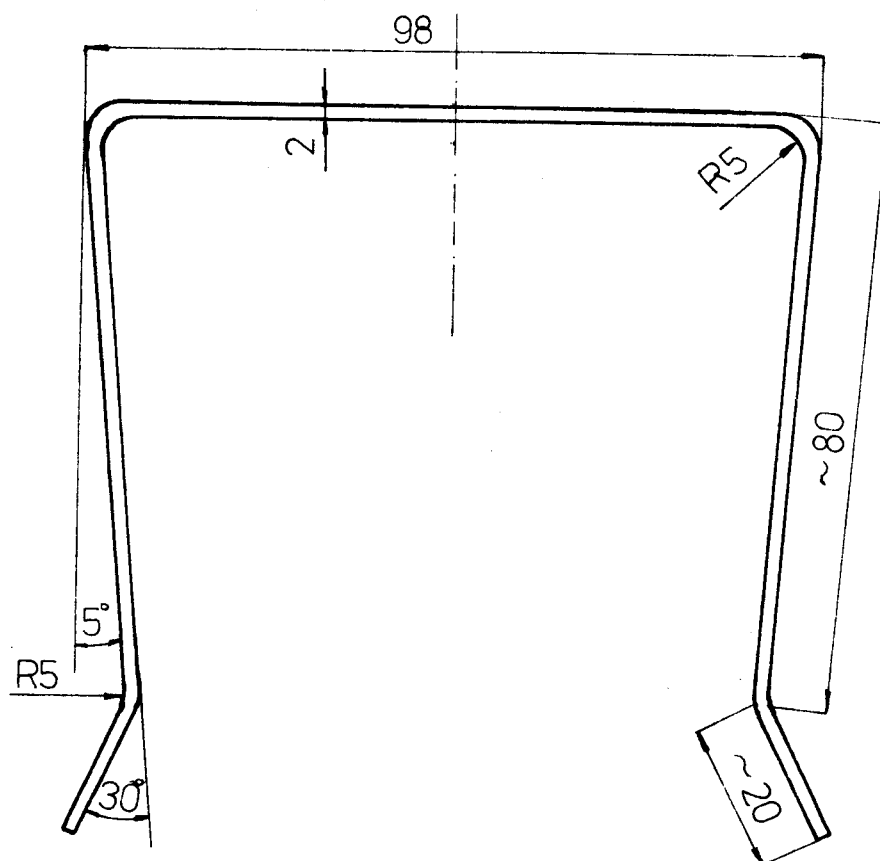
VŠST LIBEREC

HMOTNOST kg	M. KLASA 1:1
Č. SN.	Č. C.
POZN.	Č. KUS. VÝROBY 04-506 - 00K
STARÝ V.	Č. V.

04-506 - 02



INDEX	ČÍSLO	DATUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
ZN. MAT.	4254.00	T. O.		HMOTNOST kg	MĚŘITKO 1:1
ROZM. - POLOH. Ø 140-50	ČSN 427510.00			C. SN.	IP C.
POM. ZAR.				ROZN.	C. KUSOVNĚ J
VYPR. TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.			STAV V.	04-506-00K
PŘEZK.					C. V.
TECHNOL.	SCHVÁLIL				
NAZEV	DOLNÍ VODÍCÍ VÁLEC			04-506-03	



VŠST LIBEREC

12011.70
P 20×2-300 ČSN 4253 50

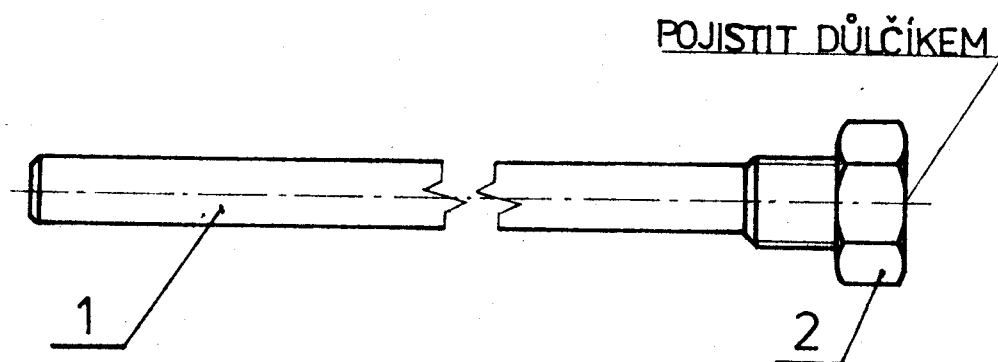
1:1

TOMÁŠ RAICH

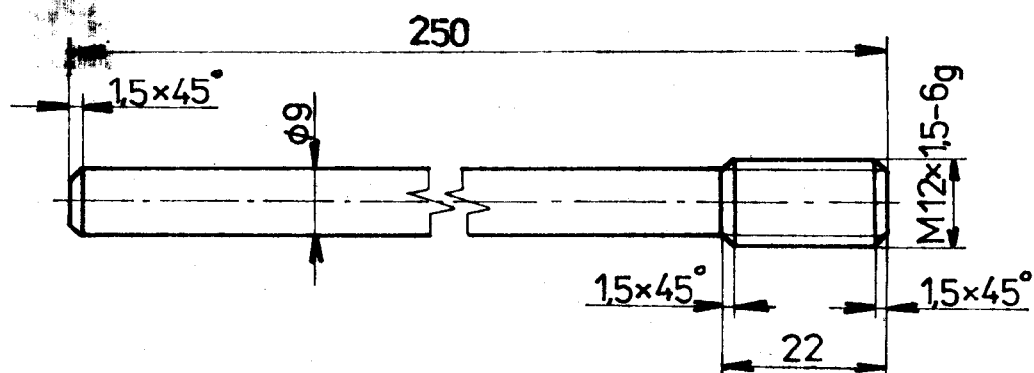
04-506-00K

TŘMEN

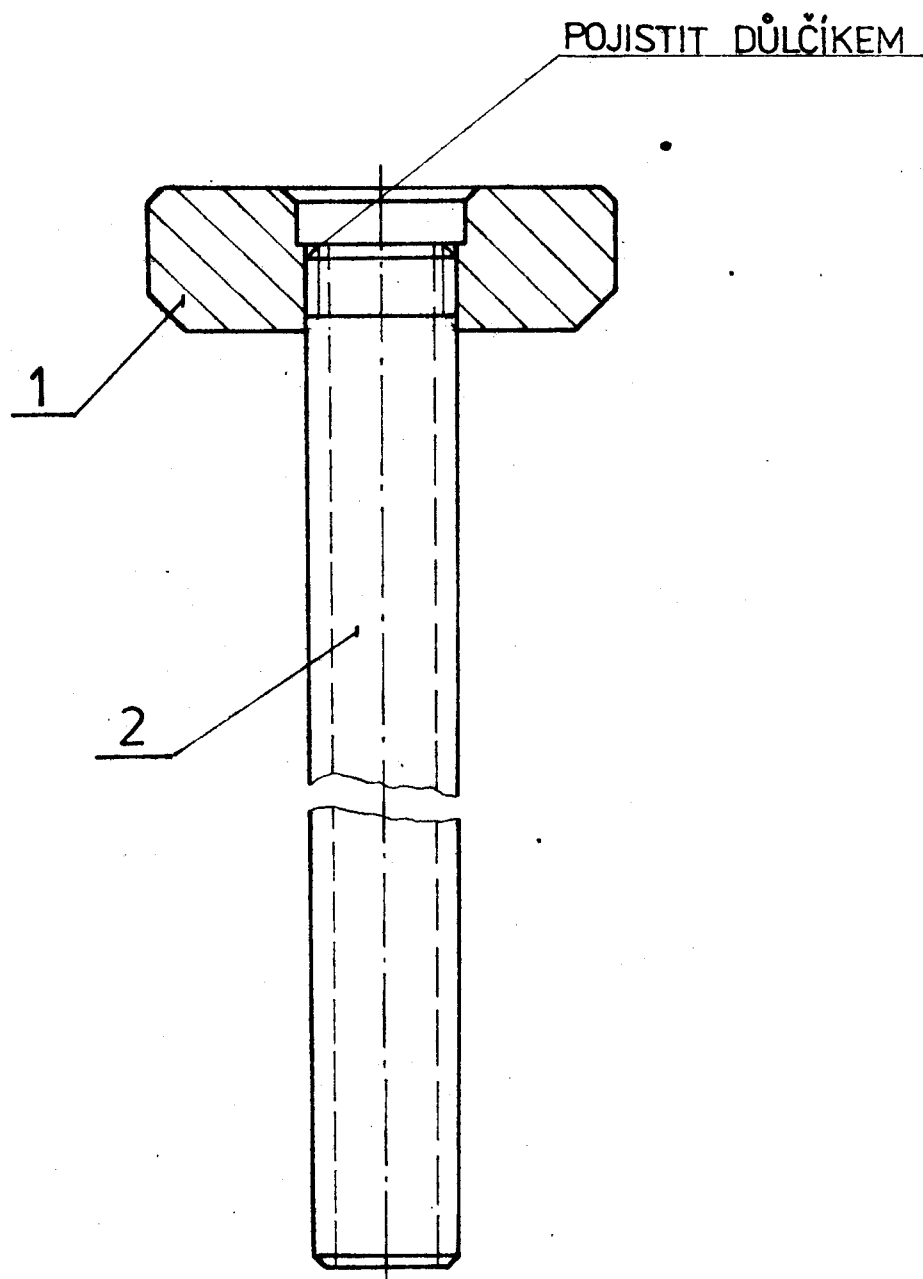
04-506-04



INDEX	Jméno		Datum	Podpis	VŠST LIBEREC	
					Hmotnost kg	Meritko 1:1
ZN. MAT.	11500		T. O.		C. SN.	TR. C.
ROZM. POLOI	Ø 13-255 ČSN 425510				POZN.	Č. KUSOV J
POM. ZAR.						04-506-00K
VYPR.	TOMÁŠ RAICH		NORM. REF.		STARÝ V.	C. V.
POK.						
POK.			SCHVÁLIL			
MAZEV	VODICÍ ŠROUB S MATKOU				04-506-05	



INDEX	NÁZEV		DATUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
					HMOTNOST kg	MĚŘITAK 1:1
	ZN. MAT. 11110		T. O.		C. SN.	TR. C.
	ROZM. POJCI $\phi 13-255$ ČSN 42 55 10				POZN.	C. KUSOV. J. 04-506/-00K
	POM. ZAR.				STARÝ V.	C. V.
	VYPR. TOMÁŠ RAICH		NORM. REF.			
	POZ. A		SCHVÁLIL			
	NÁZEV					
	VODÍČÍ ŠROUB		04-506-05-01			



VŠST LIBEREC

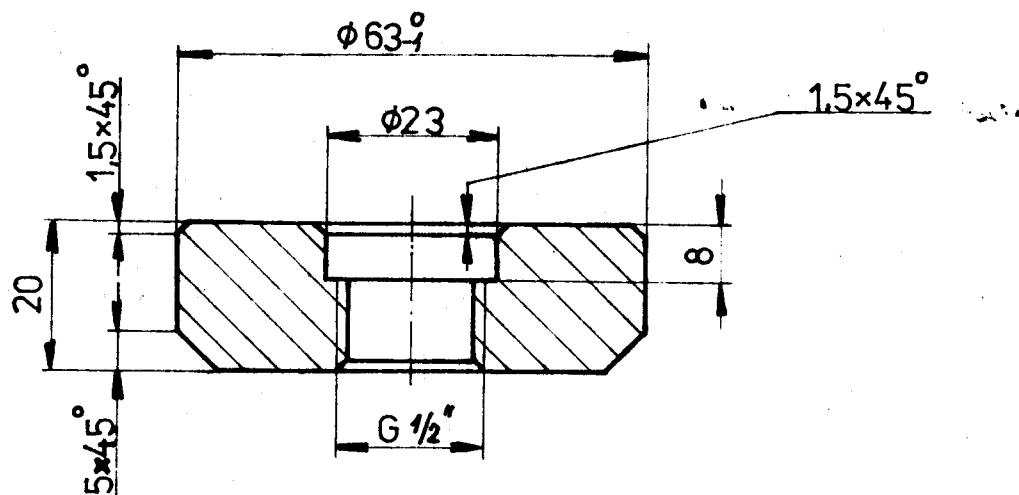
1:1

TOMÁŠ RAICH

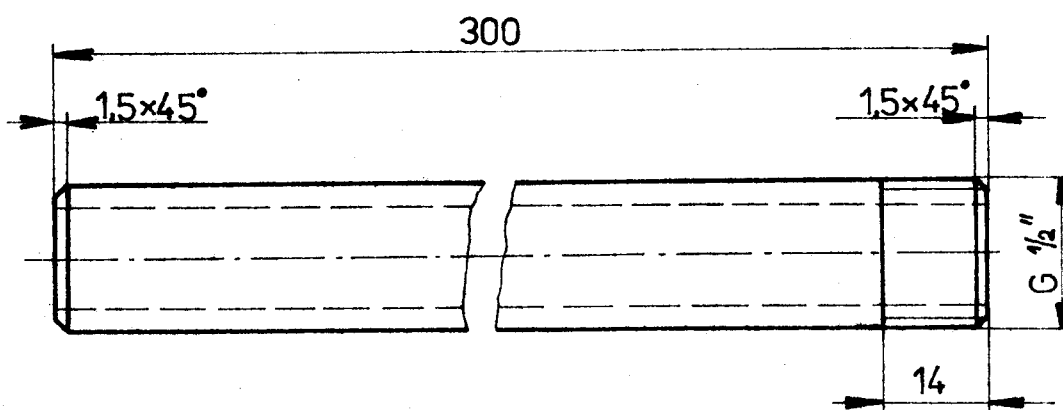
04-506-00K

VYRAŽEČ

04-506-06



INDEX	ČÍSLO	DATUM	PODPIS	VŠST LIBEREC	
ZN. MAT.	425400	T. O.		Hmotnost kg	MĚRITKO 1:1
ROZM. - POLOH.	Ø63-25 CSN 42 7510.00			C. SN.	TR C
POM. ZAR.				POZN.	C. KUSOVNÍKU 04-506 - 00K
VYPR.	TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.		STARÝ V.	V.
PŘEŽK.		SCHVÁLIL			
T. HNČL.					
NÁZEV	ČELO VYRAŽEČE			04-506-06-01	List



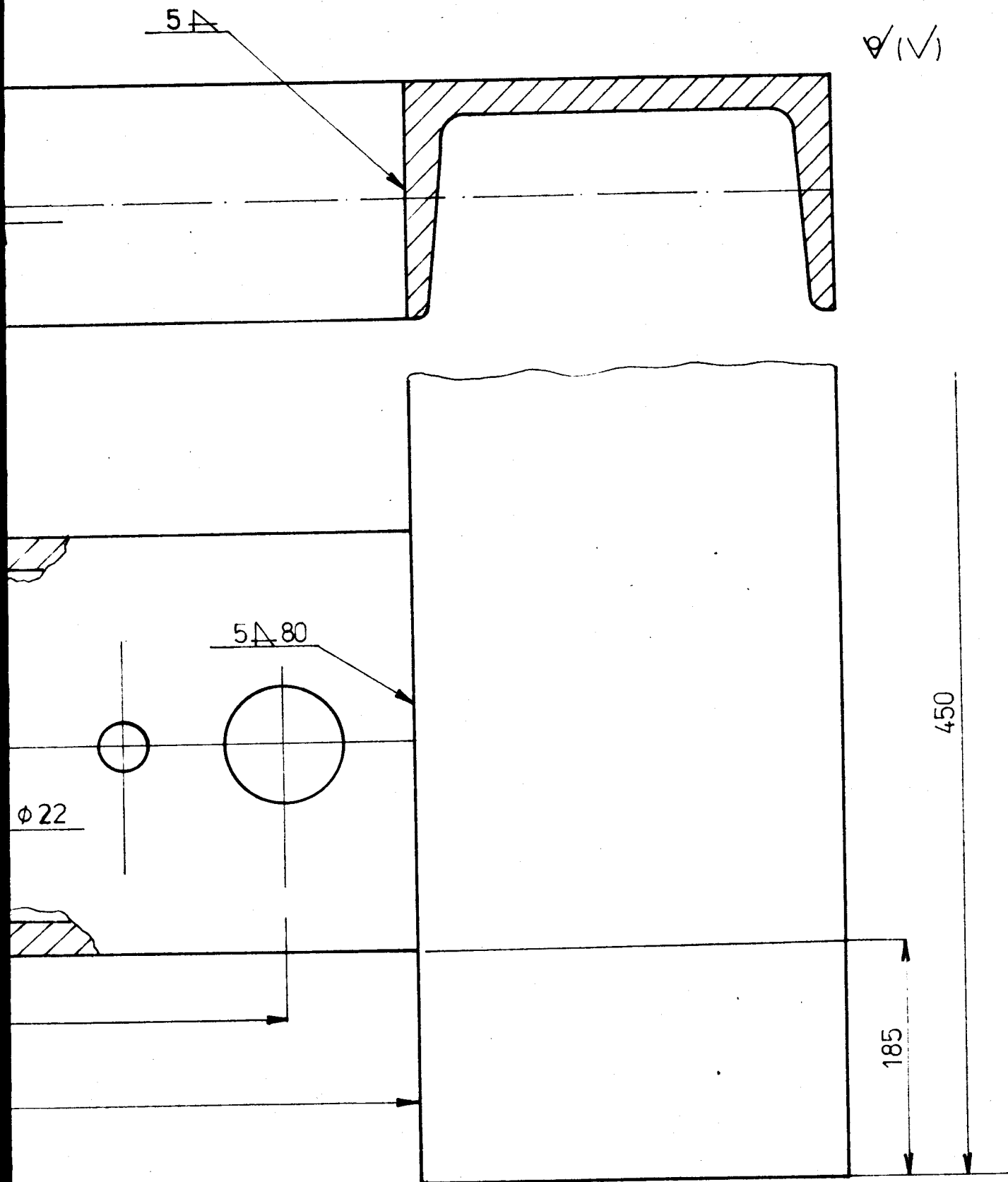
INDEX	ZNEN	DATUM	POPS	VŠST LIBEREC	
ZN. MAT. 11343		T. O.		HMOTNOST kg	M. RITKO 1:1
ROZM. - POJCI TR $\phi \frac{1}{2}$ " 305 ČSN 425710				C. SN.	TR. C.
POM. ZAR.				POZN.	C. KUSOVNI U 04-506 -00K
VYPR. TOMAŠ RAICH		NORM. REF.		STARÝ V.	C. V.
PŘEK.		SCHVÁLIL		04 - 506 - 06 - 02	
MAZIV		TRUBKA VYRAŽEČE			

POZ.	NÁZEV - ROZMĚRY	VÝKRES - NORMA	MATER.	J	ML	HODNOTA
1.	Podstavec 03-506A-01	ČSN 425570	-		1	-
2.	Příčník rámu 04-506A-02	ČSN 425570	-		1	-
3.	Horní příčník 04-506A-03	ČSN 425570	-		1	-
4.	Dolní příčník 04-506A-04	ČSN 425570	-		1	-
5.	Vodící tyč 04-506A-05	ČSN 425510	-		2	-
6.	Náboj 04-506A-06	ČSN 425710	-		2	-
7.	Pouzdro 04-506A-07	ČSN 643213	-		4	-
8.	Víko horní pružiny VŠST Liberec		-		1	-
	VT 225-10 VŠST Liberec		-		1	-
9.	Víko dolní pružiny VT 225-10		-		1	-
10.	Třívlnová vlnovcová VŠST Liberec pneumat.pružina VT225-10		-		1	-
11.	Matice M 20	ČSN 011401	-		8	-
12.	Podložka 21	ČSN 021702	-		4	-
13.	Podložka 8,4	ČSN 021702	-		4	-
14.	Matice M8	ČSN 011401	-		4	-
15.	Šroub M8x28	ČSN 02 1178	-		4	-
16.	Šroub M8x28	ČSN 021143	-		4	-
17.	Přípojka Js5	ČSN 137722	-		1	-
18.	Těsnicí kroužek 12	ČSN 029310	-		1	-
19.	Matice M 12x1,5	ČSN 011401	-		5	-
20.	Podložka 8	ČSN 021741	-		2	-
21.	Dolní šroub VŠST Liberec		-		1	-
22.	Horní šroub VŠST Liberec		-		1	-

VŠST LIBEREC

TOMÁŠ RAICH

04 - 506A - 00



VŠST LIBEREC

11 373
[80 - 450 ČSN 42 55 70

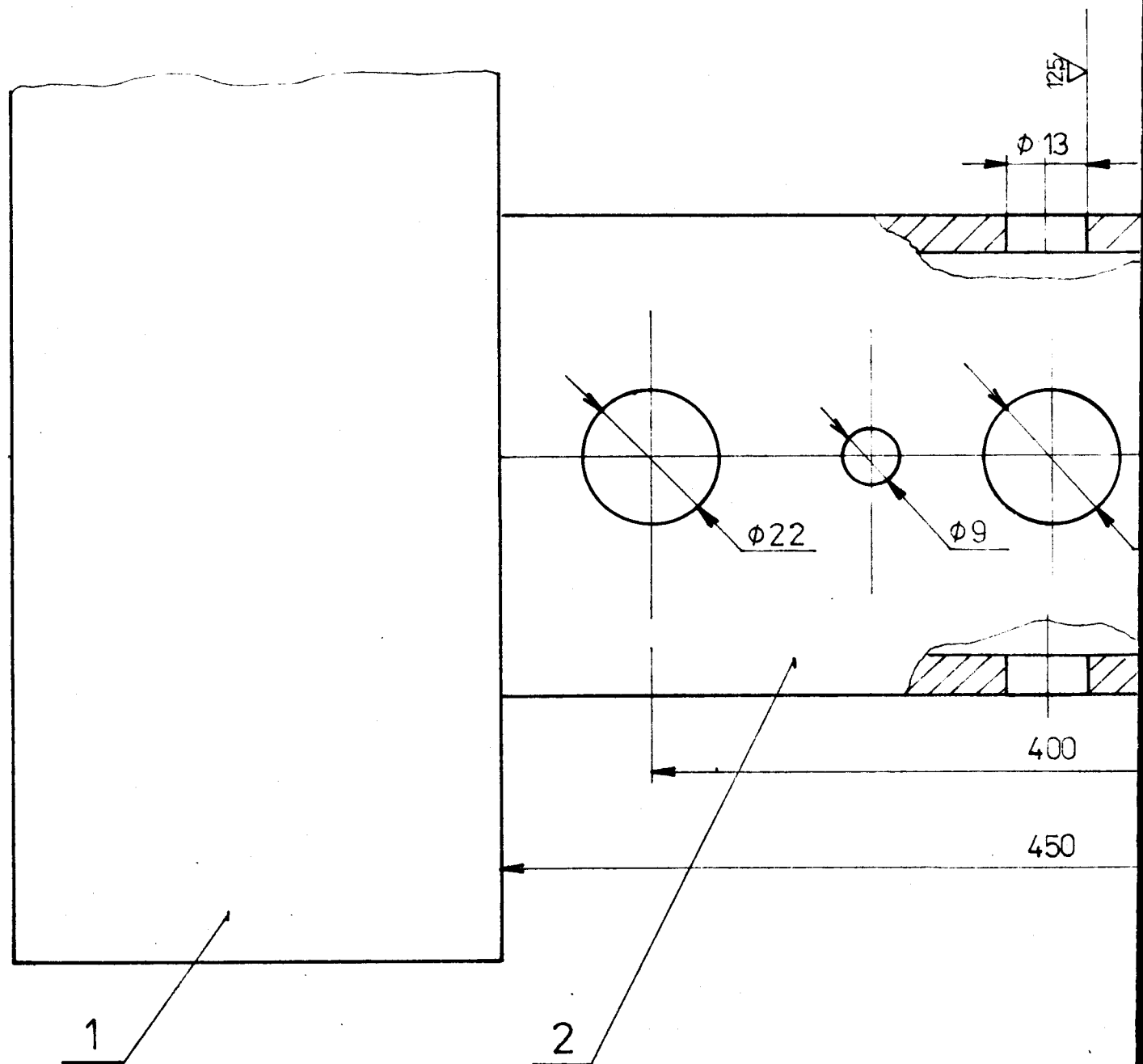
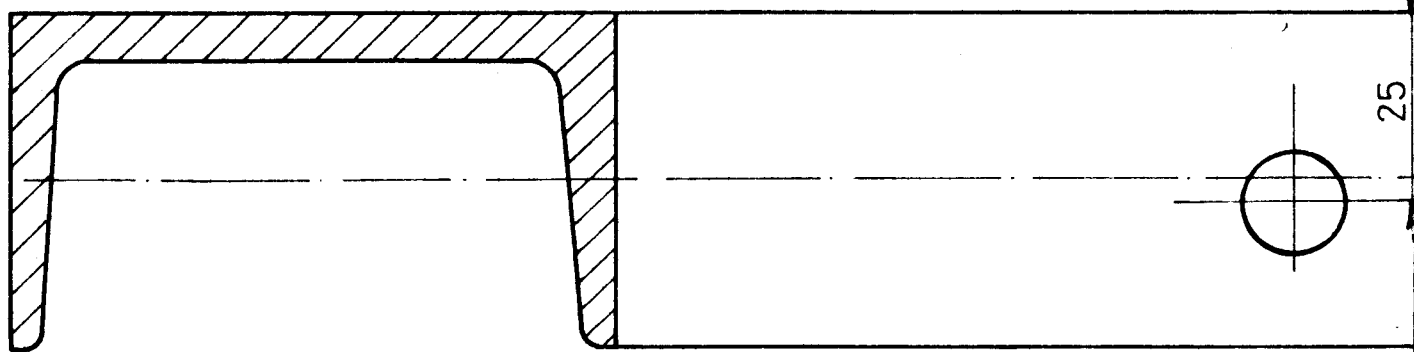
1:1

TOMÁŠ RAICH

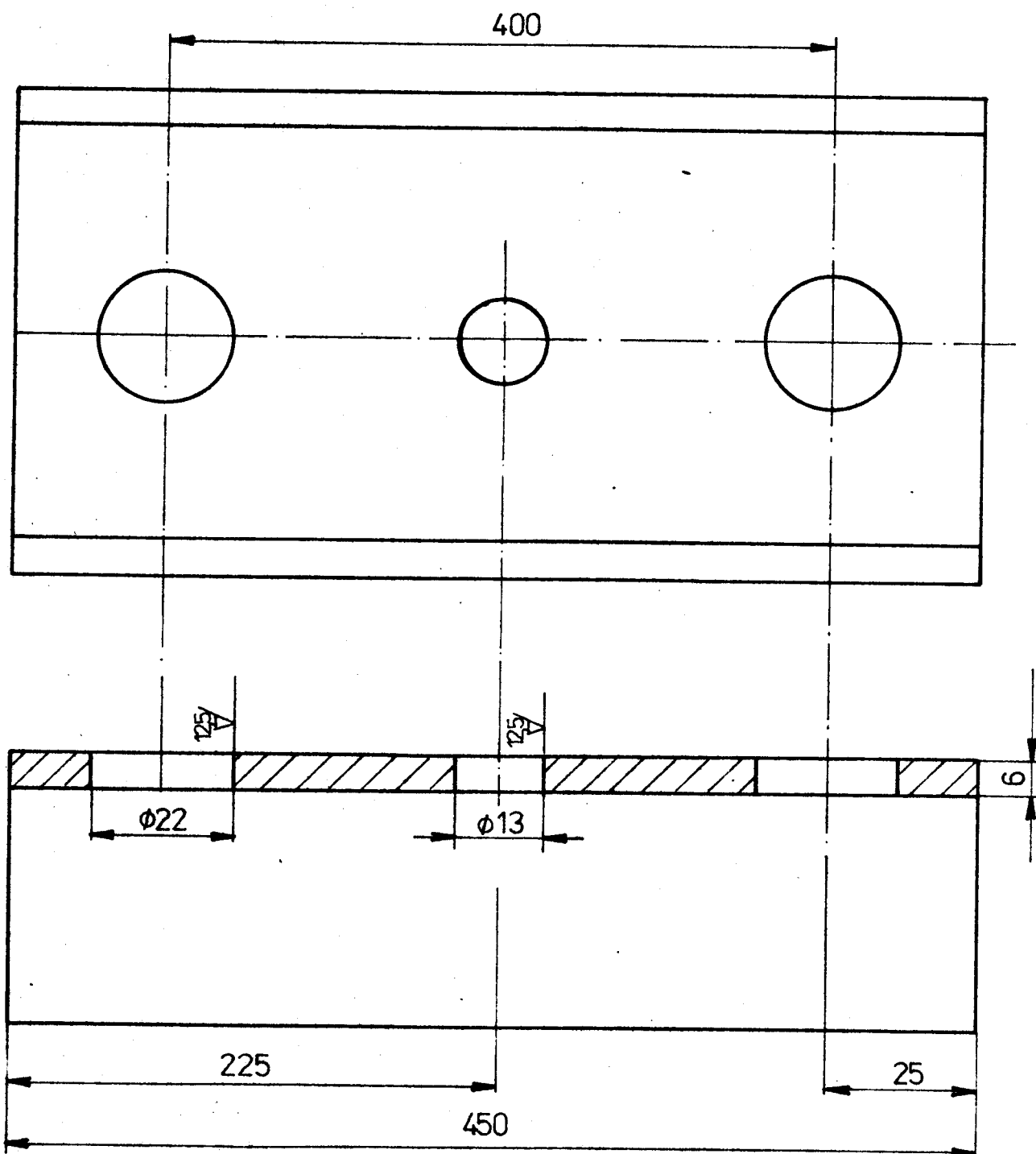
04-506A-00K

PODSTAVEC

03 - 506A - 01



8/1



INDEX			
11373			
80-450	ČSN	425570	
TOMÁŠ RAICH	NORM. RUS.		
	PROV. JIL		
NAZEV	PŘÍČNÍK RÁMU		

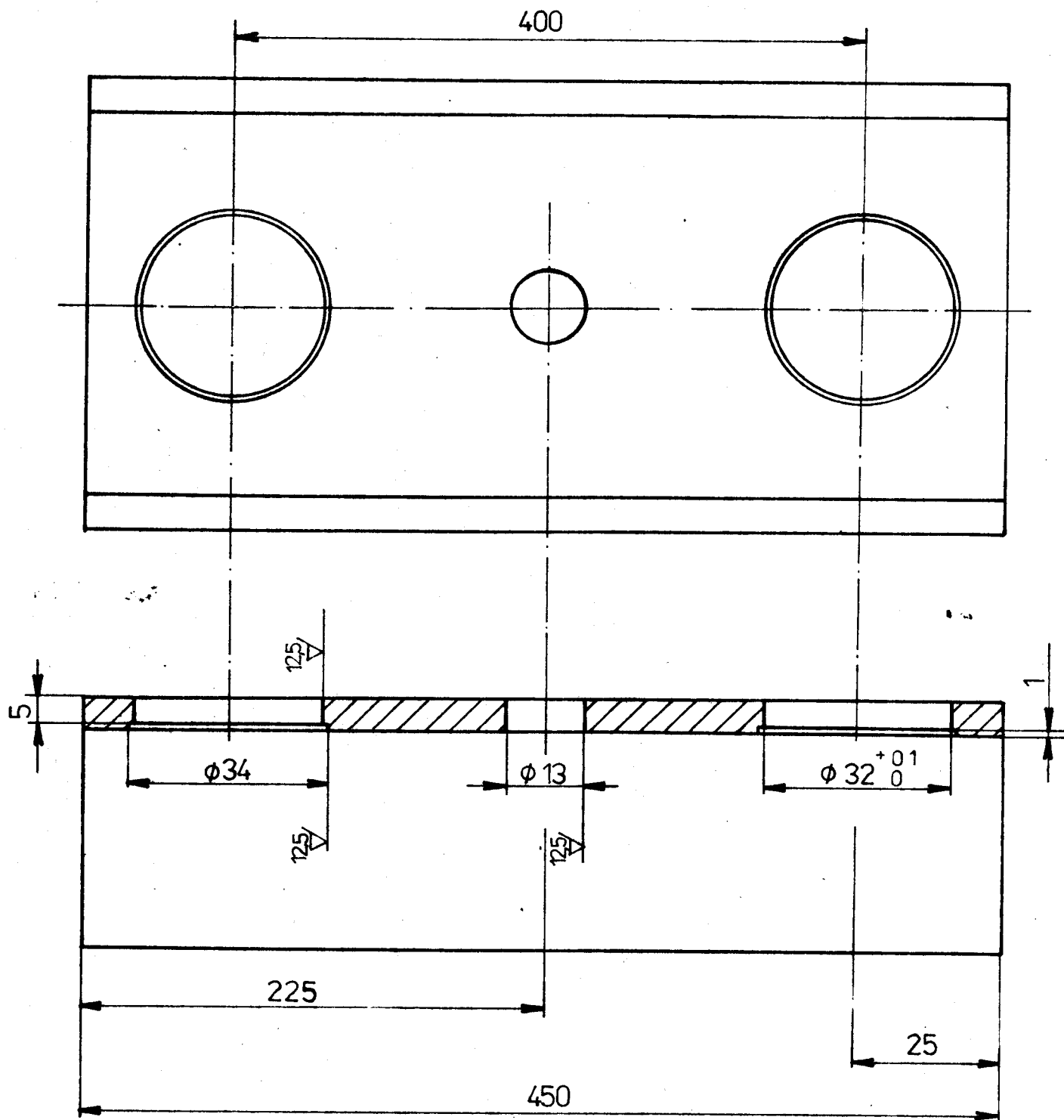
VŠST LIBEREC

1:1

04 - 506A - 00K

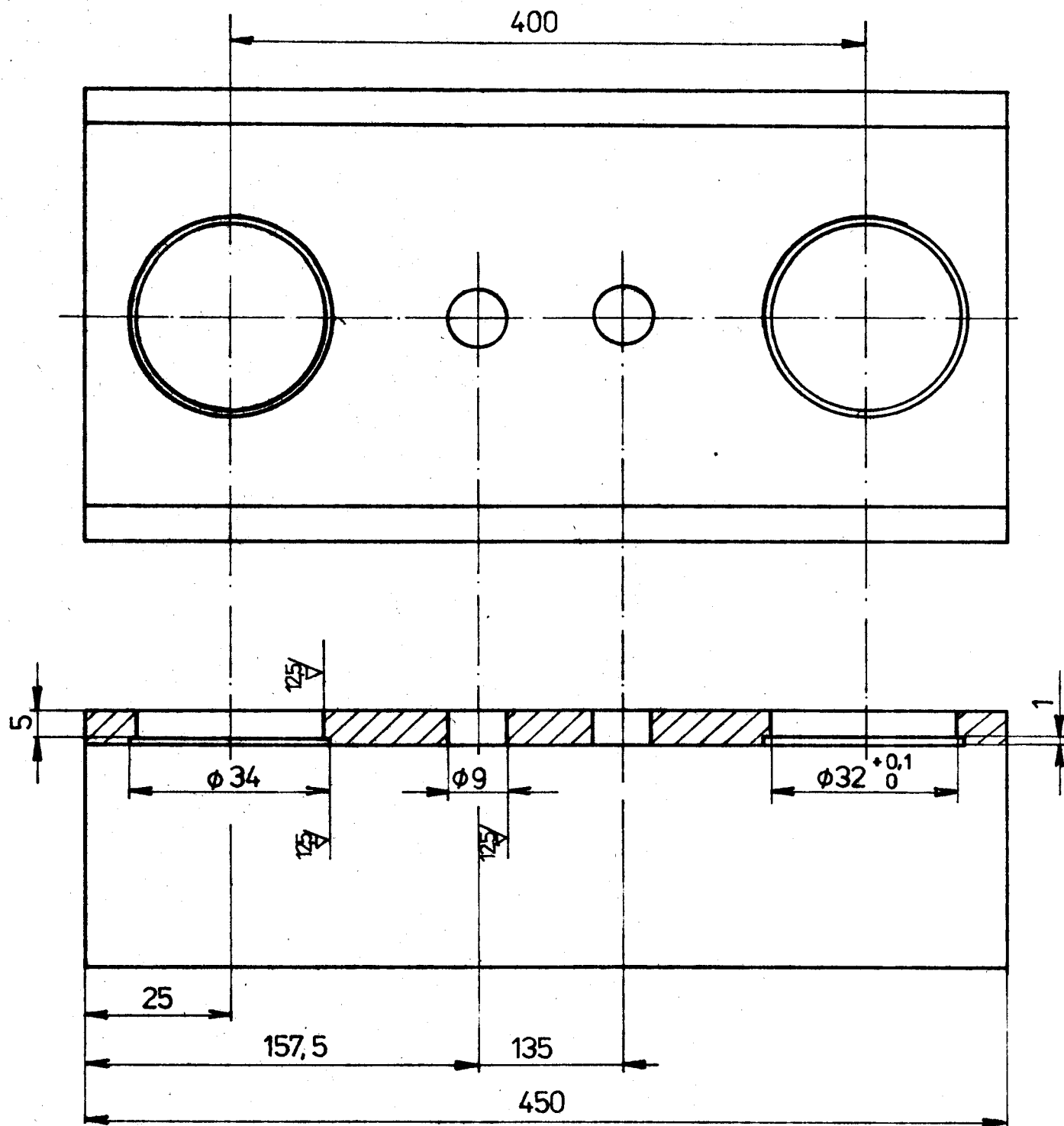
04 - 506A - 02

✓(✓)



INDEX	DATE		POUŠTĚNÍ	VŠST LIBEREC
11373	L80-450 ČSN 425570		1:1	
TOMÁŠ RAICH	NORM. ČL.		04-506A-00K	
HORNÍ PŘÍČNÍK			04-506A-03	

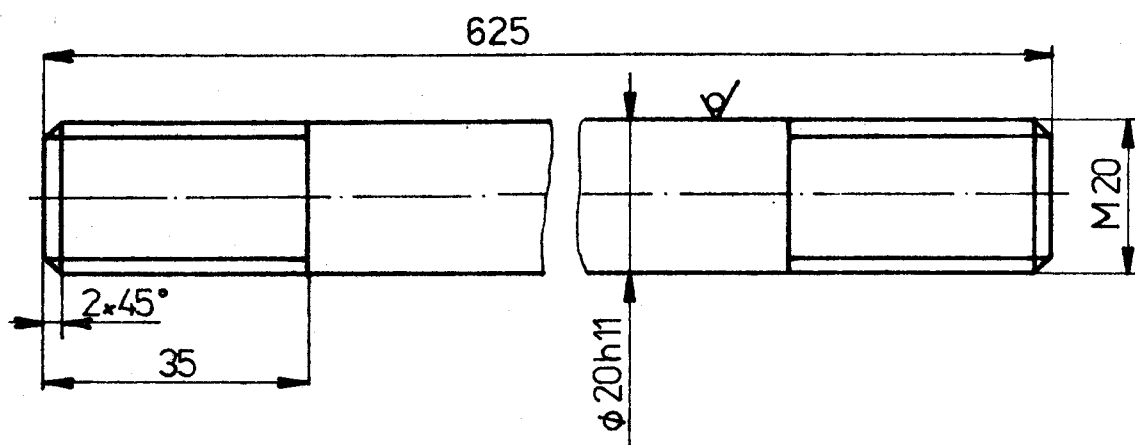
✓(✓)



INDEX	ZMENA	DATA	PODPIS
ZN. MAT.	11373	T.O.	
ROZM. - POLCI	80-450	ČSN	42 55 70
POM. ZAR.			
VYPR.	TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.	
PREŽK			
TECHN. L.		SOVĚTIL	
NAZEV	DOLNÍ PŘÍČNÍK		

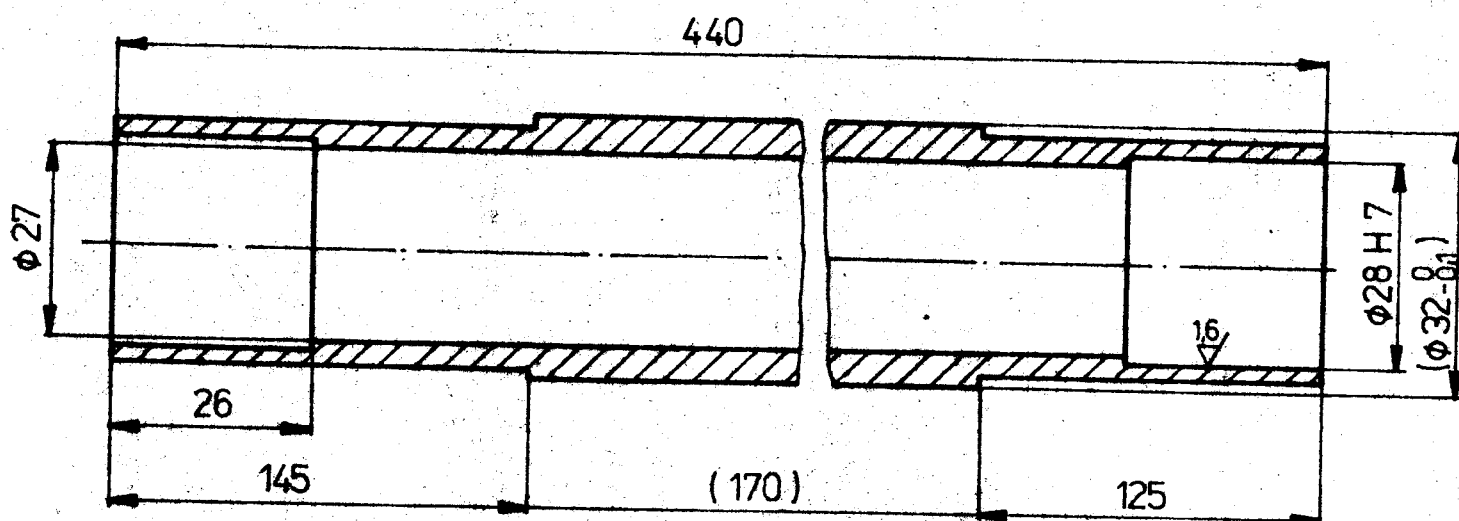
VŠST LIBEREC	
MOTNOST kg	1:1
C. SN.	TR. C.
POZN.	C. KUSOVNOSTI
STAT. V.	04-506A-00K
04-506A-04	

32/√(√)



INDEX	ČÍSLO	DATA	PODPIS	VŠST LIBEREC	
ZN. M. I.	11110	T. D.		VERZIE	1:1
NORM. POČ. I.	Ø 20-630 ČSN 425510			ČÍSLO	
POČ. D. A. R.				ČÍSLO	
VYPR. TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.			ČÍSLO	04-506A-00K
PRŮK.				ČÍSLO	
TECHNOL.	SCHVÁLIL			ČÍSLO	
NAZEV	VODÍČÍ TYČ			ČÍSLO	04-506A-05

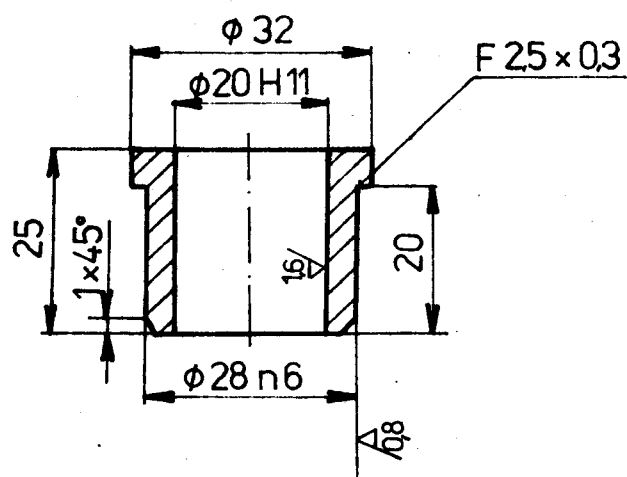
✓ (✓)



INDEX	ZNAČKA	DATUM	PODPIS
ZN. MAT 11 343			
POZM. POČET 1R 1" 445 ČSN 42 5710			
POM 7-8			
VYPR. TOMÁŠ RAICH		NORM. REF.	
PŘE K.		SCHVÁLIL	
TECHNICKÉ			
NÁZEV NÁBOJ			

VŠST LIBEREC	
MOTNOST kg	AKRITKO 1:1
C. SN	PŘ. C.
POZN.	C. K. J. OVNIKU
STAV V.	04 - 506A - 00K
04 - 506A - 06	
Lista	1st

32/ (✓)



INDEX				
ZN. M.	TEFLON			
ROZM.	Ø 38-30	ČSN	643213	
POD. ZAR.				
VYPR.	TOMÁŠ RAICH	NORM. REF.		
PROJEK.				
TECHNICKÉ				

VŠST LIBEREC

HMOTNOST kg

Č. SKO

1:1

C. SN.

POZN.

IP. C.

Č. KUSU V KUSU

04-506A-00K

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ LIBEREC
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Obor - 23-07-8 strojírenská technologie
zaměření obrábění a montáže

MONTÁŽ A DEMONTÁŽ HADICOVÝCH PNEUMATICKÝCH PRUŽIN

KOM - OM - 506

Tomáš RAICH

Vedoucí práce: Ing. Aleš Průšek
Konzultant: Prof. Ing. Oldřich Krejčíř, CSc.

Počet stran: 46
Počet tabulek: 3
Počet obrázků: 17
Počet příloh: 21

V Liberci 11. května 1987

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

V Liberci, 10. května 1987

*Raichl
Tomáš*

O B S A H

	str.
Seznam příloh	5
Úvod	6
1.0. Hadicová pneumatická pružina	11
1.1. Konstrukční uspořádání	11
1.2. Rovnovážný stav kordové armatury hadice	14
1.3. Aproximace charakteristik	19
1.4. Rozměrové charakteristiky hadicové pneumatické pružiny	20
1.5. Efektivní plocha	25
2.0. Postup řezání hadice	27
3.0. Přípravek na montáž a demontáž pružiny	28
3.1. Popis univerzálního přípravku	28
3.2. Postup při montáži hadicové pneuma- tické pružiny	29
3.3. Postup při demontáži hadicové pneuma- tické pružiny	31
4.0. Přípravek na stlačování pružiny	32
4.1. Přípravek na stlačování (důvod pro stlačování pružiny)	32
4.2. Konstrukční řešení přípravku	33
4.3. Postup při stlačování pružiny	36
4.4. Postup při roztahování pružiny	41
Tabulka č. 1	42
Tabulka č. 2	43
Tabulka č. 3	44
Závěr	45
Seznam použité literatury	46

S E Z N A M P Ř Í L O H

1. Přípravek na montáž a demontáž 03-506-00
2. Kusovník 04-506-00
3. Těleso 04-506-01
4. Horní vodící válec 04-506-02
5. Dolní vodící válec 04-506-03
6. Třmen 04-506-04
7. Vodící šroub s maticí 04-506-05
8. Vodící šroub 04-506-05-01
9. Vyražeč 04-506-06
10. Čelo vyražeče 04-506-06-01
11. Trubka vyražeče 04-506-06-02
12. Stlačovací přípravek 02-506A-00
13. Kusovník 04-506A-00
14. Podstavec 03-506A-01
15. Kusovník 04-506A-01
16. Příčnick rámů 04-506A-02
17. Horní příčnick 04-506A-03
18. Dolní příčnick 04-506A-04
19. Vodící tyč 04-506A-05
20. Náboj 04-506A-06
21. Pouzdro 04-506A-07

Úvod

Kmity a nerovnosti vyvolávané jízdou po silničních a terénních nerovnostech zvyšují únavu řidičů a při dlouhodobém působení vážně poškozují jejich zdraví. Bývají příčinou jejich nemocí, které nutí řidiče měnit zaměstnání. Vysoká nemocnost z povolání má za následek fluktuaci řidičů. Vznikají tak značné národohospodářské ztráty a u postižených osob vznikají problémy sociální.

Před kmity a otřesy řidiče částečně chrání pérování vozidel. Většinou ale tato ochrana není dostatečná. Kromě toho na mnoha dopravních prostředcích prozatím pérování vůbec není. To se týká například traktorů, různých zemědělských a lesních strojů. V takových případech může řidiče účinně chránit jen kvalitně odpérované a anatomicky řešené sedadlo. Musí být regulovatelné a přizpůsobitelné jízdním vlastnostem vozidla, pracovním podmínkám řidičů, jejich tělesné konstrukci a fyziologickému stavu.

Původně se pro pérování sedadel pro řidiče užitkových automobilů, to je autobusů, nákladních automobilů a traktorů používalo ocelových pružin. Tyto pružiny nezajišťovaly potřebný jízdní komfort a kromě toho většinou měly malou životnost. V posledních deseti letech /1/ se ve světě i u nás začalo používat pro pérování sedadel pneumatikových pružin. Jejich hlavní výhodou je snadná regulovatelnost, malá hmotnost a vynikající životnost. Nevýhodné jsou vyšší pořizovací náklady. Pro huštění pneumatikových pružin je nutný zdroj tlakového vzduchu. Může to být ruční hustilka nebo kompresorek.

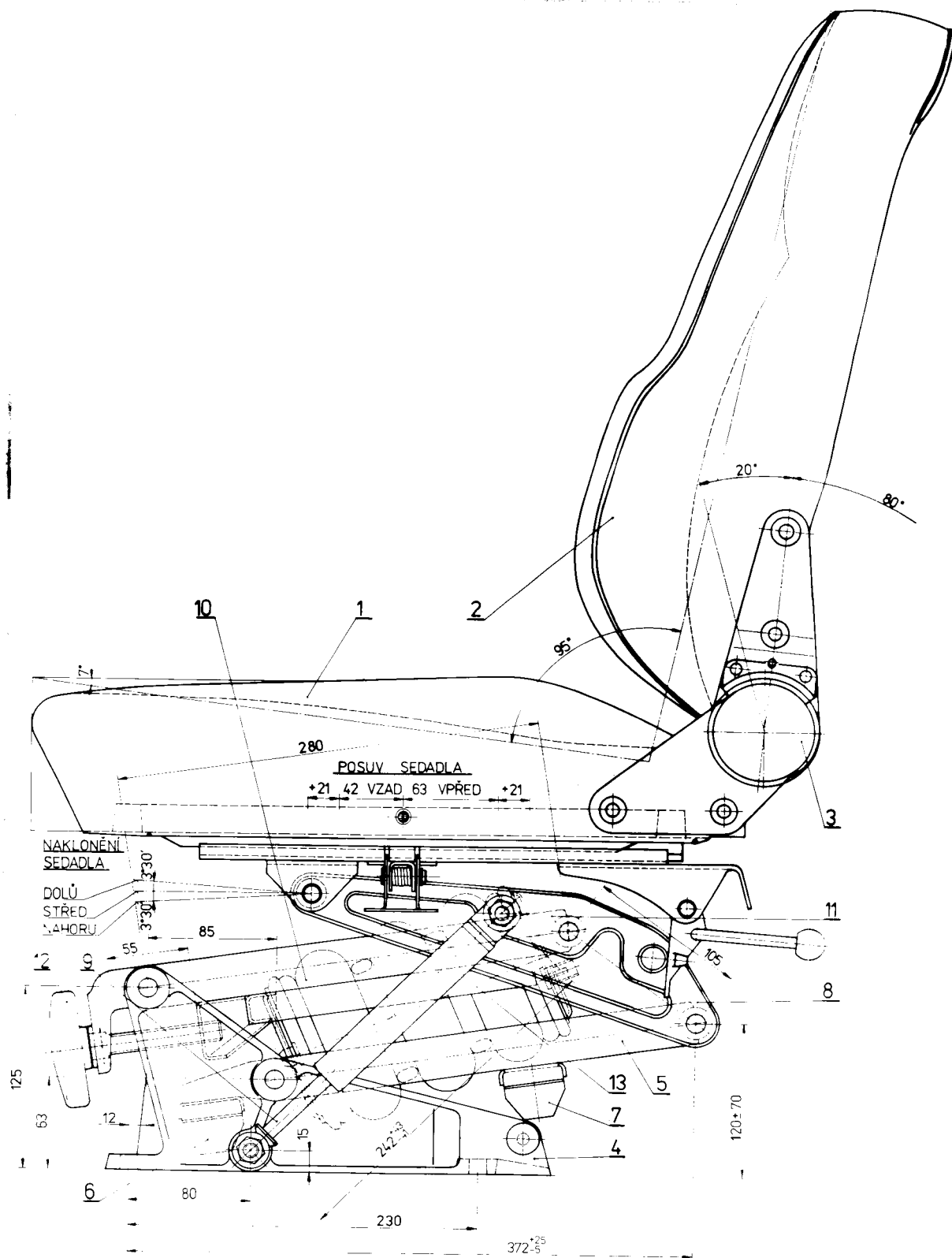
V roce 1979 byla v oborovém podniku Karosa Vysoké Mýto zahájena sériová výroba nových sedadel pro řidiče, která

mají typová označení A 280 /2/. Dnes činí roční produkce těchto sedadel zhruba 60 tis. ks v hodnotě přes 63 mil. Kčs.

Sedadlo (obr. 1) je určeno pro řidiče autobusů Karosa a pro řidiče nákladních automobilů Liaz a Tatra. Má anatomicky řešenou sedací jednotku a může mít také loketní opěrky i opěrku hlavy. Sedací jednotku je možno podélně posouvat. Vzájemně nezávisle se může měnit sklon sedáku i opěradla. Pro automobily Liaz má sedadlo nízký podstavec, pro autobusy Tatra se sedadlo zvyšuje přídatným podstavcem.

Vodící mechanismus má podobu paralelogramu. Na dolním ramenu je uchycen horní a dolní pryžový doraz. Mezi konzolou pro uchycení sedací jednotky a podstavcem může být jednostranně nebo oboustranně uchycen hydraulický teleskopický tlumič kmitů.

Mezi dolním čepem dolního ramena a horním čepem horního ramena je uchycena třívlňová vlnovcová pneumatická pružina, kterou vyrábí oborový podnik Autobrzdy Jablonec n.N. v závodě Prešov. Tímto umístěním je vyvozováno větší zatížení na pružině než na sedáku. Pneumatická pružina je připojena k pneumatickému rozvodu automobilu přes automatický regulátor /3/ stálé statické výšky, který zde není znázorněn. Automaticky regulovanou statickou výšku může řidič nastavovat otáčením konce táhla ovládací páky regulátoru, čímž mění jeho účinnou délku. Na změny statické výšky regulátor reaguje tím, že podle potřeby do pružiny doplňuje stlačený vzduch, nebo jej z pružiny vypouští do ovzduší. Pneumatické pérování má nezávislou regulaci tuhosti. Je řešena změnou statické výšky pružiny, která se provádí čelním seřizovacím šroubem, jímž se posouvá horní opěra pružiny ve vedení vytvořeném v horním ramenu vodícího mechanismu.



Obr. 1. Rozměrové schéma sedadla Karosa: 1 - sedák, 2 - opěradlo, 3 - klopný mechanismus, 4 - podstavec, 5 - dolní rameno, 6 - horní doraz, 7 - dolní doraz, 8 - konzola, 9 - tlumič, 10 - pružina, 11 - horní rameno, 12 - seřizovací šroub, 13 - vedení

Toto sedadlo přineslo značný technický pokrok, který se projevil i výrazným zvýšením jízdního komfortu. Za provozu se ale projevily i určité nedostatky. Příkladně se projevily v tom, že regulace tuhosti je relativně málo účinná. Navíc, seřizovací šroub není opatřen stupnicí, takže řidiči nevědí, jak mají tuhost seřizovat, a proto regulaci nepoužívají. Automatický regulátor reaguje na každou změnu výšky sedadla a při jistých budících frekvencích způsobuje, že sedadlo nadměrně kmitá. To se projevuje hlavně při jízdě v terénu.

V posledních pěti letech se ve světě technické požadavky na vlastnosti a vybavení sedadel značně zvýšily. Tak se příkladně požaduje zakrytování vodícího mechanismu, vytápění anatomicky řešené sedací jednotky, možnost zablokovat pérování a některé další.

Tyto skutečnosti vedly k rozhodnutí generálního ředitele ČAZ vyvinout nové sedadlo a připravit je pro výrobu po roce 1990. Koordinací vývojových prací, na nichž se podílí řada institucí, byla pověřena inženýrská organizace PIKAZ Praha. U těchto perspektivních sedadel se počítá se zvýšením výroby až na 160 tis. ročně. Toto zvýšení předpokládá zjednodušení konstrukce i zavedení nových progresivních technologií vzhledem k omezeným zdrojům pracovních sil. Tak příkladně zvýšit výrobu potřebných pneumatických pružin, to je pryžových elementů v n.p. RUBENA Náchod a kovových dílů s montáží v o.p. AUTOBRZDY Jablonec nad N. by při použití dosud vyráběné vlnovcové pneumatické pružiny bylo z kapacitních důvodů nereálné.

Pro perspektivní sedadlo řidičů autobusů, nákladních automobilů a také traktorů se počítá s pneumatickou pruži-

nou hadicového typu /4/, jejímž vývojem byla pověřena katedra částí strojů a mechanismů strojů VŠST v Liberci. Tato pružina je konstrukčně i výrobně mnohem jednodušší než pružina vlnovcová. Svou nenáročností umožní dosáhnout potřebné celkové produkce 250 tis. ks ročně bez nároků na zvýšení výrobních kapacit.

U této pružiny má pryžový element armovaný dvěma vrstvami křížem položených kordových nití podobu hadice, která může být vyráběna nejen kusově pomocí jednoduchých přípravků, ale také perspektivně kontinuálním způsobem s následným dělením. Také pro montáž se počítá s jednoúčelovými montážními stroji. Dosud použité kovové součásti budou v sériové výrobě z plastických hmot. Cena vlnovcové pružiny pro sedadla dnes činí 1 100,- Kčs. U pružiny hadicové je reálný předpoklad, že se výrobní náklady sníží na 25 %.

V současné době je konstrukčně řešen prototyp hadicové pneumatické pružiny, která nese předběžné označení HP215-74. Její díly jsou prozatím zhotoveny z duralu. Pro montáž a demontáž prozatím kusově vyráběných hadicových pružin nejsou na katedře k dispozici potřebné jednoduché přípravky.

Diplomovým úkolem bylo navrhnout

- přípravek na řezání hadic Js 73-215,
- přípravek na montáž hadice, dna a příruby,
- přípravek na montáž hadice, dna a pístu,
- přípravek na tlakování a stlačení pružiny a pro její roztahení,
- přípravek na demontáž kovových součástí.

Navržené přípravky by měly také umožnit ověření montážních principů, což by umožnilo jejich využití při pozdější

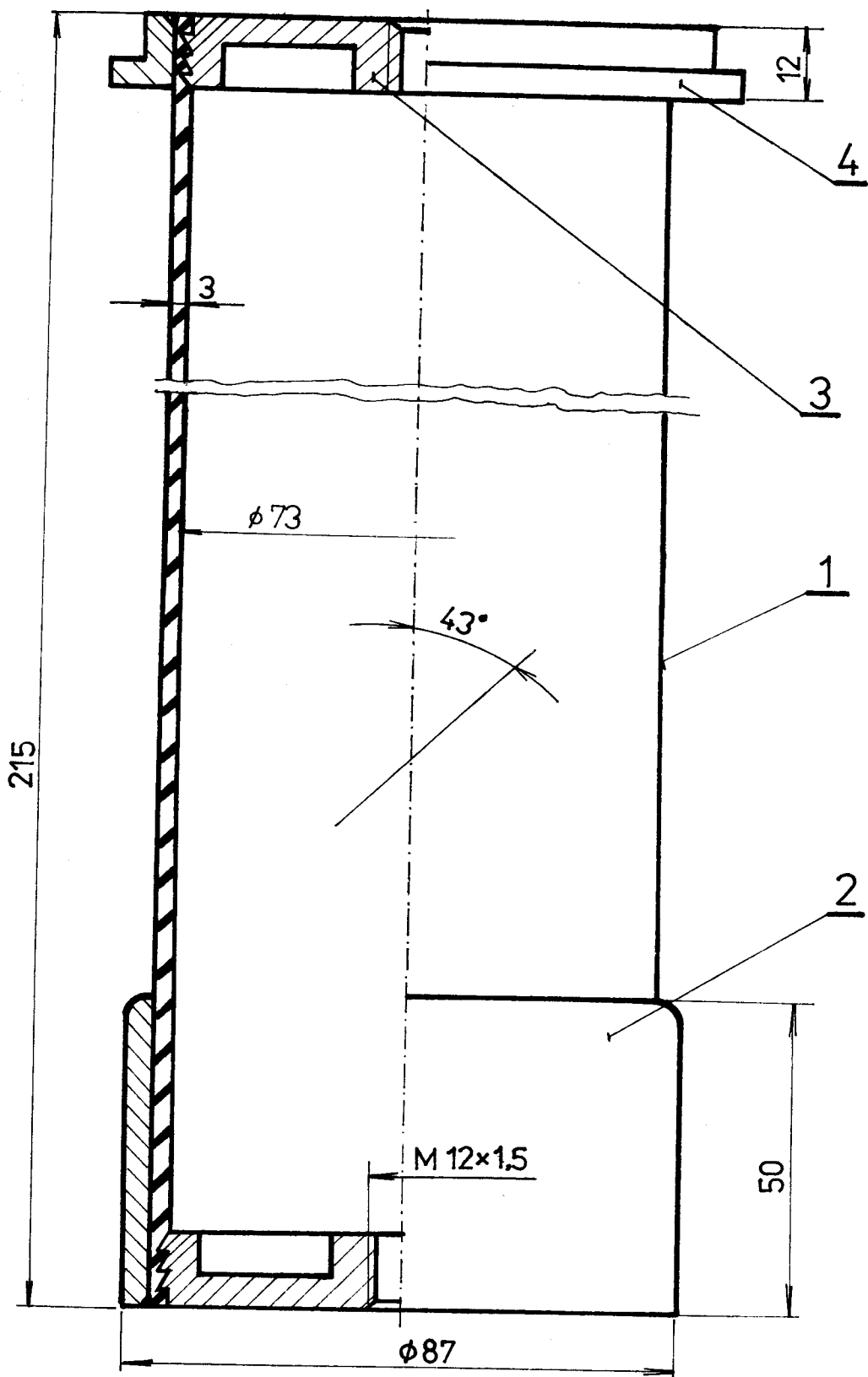
konstrukci jednoúčelových strojů.

V předložené diplomové práci je stručný popis konstrukčního řešení hadicové pružiny. Jsou zde též charakteristiky pružiny potřebné při konstrukčním řešení montážních přípravků. Navržen byl jednoduchý přípravek na řezání prozatím kusově vyráběných pružin. Dále byl vyřešen a výrobně realizován přípravek umožňující montáž i demontáž hadicových pružin a také přípravek na tlakování, stlačení i roztahování těchto pružin.

1.0. Hadicová pneumatická pružina

1.1. Konstrukční uspořádání

Hadicová pneumatická pružina typ HP 74-215 je znázorněna na obr. 2. Její podstatnou a za provozu nejvíce exponovanou součástí je pryžová hadice Js 73 (vyrábí se na trnu $\varnothing$ 74 mm), která má tloušťku stěny zhruba 3 mm. Ve stěně hadice jsou zavulkanizovány dvě vrstvy křížem položených kordových nití, jejichž sklon vzhledem k ose hadice je 43° . Na koncích jsou do hadice zasunuty shodné zátky, které mají na obvodu tři těsnící bříty. Ve středu zátek jsou otvory se závitem M12x1,5, které slouží pro připojovací šroubení a také pro přívod a odvod stlačeného vzduchu. Na horním konci vnějšího obvodu hadice je nalisovaná příruba. Na dolním konci je nalisovaný píst. Píst byl vytvořen ve dvou alternativách. Jednak jako válcový a jednak ve tvaru dvojitého kužele (na obr. 2 je znázorněn jen píst válcovitý). Zátky, příruba a píst jsou zhotoveny u prototypu z duralu, v sérii se počítá s výrobou z plas-

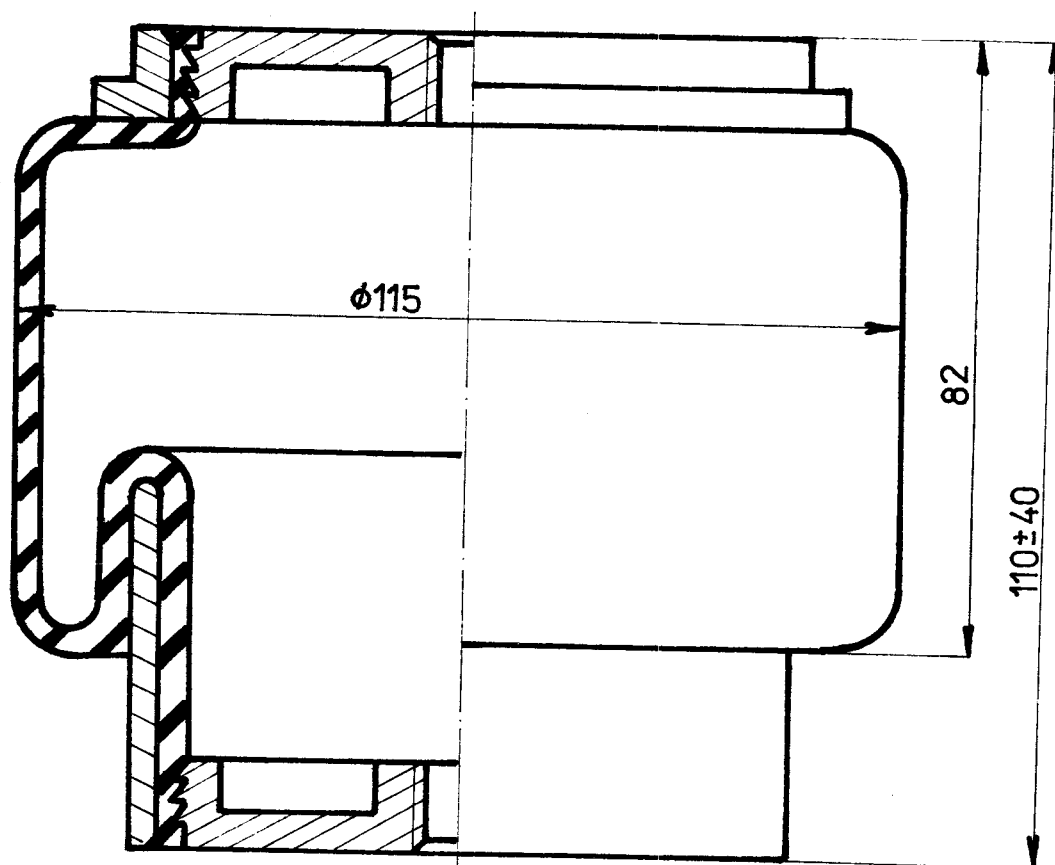


Obr. 2. Hadicová pneumatická pružina typ HP74-215:
1 - hadice, 2 - píst, 3 - zátka, 4 - příruba

tických hmot. Pravděpodobně bude použito silonu.

Utěsnění konců hadice se dosahuje jejím stlačením mezi kovovými součástmi přesahem 1 mm.

Takto smontovaná hadicová pružina ještě není schopna funkční činnosti. Za provozu musí být naplněna stlačeným vzduchem. Účinkem vnitřního přetlaku vzduchu v pružině se průměr hadice zvětší, zatímco se zmenší její délka. Tvar hadicové pneumatické pružiny je znázorněn na obr. 3. Výška pružiny 110 mm odpovídá tzv. výšce statické, při níž se pružina montuje do mechanismu sedadla. Přípustný zdvih je ± 40 mm.

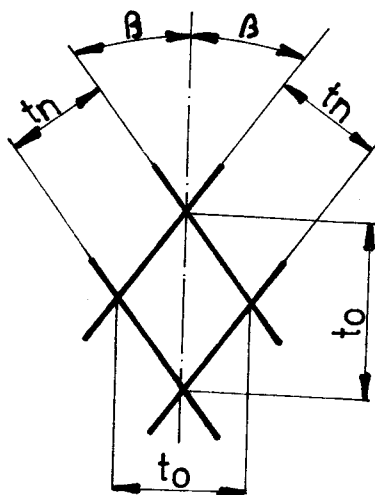


Obr. 3. Hadicová pneumatická pružina HP 74-215 při předepsané statické výšce, zdeformovaná účinkem vnitřního přetlaku vzduchu

V současné době se provádějí laboratorní zkoušky životnosti hadicové pneumatické pružiny. U posledních vzorků hadice přesahuje životnost 2 mil. zdvihů. Bylo již dosaženo životnosti 2,8 mil. zdvihů. Tato životnost již vyhovuje provozním požadavkům. Za provozu na sedadle bude zdvih pružiny pouze ± 20 mm.

1.2. Rovnovážný stav kordové armatury hadice

V pryžové stěně hadice jsou položeny s normální roztečí t_n kordové nitě ve dvou vzájemně překřížených soustavách (obr. 4).



Obr. 4. Kordová armatura stěny hadice

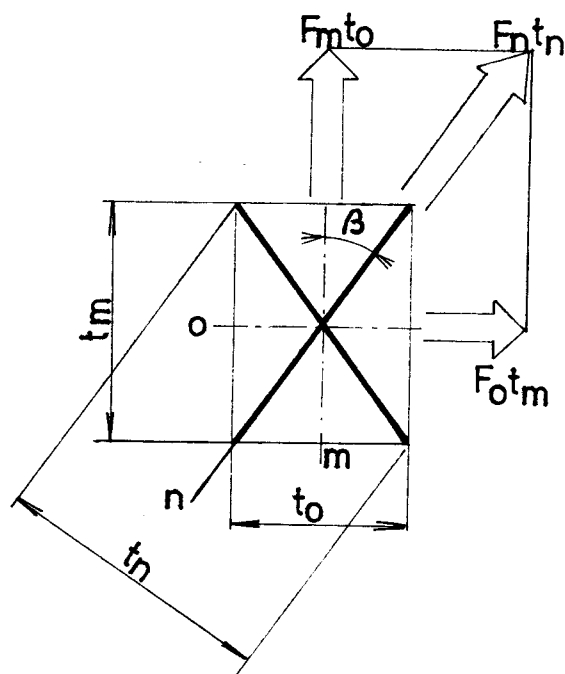
Při namáhání vnitřním přetlakem p_p mají nitě obou soustav ve zvažovaném místě opačný sklon pod stejným úhlem β vzhledem k ose rotačně symetrické hadice. Pro výpočet meridiánové t_m a obvodové t_o rozteče nití zřejmě platí vztahy

$$t_m = t_n / \sin \beta,$$

$$t_o = t_n / \cos \beta.$$

/1/

Modul pružnosti pryže je mnohem menší než modul pružnosti kordu. Je proto možno zjednodušeně předpokládat, že veškeré síly ve stěně měchu zachycují kordové nitě, zatímco pryž má pouze těsnicí funkci.



Obr. 5. Síly působící na element stěny hadice

Na obr. 5 je znázorněn element stěny hadice o rozměrech $t_m \times t_o$. Symboly F_m , F_o , F_n značí tahové síly působící ve směru meridiánu m , ve směru obvodu o a ve směru nitě n , na jednotku délky k mm kolmého řezu. Při statické rovnováze sil působících na element stěny platí, že

$$F_n t_n \sin \beta = F_o t_m,$$

$$F_n t_n \cos \beta = F_m t_o.$$

/2/

Odtud po dosazení /1/ vychází

$$F_n = F_o / \sin^2 \beta,$$

$$F_n = F_m / \cos^2 \beta.$$

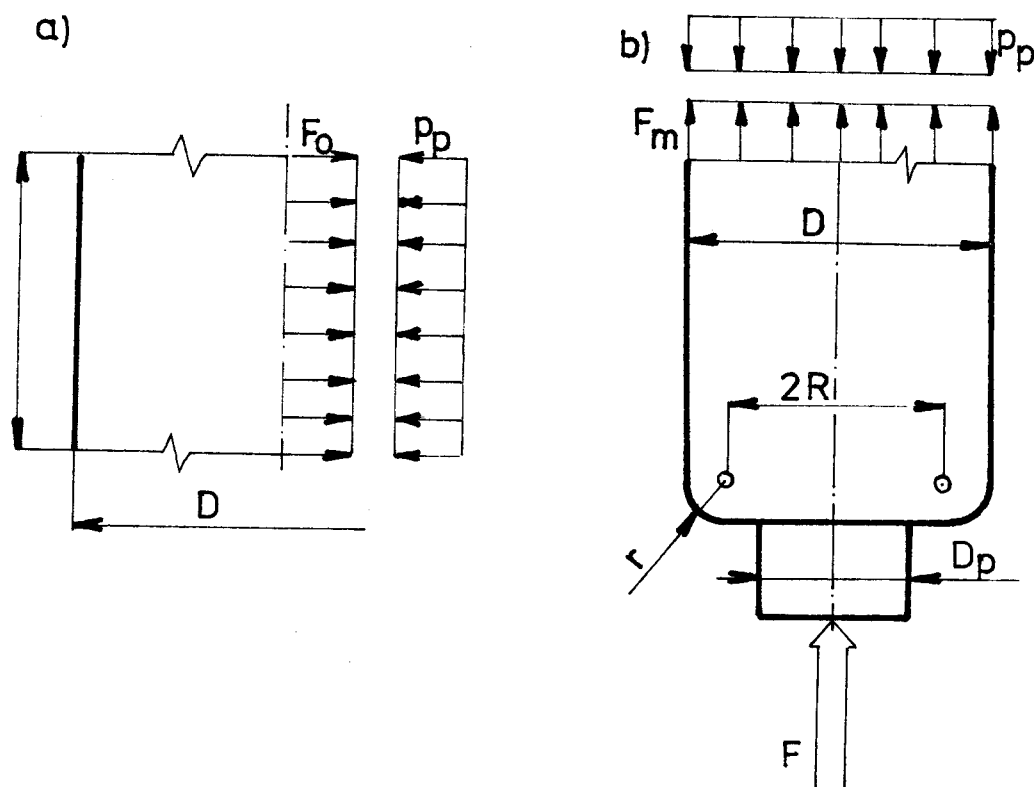
/3/

Porovnáním vztahů /3/ vychází pro výpočet rovnovážného úhlu sklonu kordu vztah ve tvaru

$$\operatorname{tg} \beta = \pm \sqrt{\frac{F_o}{F_m}}.$$

/4/

Válcová část stěny hadice o délce L představuje tenkostěnnou nádobu namáhanou vnitřním přetlakem p_p vzduchu. Jednotková obvodová síla F_o ve válcové stěně hadice se určí z rovnováhy sil působících na část oddělenou myšleným řezem osovou rovinou (obr. 6).



Obr. 6. Rovnováha sil působících na válcovou část hadice pružiny: a - v rovině kolmé k osovému řezu, b - ve směru osy

Pro směr kolmý k rovině řezu platí, že

$$2LF_0 = p_p DL \quad /5/$$

Odtud vychází, že

$$F_0 = \frac{p_p}{2} D \quad /6/$$

Jednotková meridiánová síla F_m ve válcové stěně hadice se určí z rovnováhy sil působících na část pružiny oddělenou myšleným řezem rovinou kolmou k ose. Rovnováhu sil ve směru osy vyjadřuje rovnice

$$\pi D F_m = p_p \frac{\pi D^2}{4} - F, \quad /7/$$

kde vnější osové zatížení

$$F = p_p \frac{\pi (2R)^2}{4} \quad /8/$$

Zde R je poloměr tzv. efektivní plochy pružiny. Je dán vzdáleností středu střední meridiánové kružnice o poloměru r od osy pružiny. Po dosazení a úpravách vychází, že

$$F_m = \frac{p_p}{4} \left[D - \frac{(2R)^2}{D} \right] \quad /9/$$

Pro výpočet rovnovážného úhlu β sklonu kordu ve válcové stěně hadice vyjde po dosazení do rovnice /4/ a po úpravách vztah

$$\operatorname{tg} \beta = \pm \sqrt{\frac{2}{\frac{D^3 - (2R)^2}{D^2}}} \quad /10/$$

Kladné a záporné znaménko před odmocninou znamená, že jde o dvě vrstvy, které mají opačný úhel sklonu.

Protože

$$2R = \frac{D \cdot D_p}{2}, \quad /11/$$

kde D_p je průměr válcového pístu, lze rovnici /10/ upravit také do tvaru

$$\operatorname{tg} \beta = \pm \sqrt{\frac{1}{\frac{D^2 - (D \cdot D_p)^2}{2D^2}}}. \quad /12/$$

Není-li pružina osově zatížena, je $F = 0$, tudíž také $R = 0$, což vyplývá z rovnice /8/. Pro rovnovážný úhel sklonu kordu vychází z rovnice /10/ vztah

$$\operatorname{tg} \beta_0 = \pm \sqrt{2}, \quad /13/$$

takže vychází přibližně $\beta_0 = \pm 54^\circ 44'$. Je tedy zřejmé, že se účinkem vnitřního přetlaku vzduchu v pružině výrobní úhel β_v rovno 43° změní. To nejen u nezatížené, tj. volné pružiny, ale také u pružiny, která je účinkem vnějšího zatížení silou F zdeformována na statickou výšku $H(0) = 110$ mm. Změna úhlu sklonu kordu má za následek změnu průměru hadice a změnu její délky.

Účinkem vnitřního přetlaku vzduchu se průměr hadice zvětšuje a její délka se naopak zmenšuje.

Vypočítané rovnovážné úhly sklonu kordu jsou teoretické. Není uvažován vliv pryže. Pružné vlastnosti pryže deformace hadice ovlivňují, a proto musí být skutečné poměry vyšetřeny experimentálně. Skutečné poměry je třeba znát při konstrukci přípravku na stlačování a roztahování smontované hadicové pneumatické pružiny.

1.3. Aproximace charakteristik

Všechny znázorněné rozměrové charakteristiky (viz kapitola 1.4) jsou funkcemi jedné proměnné typu $y = y(x)$. Experimentálně zjištěnými $(n+1)$ body $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ byla proložena regresní polynomická funkce ve tvaru

$$f(x) = \sum_{i=0}^m a_i x^i, \quad /14/$$

kde $i = 0, 1, \dots, m$. Hodnoty reálných koeficientů a_i byly vypočítány metodou nejmenších čtverců pomocí $m+1$ normálních rovnic, jejichž maticový zápis má tvar

$$\begin{bmatrix} n+1 & \sum_{i=0}^n x_i & \dots & \sum_{i=0}^n x_i^m \\ \sum_{i=0}^n x_i & \sum_{i=0}^n x_i^2 & \dots & \sum_{i=0}^n x_i^{m+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=0}^n x_i^m & \sum_{i=0}^n x_i^{m+1} & \dots & \sum_{i=0}^n x_i^{2m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n y_i \\ \sum_{i=0}^n x_i y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=0}^n x_i^m y_i \end{bmatrix}$$

/15/

Pro výpočet koeficientu a_i bylo použito mikropočítače SAPI-1 a programu, který je k dispozici na katedře částí strojů a mechanismů strojů. Rozměrové charakteristiky byly znázorněny s použitím automatického kreslicího zařízení DIGIGRAF

1008, který je zde rovněž k dispozici. Stejného postupu bylo použito také při znázorňování všech dalších experimentálně vyšetřených závislostí.

1.4. Rozměrové charakteristiky hadicové pneumatické pružiny

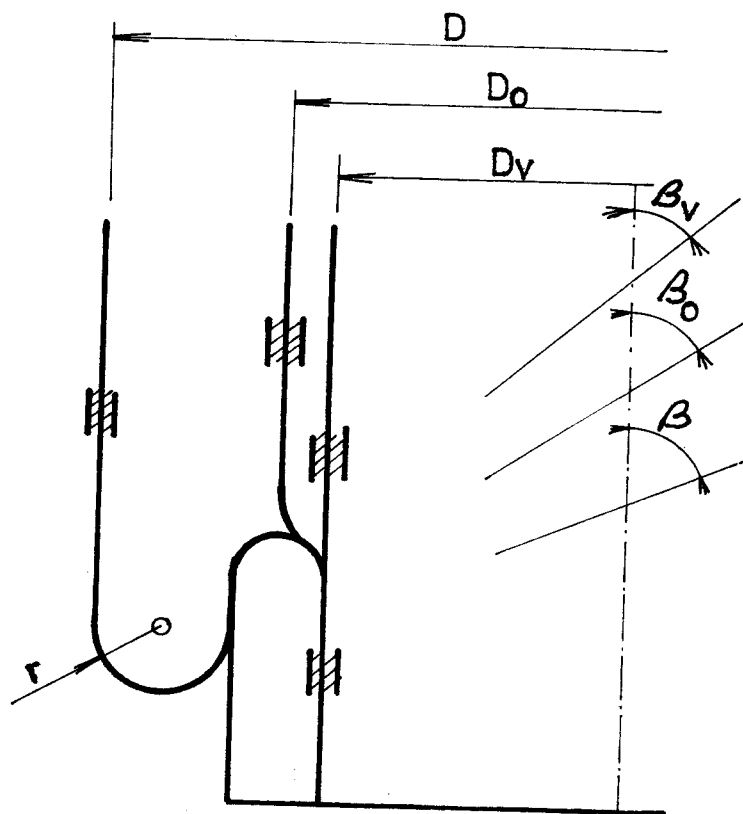
Na obr. 7 je schématicky znázorněno, jak se postupně mění průměr hadice pružiny a úhel sklonu kordových nití. Zde značí

D_v - střední výrobní průměr hadice,

D_o - střední průměr nezatížené hadice namáhané vnitřním přetlakem vzduchu,

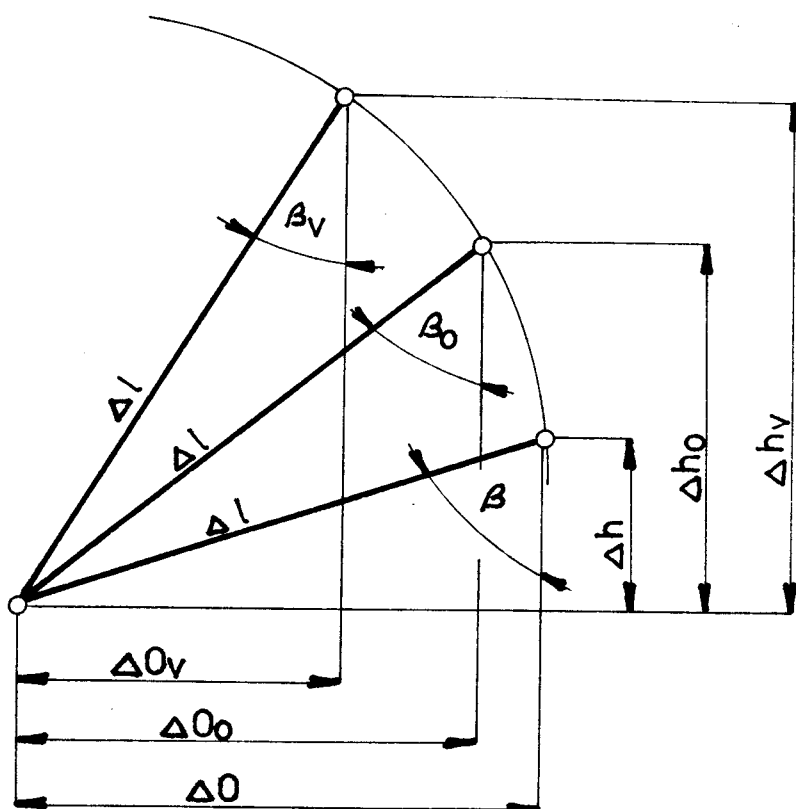
D - střední průměr hadice osově zdeformované a namáhané vnitřním přetlakem vzduchu,

β_v, β_o, β - odpovídající úhly sklonu kordových nití.



Obr. 7.

Zjednodušeně lze předpokládat, že se délka kordových nití ve stěně hadice účinkem osové deformace pružiny ani účinkem vnitřního přetlaku vzduchu nemění. Mění se pouze úhel sklonu nitě a vlivem této změny také průměr resp. obvod a výška hadice. Situaci znázorňuje obr. 8, kde je vyznačen obdélníkový element volné části hadice. Jeho úhlopříčka prochází kordová nit o elementární délce Δl , která je konstantní. Jestliže se mění úhel sklonu β kordové nitě, mění se elementární délka Δo základny a výška Δh elementu.



Obr. 8. Přetvoření elementu stěny hadice

Délku Δl kordové nitě v elementu stěny hadice je možno vyjádřit následujícími vztahy:

$$\Delta l = \frac{\Delta o_v}{\sin \beta_v},$$

/16/

$$\Delta l = \frac{\Delta O_0}{\sin \beta_0} , \quad /17/$$

$$\Delta l = \frac{\Delta O}{\sin \beta} . \quad /18/$$

Elementární délky základny vytčeného elementu jsou dány vztahy:

$$\Delta O_v = \frac{\pi D_v}{n} , \quad /19/$$

$$\Delta O_0 = \frac{\pi D_0}{n} , \quad /20/$$

$$\Delta O = \frac{\pi D}{n} . \quad /21/$$

Zde n značí počet nití v jedné kordové vrstvě na obvodu hadice. Z obou předchozích soustav rovnic vyplývají pro výpočet úhlů sklonu kordových nití vztahy

$$\sin \beta_0 = \sin \beta_v \frac{D_0}{D_v} , \quad /22/$$

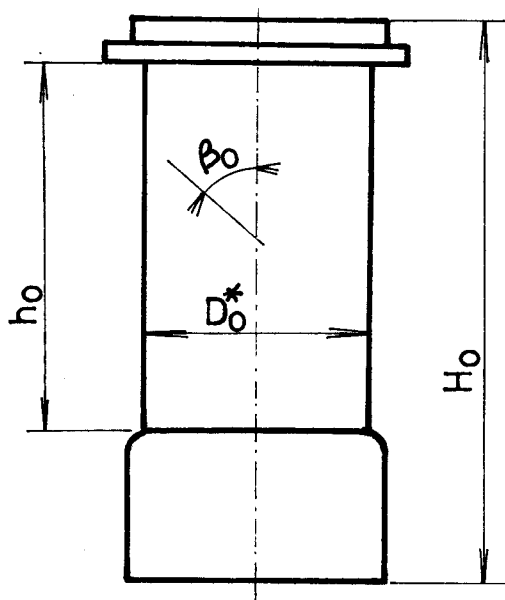
$$\sin \beta = \sin \beta_v \frac{D_0}{D_v} . \quad /23/$$

Průměr $D_v = 76$ mm a úhel sklonu $\beta_v = 43^\circ$ kordových nití jsou předepsány výrobním postupem. Průměry D_0^* a D^* je možno vyšetřit experimentálně. To umožňuje s použitím rovnic /22, 23/ v případě potřeby vypočítat také úhly sklonu β_0 , β . Z obr. 8 je také vidět, jak se postupně mění výška elementu z hodnoty Δh_v na hodnotu Δh_0 a dále na hodnotu Δh . Elementární délky ΔO_0 , ΔO , elementární výšky Δh_0 , Δh i úhly sklonu β_0 , β jsou závislé na vnitřním přetlaku vzduchu v pružině.

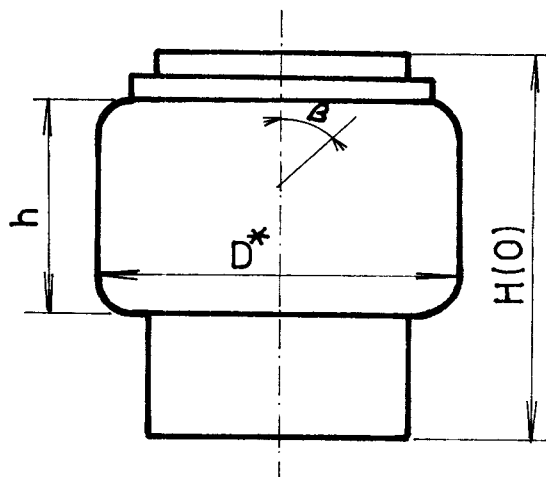
Rozměrovými charakteristikami se rozumí závislost průměru, délky hadice a úhlu sklonu kordu na přetlaku p_p vzduchu

(obr. 9).

a)



b)



Obr. 9. Veličiny rozměrových charakteristik hadicové pružiny: a - volná pružina, b - zatížená pružina zdeformovaná na statickou výšku $H(0)$

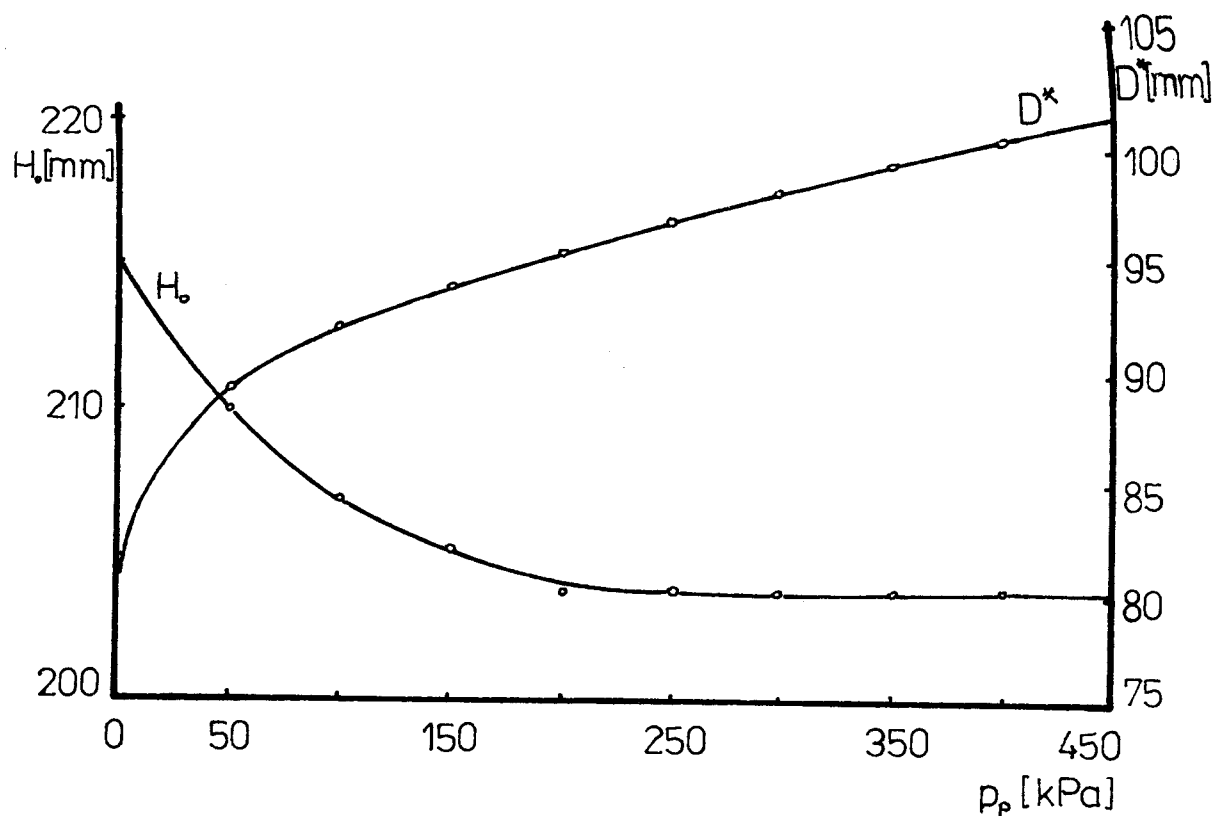
Rozměrové charakteristiky hadicové pružiny byly vyšetřeny experimentálně pro přetlaky $p_p = 50, 100, \dots, 450$ kPa. Průměry D_0, D byly změřeny na vnějším povrchu hadice. Pro výpočet středních průměrů platí vztahy

$$D_0 = D_0^* - t,$$

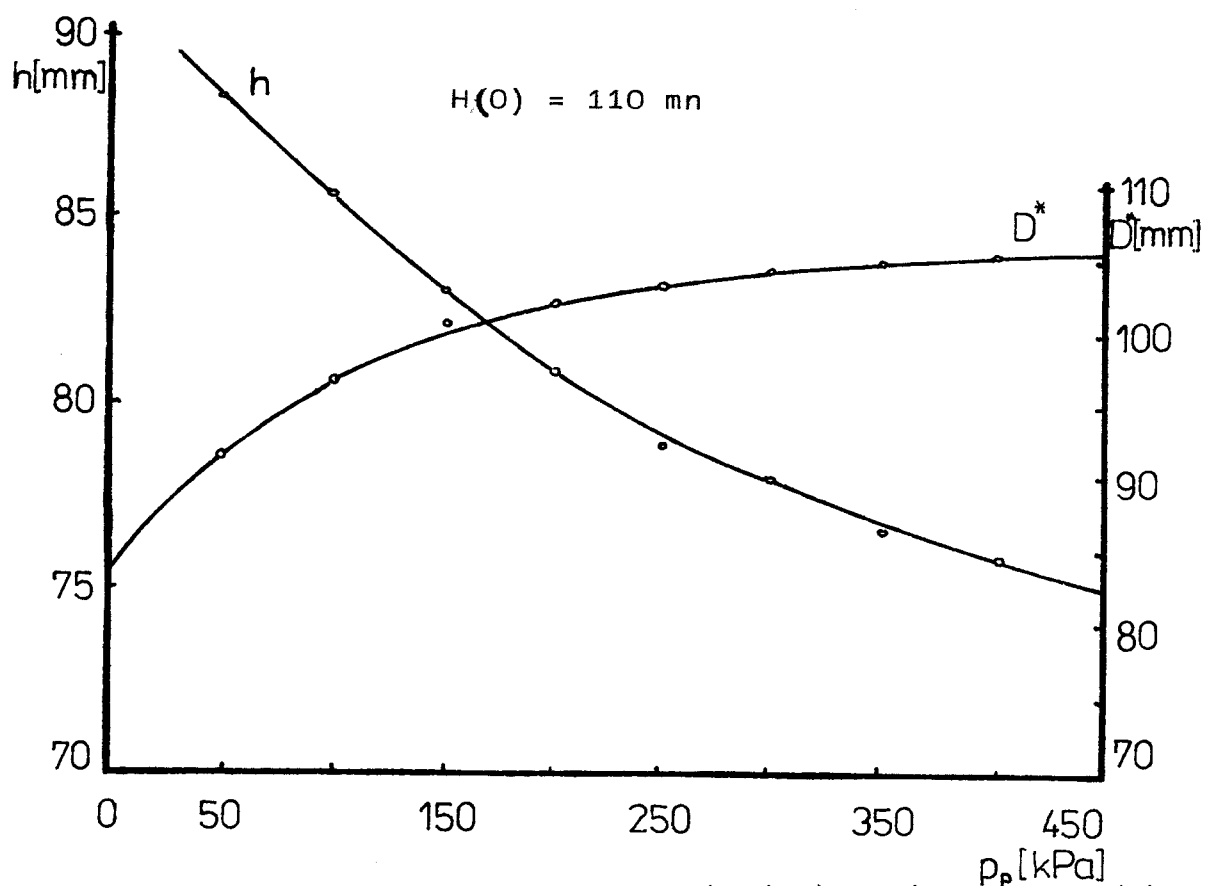
$$D = D^* - t,$$

kde $t = 3$ mm je tloušťka stěny hadice. Úhly sklonu kordových nití byly vypočítány s použitím vztahů /22,23/.

Na obr. 10 jsou rozměrové charakteristiky osově nezatížené a nezdeformované hadicové pneumatické pružiny. Na obr. 11 jsou rozměrové charakteristiky hadicové pneumatické pružiny při předepsané statické výšce $H(0) = 110$ mm.



Obr. 10. Rozměrové charakteristiky volné hadicové pneumatické pružiny



Obr. 11. Rozměrové charakteristiky hadicové pneumatické pružiny při statické výšce $H(0)=110 \text{ mm}$ (píst A)

1.5. Efektivní plocha

Efektivní plocha S pneumatické pružiny je dána vztahem

$$S = \pi r^2 \quad /24/$$

U hotového výrobku se snadno zjistí experimentálně jako poměr osového zatížení F pružiny a přetlaku p_p vzduchu, tj. s použitím vztahu

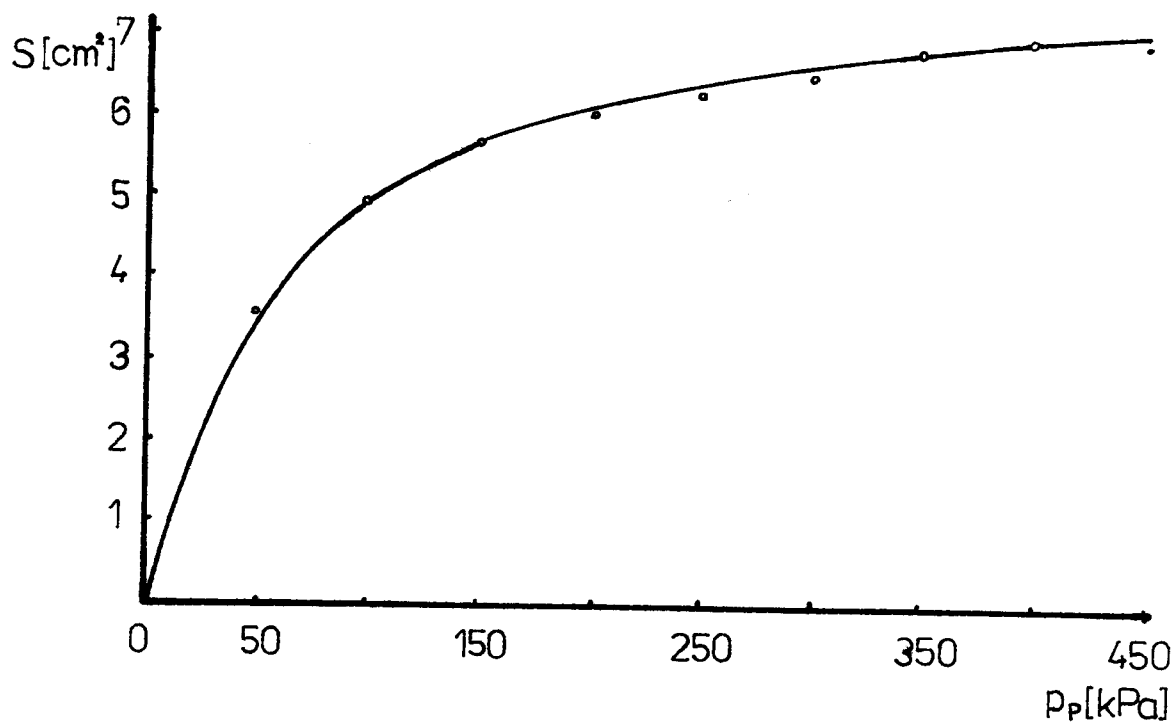
$$S = \frac{F}{p_p} \quad /25/$$

Při zjišťování závislosti efektivní plochy na deformaci z se obvykle v pružině udržuje konstantní přetlak vzduchu. Ve skutečnosti je efektivní plocha hadicové pneumatické pružiny závislá nejen na deformaci, ale také na přetlaku vzduchu. Platí, že

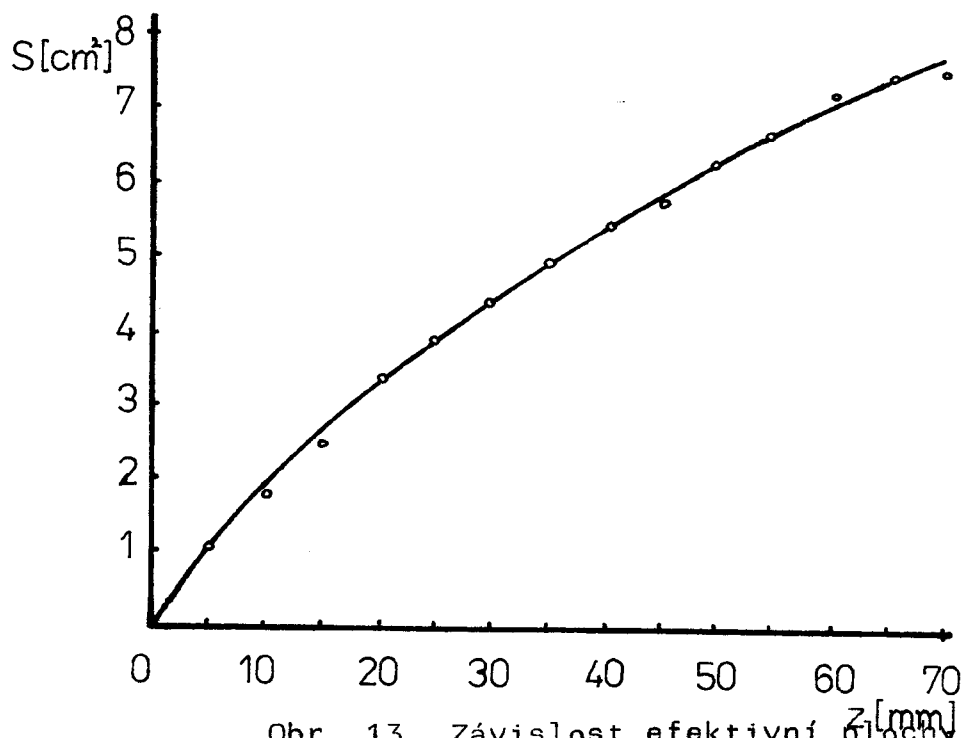
$$S = S(p_p, z) \quad /26/$$

Na obr. 12 je znázorněna závislost efektivní plochy na přetlaku při konstantní statické výšce $H(0) = 110$ mm, s pístem tvaru A. Na obr. 13 je znázorněna závislost efektivní plochy na deformaci pružiny při konstantním přetlaku $p_p = 500$ kPa.

Efektivní plocha byla vyšetřována na zatěžovacím zařízení, které je k dispozici na katedře částí strojů a mechanismů strojů. Pneumatická pružina byla z bezpečnostních důvodů tlakována vodou. Zatížení bylo měřeno prstencovým deformačním siloměrem, přetlak vody přesným manometrem, deformace pravítkem s milimetrovým dělením stupnice.



Obr. 12. Závislost efektivní plochy na přetlaku při konstantní výšce $H(0)=110$ mm



Obr. 13. Závislost efektivní plochy na deformaci pružiny při konstantním přetlaku $p_p = 500$ kPa

2.0. Postup řezání hadice

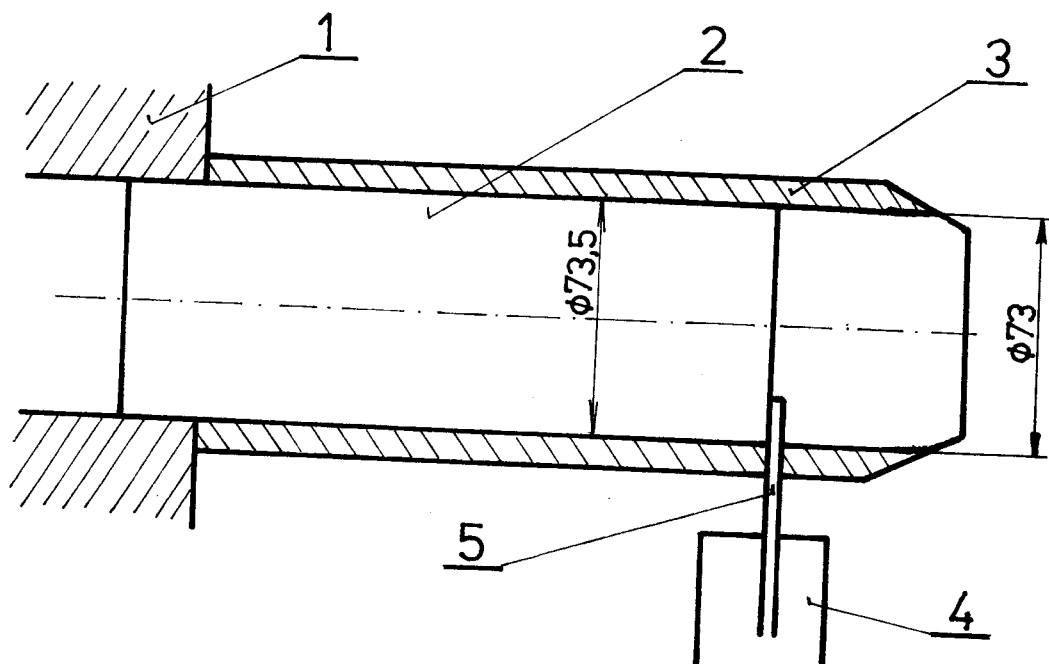
Hadice Js 7 se vyrábí v n.p. Rubena Náchod na válcovém ocelovém trnu zhotoveném z trubky o průměru 74 mm. Na trubku se nejprve obvodově navine vnitřní gumová fólie, jejíž podélný spoj se rozválcuje. Pak se protisměrně šroubovitě navinou dvě vrstvy pogumovaných kordových nití, které mají úhel sklonu $\pm 43^\circ$ vzhledem k ose trnu. Nakonec se opět obvodově navine vnější gumová krycí fólie, jejíž podélný spoj se opět rozválcuje. Takto vytvořený polotovár se kvůli docílení potřebné soudržnosti a kompaktnosti všech vrstev ovine šroubovitě tkaninou a v této podobě se hadice účinkem tlaku a teploty páry ve vulkanizační nádobě zvulkanizuje. Takto vyrobená hadice má délku zhruba 250 mm a tloušťku 3 mm. Její konce jsou zeslabené a mají otřepy.

Tento výrobní postup je velmi primitivní, avšak pro kusovou výrobu dává dobré výsledky. Navíc nevyžaduje speciální a složitější výrobní zařízení. Perspektivně se počítá s dokonalejšími výrobními přípravky, ev. s kontinuálním způsobem výroby hadic.

Pro hadicovou pružinu mají mít hadice délku 215 mm ± 1 mm. Její konce musí být rovně uříznuty tak, aby byly čelní roviny kolmé k ose.

Pro kusovou výrobu byl zvolen následující jednoduchý postup řezání hadic na předepsanou délku. Hadice byla navlečena na dřevěný válcový trn vyrobený s přesahem 0,5 mm průměru. Trn byl letmo uchycen ve skličidle universálního soustruhu. Do suportu byl uchycen hranolovitý nůž se středovým žlábkem pro opření a zajištění polohy ostře nabroušeného kapesního nože. Při otáčení trnu ve skličidle bylo ostří

nože, který řeže nadbytečný konec hadice vedeno čelem dřevěného trnu (obr. 14).



Obr. 14. Přípravek na řezání hadice: 1 - sklíčidlo soustruhu, 2 - dřevěný trn, 3 - pryžová hadice, 4 - hranolovitý nůž se středovým žlábkem, 5 - kapesní nůž

3.0. Přípravek na montáž a demontáž pružiny

3.1. Popis univerzálního přípravku

Přípravek, který jednoduchým způsobem umožňuje provést montáž i demontáž hadicové pneumatické pružiny, je v řezu znázorněn na obr. 15. Přípravek má následující součásti:

- 1 - podélně rozříznuté těleso,
- 2 - horní vodící válec
- 3 - dolní vodící válec,

- 4 - dva svěrné třmeny,
- 5 - vřodící řroub se závitem M 12x1,5,
- 6 - vyřažeč,
- 7 - řroub M12x1,5,
- 8 - řtyři distační kolíky v řělící rovině řtělesa.

V řřípravku je znázorněná uložená a již smontovaná hadicová pneumatická pruřina HP 74-215 s řístem tvaru A. řřípravek umořňuje také montáž a demontáž s řístem tvaru B.

Pruřina má následující součásti:

- 9 - hadici JS 73-215,
- 10 - řřírubu,
- 11 - říst,
- 12 - horní zátku,
- 13 - dolní zátku.

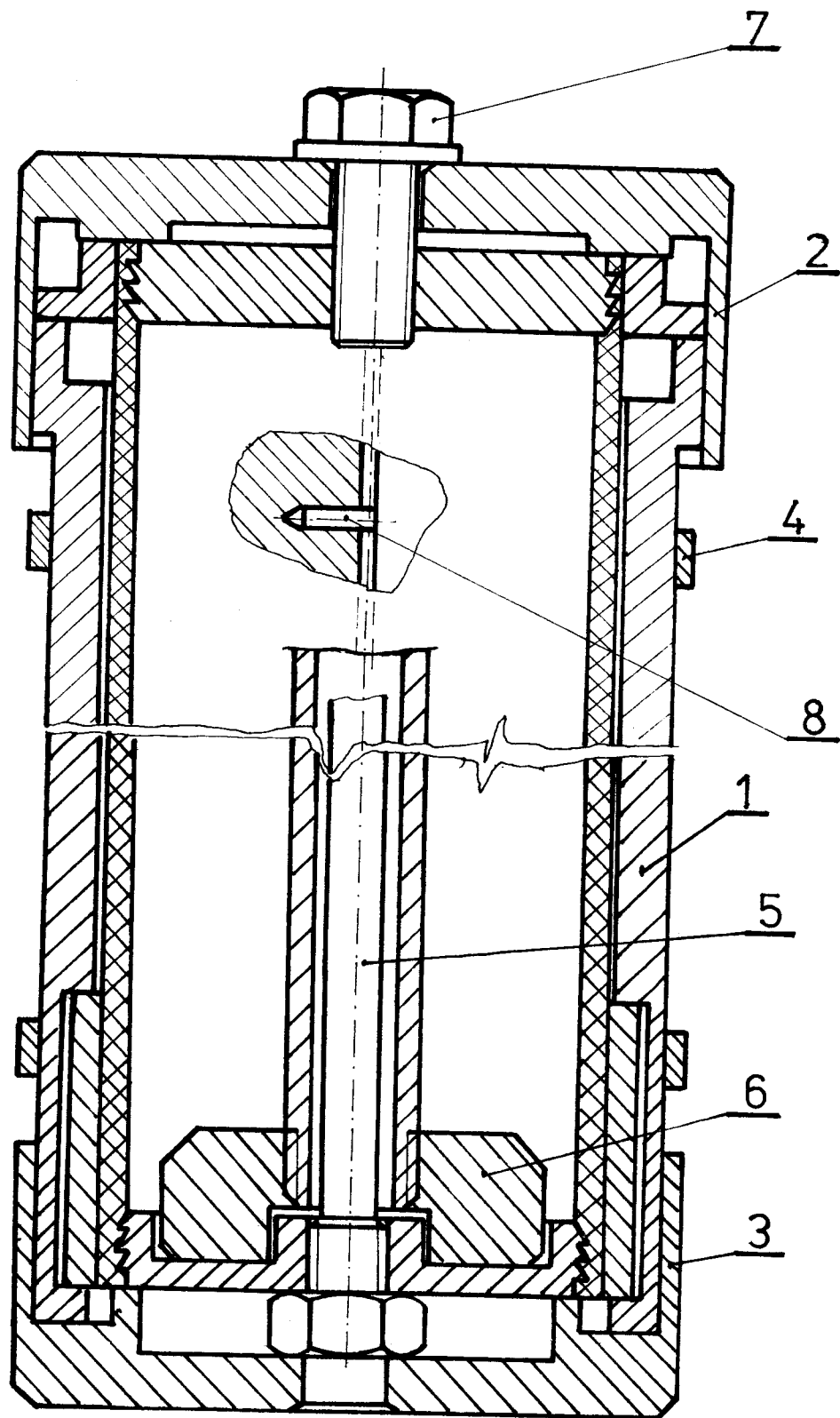
3.2. Postup řři montáři hadicové pneumatické pruřiny

Pro montáž hadicové pneumatické pruřiny je potřebný ruční lis a následující součásti řřípravku:

- 1 - řtěleso řřípravku,
- 2 - horní vodící válec,
- 3 - dolní vodící válec,
- 4 - dva svěrné třmeny,
- 5 - vodící řroub,
- 7 - řroub M 12x1,5.

Postup řři montáři:

- a) Na konce hadice 9 pruřiny se nasune řříruba 10 a řříst 11.
- b) Hadice 9 s řřírubou 10 a s řřístem 11 se vloří do dutiny řtělesa 1 řřípravku a řtěleso se sevře třmeny 4.



. Obr. 15. Přípravek na montáž a demontáž hadicové
pneumatické pružiny

- c) Šroubem 7 se upevní horní zátka 12 pružiny k vnitřnímu čelu horního vodícího válce 2 přípravku.
- d) Tlakem na čelo šroubu 7 nebo na čelo horního vodícího válce 2 se dovnitř hadice zalisuje horní zátka 12 pružiny. Protilehlý konec tělesa 1 přípravku se při tom opírá o základnu.
- e) Šroub 7 se vyšroubuje z horní zátky 12 a z tělesa 1 přípravku se sundá horní vodící válec 2.
- f) Vodící šroub 5 se zašroubuje do dolní zátky 13 pružiny a jeho protilehlý konec se prostrčí závitovým otvorem v horní zátce 12.
- g) Tlakem na dolní vodící válec se do hadice zalisuje dolní zátka 13. Protilehlý konec tělesa přípravku se opírá při lisování o základnu.

3.3. Postup při demontáži hadicové pneumatické pružiny

Pro demontáž hadicové pneumatické pružiny je rovněž nutný ruční lis a následující součásti přípravku:

- 1 - těleso přípravku,
- 4 - dva svěrné třmeny,
- 6 - vyražeč.

Postup při demontáži:

- a) Hadicová pružina se vloží do dutiny tělesa 1, které se sevře dvěma třmeny.
- b) Konec tělesa s pístem pružiny se opře o základnu.
- c) Excentrickým tlakem lisu na horní zátku 12 pružiny se zátka zatlačí dovnitř hadice.

- d) Uvolněná příruba 10 a horní zátka se vyndají z přípravku.
- e) Nasazením vyrážače 6 dovnitř pružiny a tlakem jeho čela se vysune z hadice dolní zátka 13 pružiny.
- f) Z přípravku se vyjme hadice 9 a píst 11.

Přípravek pro montáž a demontáž hadicové pneumatické pružiny byl vyroben ve vývojových dílnách VŠST v Liberci. Diplomantem byl s úspěchem funkčně ověřen.

4.0. PŘÍPRAVEK NA STLAČOVÁNÍ PRUŽINY

4.1. Důvod pro stlačování pružiny

Smontovaná hadicová pneumatická pružina má celkovou výšku 215 mm. Její statická výška při funkční činnosti na sedadle má být 110 mm. Zatímco u smontované pružiny je hadice volně sevřená mezi přírubou a pístem, musí být u pružiny o předepsané statické výšce hadice navinutá na píst. Toho je možno dosáhnout při postupném stlačování pružiny pouze účinkem vnitřního přetlaku vzduchu, který způsobuje potřebné zvětšení průměru hadice. Zkoušky ukázaly, že píst je možno bez problémů a bez nebezpečí pokrčování hadice zasunout při vnitřním přetlaku 400 kPa.

Pro zasunutí pístu do hadice a pro dosažení předepsané statické výšky je možno použít hydraulického zatěžovacího zařízení, které je k dispozici na katedře částí a mechanismů strojů VŠST Liberec. Na tomto zařízení se hadicová pružina naplní vodou nebo vzduchem o přetlaku 400 kPa a postupně se při udržování konstantního přetlaku stlačí na požadovanou výšku. Pak se tekutina z pružiny vypustí. Při

tomto postupu již hadice zůstane navinutá na pístu. Není při tom podstatné, zda má přesně požadovanou statickou výšku. Důležité je, že hadice zůstane navinutá na pístu. To je nezbytné pro montáž hadicové pružiny do mechanismu sedadla.

V tomto případě se stlačování pružiny provádí ruční hydraulickou pumpou. To je fyzicky namáhavé a časově náročné. Při tomto postupu musí jedna osoba pružinu stlačovat a druhá udržovat v pružině konstantní přetlak tekutiny jejím postupným odpouštěním. Postupné stlačování s naplněním a vypouštěním pružiny trvá asi 30 min.

Aby se odstranila fyzická namáhavost při stlačování pružiny a zkrátil čas potřebný k provedení této operace, byl navržen jednoduchý stlačovací přípravek.

4.2. Konstrukční řešení přípravku

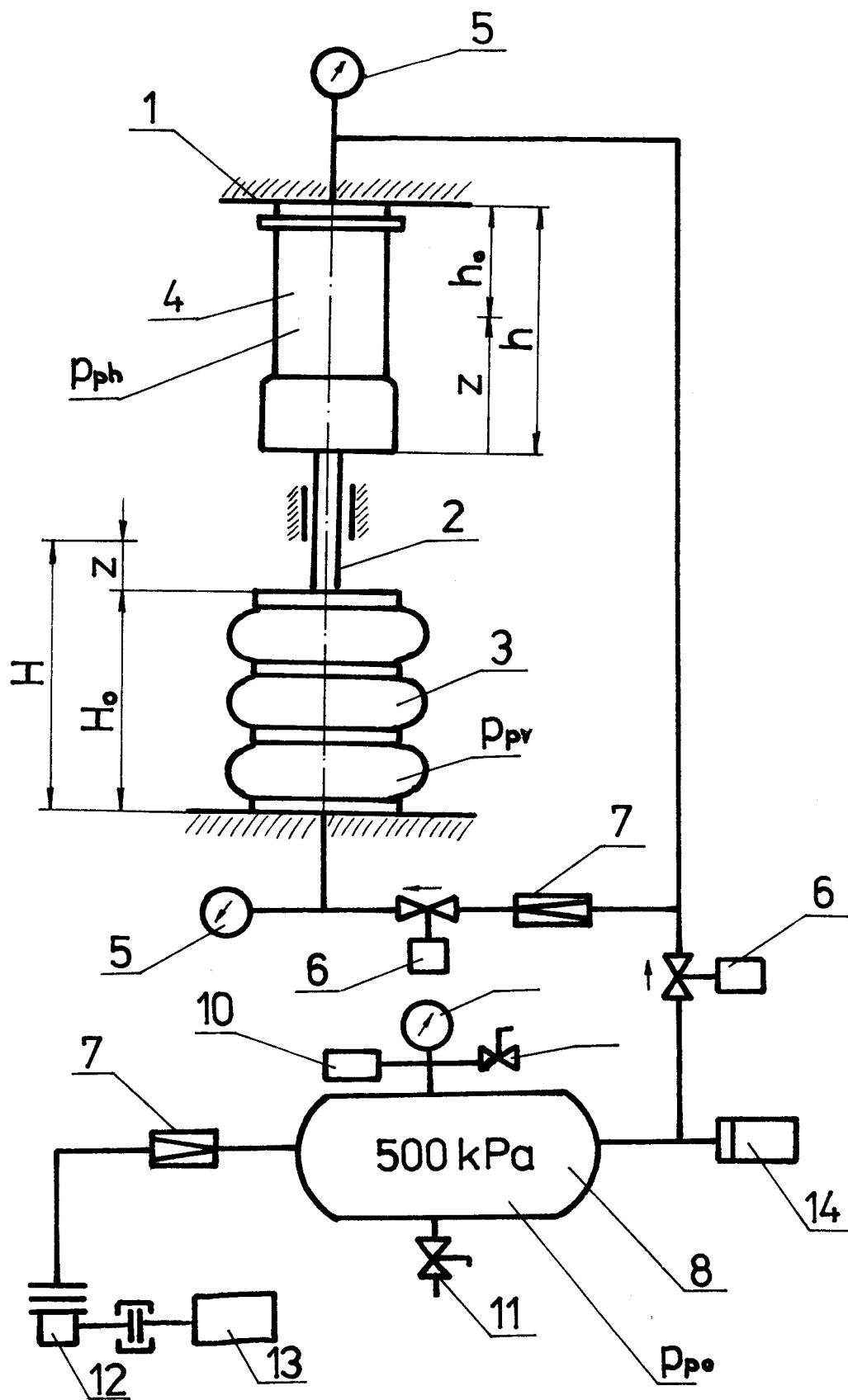
Konstrukční uspořádání přípravku je vidět na výkrese 02-506A-00. Přípravek má podstavec a příčník. Tyto díly jsou zhotoveny z ocelového profilu U8 a jsou spojeny dvěma vodícími tyčemi. Na vodících tyčích jsou náboje, které mají na koncích teflonová kluzná pouzdra. Náboj spojuje horní a dolní příčník zhotovený rovněž z ocelového profilu U8. Na výkrese je znázorněno spojení příčníků s náboji svary. Při výrobě přípravku byly sváry vypuštěny kvůli nebezpečí deformací nábojů. Oba příčníky jsou staženy dvojicí šroubů s koncovými závity M10.

Mezi dolním příčníkem a podstavcem je uprostřed třívl-
nová vlnovcová pneumatická pružina typu VT225-10, která má
přívod ve spodním uzavíracím víku. Mezi horním příčníkem
a příčníkem rámu je uprostřed uchycená smontovaná hadicová
pneumatická pružina.

Na obr. 16 je stlačovací zařízení znázorněno zjednodušeně schématicky s pneumatickým zařízením pro ovládání. V rámu 1 je zde na společné posuvné vodící tyči 2 uchycena třívlnová vlnovcová pneumatická pružina 3 a hadicová pneumatická pružina 4. Na přívodu hadicové pneumatické pružiny je kontrolní manometr 5. Před přívodem do třívlnové vlnovcové pneumatické pružiny je dvoucestný uzavírací solenoidový ventil 6, kterému je předřazen zpětný ventil 7. Stejný solenoidový ventil je také na výstupu ze zásobníku stlačeného vzduchu 8. Na tomto zásobníku je rovněž kontrolní manometr 5, který má uzavírací kohout 9 pro kontrolu manometru za provozu. Dále je zde kuličkový pojistný ventil 10 a odkalovací ventil 11. Mezi kompresorkem 12, který pohání elektrický motor 13, je zpětný ventil 7. K zásobníku je připojen tlakový spínač 14, který reguluje přetlak stlačeného vzduchu v zásobníku v mezích 450 - 500 kPa tím, že podle potřeby spouští a zastavuje elektrický motor.

Oba solenoidové ventily ovládané ručními spínači jsou spolu s elektrickým motorem připojeny k elektrickému rozvodu 220 V.

Je-li zapnut přívod elektrického proudu, je solenoidový ventil otevřen. Stlačený vzduch proudí z přívodu do vývodu. Když je přívod elektrického proudu vypnut, je solenoidový ventil uzavřen. Je uzavřen přívod stlačeného vzduchu. Vývod ventilu je spojen s volným ovzduším. Při ověřování zkouškách stlačovacího zařízení bylo použito analogicky fungujících dvoucestných kohoutů ručně mechanicky ovládaných.



Obr. 16. Schéma stlačovacího přípravku s pneumatickým ovládacím zařízením:

1 - rám, 2 - vodící tyč, 3 - třívlňová vlnovcová
pneumatická pružina, 4 - hadicová pneumatická pružina,
5 - kontrolní manometr, 6 - dvoucestný uzavírací sole-
noidový ventil, 7 - zpětný ventil, 8 - zásobník stla-
čeného vzduchu, 9 - uzavírací kohout, 10 - pojistný
ventil, 11 - odkalovací ventil, 12 - kompresorek,
13 - elektrický motor, 14 - tlakový spínač

4.3. Postup při stlačování pružiny

Na základě experimentů byl postup při stlačování hadi-
cové pneumatické pružiny optimalizován takto:

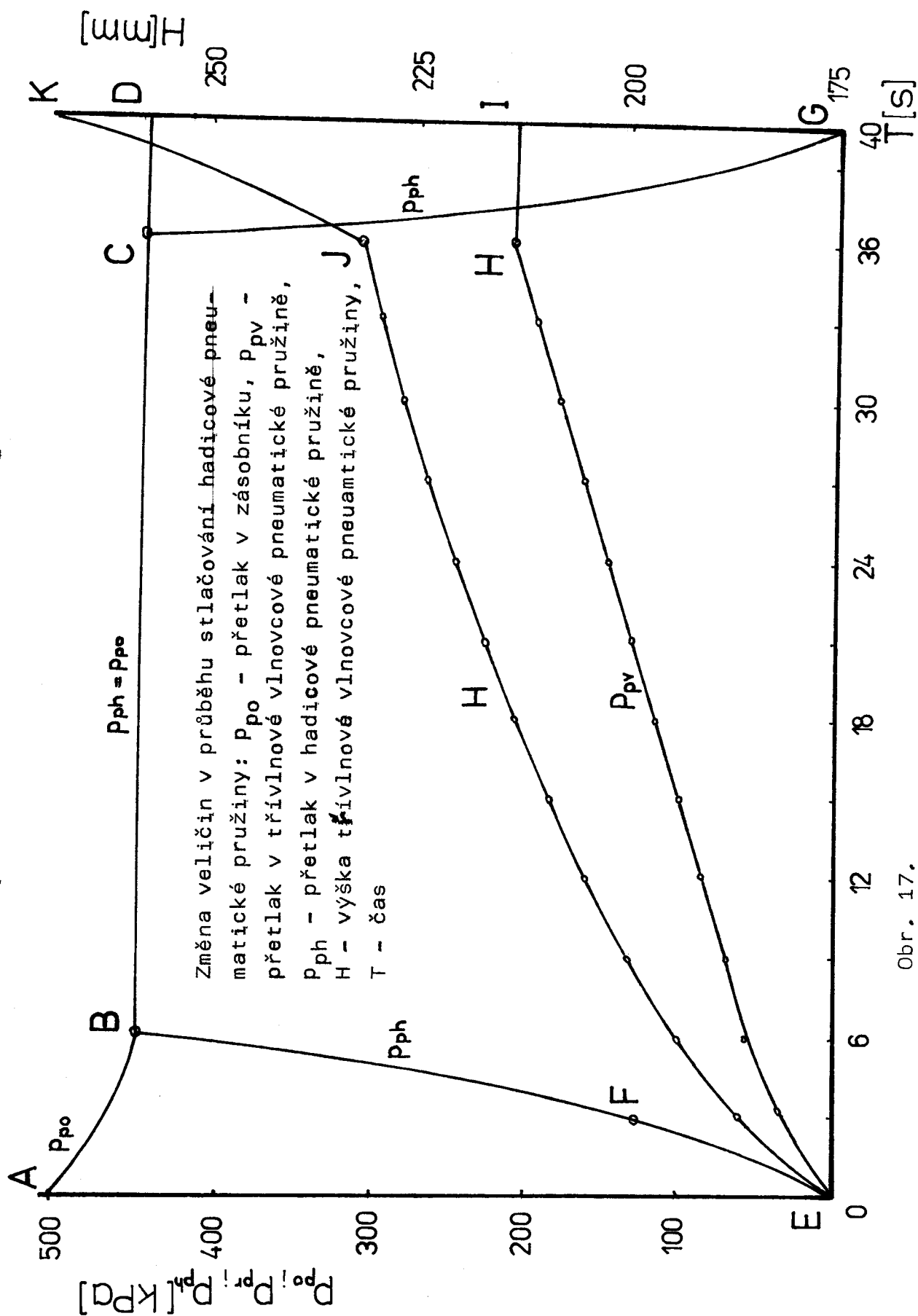
- A) Do přípravku se vloží hadicová pneumatická pružina 4 o
výšce $h = 215$ mm po smontování. Za této situace má tří-
vlňová vlnovcová pružina výšku $H_0 = 173$ mm.
- B) Kompresorkem 12 se naplní zásobník 8 stlačeným vzduchem
o přetlaku 500 kPa.
- C) Otevře se solenoidový ventil 6 na vývodu zásobníku a na
přívodu do třívlňové vlnovcové pružiny. Stlačený vzduch
proudí současně do obou pneumatických pružin. Zhruba za
6 s poklesne tlak v zásobníku na 450 kPa a této hodnoty
dosáhne také tlak v hadicové pneumatické pružině, která
se poněkud zkrátí. Třívlňová vlnovcová pneumatická pru-
žina má relativně mnohem větší obsah a stlačený vzduch
do ní proudí přes zpětný ventil, který průtočný průřez
seškrcuje. Třívlňová vlnovcová pneumatická pružina se
proto plní stlačeným vzduchem mnohem pomaleji. Asi za
36 s zde dosáhne stlačený vzduch tlak 200 kPa. S rostou-
cím tlakem se zvětšuje postupně výška H třívlňové vlnov-
cové pneumatické pružiny a zmenšuje výška h pneumatické
pružiny hadicové. Výška třívlňové vlnovcové pneumatické

pružiny a zmenšuje výška h pneumatické pružiny hadicové. Výška třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny se zvětší na hodnotu $H = 231$ mm. Zvětší se tedy o hodnotu $z=56$ mm. O hodnotu $z=56$ mm se současně zmenší výška hadicové pneumatické pružiny a dosáhne hodnoty $h = 159$ mm. Za této situace se ještě píst nezasouvá dovnitř hadice.

- D) Uzavře se solenoidový ventil 6 na vývodu ze zásobníku 8. Jeho vývodem začne proudit stlačený vzduch z hadicové pneumatické pružiny 4 do volného ovzduší. Stlačený vzduch se z hadicové pneumatické pružiny 4 vypustí během 4s. Během vypouštění hadicové pneumatické pružiny 4 se třívlňová vlnovcová pneumatická pružina 3 začne dále roztahovat a hadicová pneumatická pružina 4 postupně stlačovat až na zvolenou výšku. Při tom se hadice nabaluje na píst.
- E) Stlačená hadicová pneumatická pružina 4 se vyjme z přípravku.
- F) Uzavře se solenoidový ventil 6 v přívodu do třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny 3. Jeho vývodem proudí stlačený vzduch z třívlňové vlnovcové pružiny 3 do volného ovzduší a její výška se znovu zmenší na původní hodnotu.

Změna jednotlivých veličin v průběhu stlačování hadicové pneumatické pružiny v přípravku je patrná z obr. 17.

Měření prováděly celkem 4 osoby. V časových intervalech $\Delta T = 3s$ byly odečítány současně hodnoty následujících veličin: p_{po} - přetlak vzduchu v zásobníku, p_{pv} - přetlak vzduchu v třívlňové vlnovcové pneumatické pružině, p_{ph} - přetlak vzduchu v hadicové pneumatické pružině, H - výška třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny.



Obr. 17.

Poznámky k průběhu, výsledkům a postupu zpracování měření:

- A) Hodnoty přetlaku p_{po} v zásobníku byly měřeny v bodech A, B, C a D. Mezi body A, B byl průběh křivky odhadnut vzhledem k tomu, že průběh není z hlediska funkce zařízení podstatný.
- B) Hodnoty přetlaku vzduchu p_{ph} v hadicové pneumatické pružině byly měřeny v bodech E, F, B, C, G. Průběh křivek mezi body E, F, B a C, G byl rovněž odhadnutý, protože ani zde není podstatný.
- C) Hodnoty přetlaku p_{pv} v třívlňové vlnovcové pneumatické pružině byly měřeny mezi body E, H v časových intervalech $\Delta T = 3s$. Mezi body H, I byl již přetlak prakticky konstantní a měl hodnotu $p_{pv} = 200 \text{ kPa}$.
- D) Hodnoty výšky H třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny byly odečítány v časových intervalech $\Delta T = 3s$ mezi body E, J a v bodě K. Mezi body J, K byl rovněž průběh křivky odhadnut. Z výšky H třívlňové vlnovcové pružiny lze zjistit výšku h hadicové pneumatické pružiny v každém časovém úseku pomocí vztahu

$$h = h_o + H - h_o,$$

kde značí

h - okamžitou výšku hadicové pneumatické pružiny, h_o - výšku, na niž je hadicová pneumatická pružina stlačována (při experimentech byla zvolena $h_o = 133 \text{ mm}$), H - okamžitá výška třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny, H_o - výchozí výška třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny.

Zřejmě platí, že

$$z = H - H_o,$$

kde z je zdvih třívlňové vlnovcové pneumatické pružiny při jejím stlačování.

- E) Výška $h_0 = 133$ mm stlačené hadicové pneumatické pružiny v přípravku je o 13 mm větší než statická výška hadicové pneumatické pružiny $H(0) = 110$ mm. To není podstatné. Tato výška již pro montáž hadicové pneumatické pružiny do mechanismu sedadla vyhovuje. V případě potřeby by bylo možno pomocí horního nebo dolního víka upevňovacího šroubu posunout ve výchozí poloze horní a dolní příčník s náboji směrem dolů a dosáhnout tím většího stlačení hadicové pneumatické pružiny.
- F) Pokus se stlačováním hadicové pneumatické pružiny byl opakován celkem sedmkrát. Pro vynesení do diagramu na obr. 17. byla vypočítána střední hodnota $\bar{x}$ měřené veličiny obecně zde označené x a dále byla vypočítána směrodatná odchylka s . Pro výpočet těchto hodnot platí vztahy:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

kde značí

i - pořadí měření,

n - celkový počet naměřených hodnot,

s - směrodatná odchylka,

$\bar{x}$ - střední hodnotu (aritmetický průměr).

Výsledky měření a výpočtu jsou v tab. 1, 2 a 3. Z výsledků měření je zřejmé, že čas potřebný ke stlačování hadicové pružiny se zkrátil zhruba o 29 min, tj. o 97 %. Odpadla fyzická námaha. K obsluze zařízení stačí 1 osoba. Vzniká tedy úspora 1 pracovníka.

Poznámka:

V práci není uveden pevnostní výpočet stlačovacího za-

řízení, neboť je velmi jednoduchý. Všechny příčnický i podstavec mají charakter prostě podepřeného a kloubově uchyce-
ného nosníku zatíženého uprostřed osamělou silou, která je
ve všech případech stejně veliká, což vyplývá z podmínky
rovnováhy sil vyvozovaných oběma pružinami při stlačování.
Namáhání příčnicků, které jsou relativně velmi tuhé, je velmi
malé. Velmi malé je i tahové namáhání obou vodících tyčí.

4.4. Postup při roztahování pružiny

Stlačovacího přípravku je možno použít také při rozta-
hování hadicové pneumatické pružiny. Přípravek je použitelný
jak v případě pružiny s nepoškozenou hadicí, tak i v případě
pružiny s hadicí poškozenou. V tomto případě není potřebné
pneumatické ovládací zařízení.

Postup při roztahování:

- A) Oba solenoidové ventily zůstanou uzavřeny.
- B) Do přípravku se upevní stlačená hadicová pneumatická
pružina.
- C) Mírným tlakem rukou na horní příčnick se hadicová pneuma-
tická pružina roztáhne až na výrobní délku.

Tab. 1. Hodnoty přetlaku p_{pv} v třívlínové vlnovcové pneumatické pružině
v závislosti na čase T

čas T [s]														
Pokus	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	40
1	0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	130,0	150,0	170,0	200,0	200,0
2	0	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0	100,0	120,0	140,0	150,0	160,0	180,0	200,0	200,0
3	0	40,0	60,0	70,0	80,0	100,0	110,0	120,0	130,0	140,0	160,0	180,0	200,0	200,0
4	0	40,0	60,0	70,0	90,0	110,0	120,0	130,0	140,0	150,0	170,0	190,0	200,0	200,0
5	0	40,0	60,0	70,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	150,0	170,0	190,0	200,0	200,0
6	0	30,0	40,0	60,0	80,0	100,0	120,0	130,0	150,0	160,0	170,0	180,0	200,0	200,0
7	0	20,0	50,0	70,0	90,0	100,0	110,0	140,0	150,0	160,0	170,0	180,0	200,0	200,0
$\overline{p}_{pv}$	0	34,3	51,4	64,3	80,0	95,7	108,6	122,9	135,7	148,6	164,3	181,4	200,0	200,0
S	0	7,9	8,9	7,9	11,5	11,3	10,7	12,5	13,9	10,7	7,9	6,9	0,0	0,0

Tab. 2. Hodnoty přetlaku p_{pn} v hadicové pneumatické pružině v závislosti na čase T

Pokus									
čas $T [s]$	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{p}_{ph}$	S
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	100,0	100,0	120,0	130,0	120,0	130,0	130,0	118,6	13,5
6	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
9	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
12	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
15	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
18	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
21	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
24	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
27	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
30	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
33	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
36	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0
40	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	450,0	0,0

Tab. 3. Hodnoty výšky H třívlínové vlnovcové pneumatické pružiny

čas τ [s]													
Pokus	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	40
1	177	175	192	198	204	212	214	217	219	221	223	225	268,0
2	176	188	191	197	203	212	216	220	224	227	229	232	268,0
3	176,5	184	194	197	202	210	214	220	225	228	231	234	268,0
4	176	187	192	198	203	211	213	216	219	221	224	228	268,0
5	177	188	192	197	203	211	215,5	220	223	226	229	232	268,0
6	176	189	191	197	202	211	215	222	225	229	233	235	268,0
7	176	182	191	197	203	213	216	219	221	224	229	233	268,0
H	176,4	186,1	191,8	197,3	202,8	211,4	214,7	219,1	222,2	225,1	228,2	231,2	268,0
S	6,5	2,5	1,0	0,5	0,7	0,9	1,1	2,0	2,6	3,2	3,5	3,5	0,0

Z Á V Ě R

V souladu se zadáním diplomového úkolu je v předložené práci vyřešen jednoduchý přípravek umožňující montáž i demontáž zadané hadicové pneumatické pružiny. Podrobněji je pojednáno o vlastnostech těchto pružin a teoreticky je zdůvodněna poddajnost hadicového měchu, která je umožněna změnami úhlu sklonu kordu. Tyto změny jsou způsobeny účinkem vnitřního přetlaku vzduchu a osovou deformací pružiny. Je navržen jednoduchý způsob řezání hadice na požadovanou délku.

Dále byl navržen přípravek na stlačování a roztahování hadicové pneumatické pružiny. Je ovládán pneumaticky. Změna veličin v průběhu stlačování je znázorněna v přehledném diagramu, který umožňuje snadno pochopit probíhající děje. Přípravek odstraňuje namáhavou fyzickou práci, umožňuje úsporu 1 pracovní síly a o 97 % zkracuje čas potřebný ke stlačování pružiny.

V souladu se zadáním bylo zařízení řešeno pro potřeby kusové výroby a výroby prototypů. Přípravek ke stlačování hadicových pneumatických pružin by byl použitelný také v sériové výrobě. V tom případě bylo by účelné zjednodušit způsob upínání hadicové pneumatické pružiny příkladně některým ze známých rychlospojovacích prvků.

Literatura

- /1/ KREJČÍŘ, O.: Pneumatická vibroizolace. /Doktorská disertace/. Liberec 1986.-VŠST. Fakulta strojní.
- /2/ Vzduchem odpružené sedadlo Karosa. Automobil, 1979, č. 12, s. 34.
- /3/ Autobrzdy Jablonec n.N., o.p.: Regulační ventil. /Prospekt/.
- /4/ Pat. přihl. ČSSR PV 2997-86. KREJČÍŘ O.: Pneumatická pružina.