

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra KSD

Školní rok: 1992

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro U L M A N Pavel

obor spalovací motory

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Laboratorní model sdružené vstříkovací jednotky

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlíte význam sdružené vstříkovací jednotky pro tvoření směsí v naftovém motoru. Provedete podrobný rozbor činnosti v současnosti používaných vstříkovacích jednotek. Uveďte základní výhody a nedostatky jednotlivých technických řešení.
2. Na základě rozpracovaných konstrukčních řešení na katedře KSD vypracujete technickou dokumentaci a navrhnete výrobní postup jednotlivých spouštěcí.
3. Sestavte výpočtový model SVJ odpovídající konstrukčnímu návrhu a proveďte základní posouzení.
4. Na základě výsledku řešení podle bodu 3 stanovte další postup prací ke zkvalitnění činnosti zařízení.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ostřední náměstí
STUDENTSKÁ 2
461 17 LIBEREC

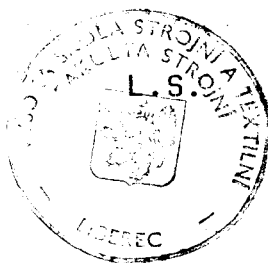
KSD/SPD

V. H. 1992

Rozsah grafických prací: **45 listů**
Rozsah průvodní zprávy: **literatura z oboru**
Seznam odborné literatury: **statě SAA Technical Paper Series**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.**
Konzultant: **Doc. Ing. Stanislav Beroun, CSc.**

Zadání diplomové práce: **31.10.1991**
Termín odevzdání diplomové práce: **29.05.1992**



Stanislav Beroun
Vedoucí katedry

Doc. Ing. Stanislav Beroun, CSc.

12 *Jaroslav Exner*
Děkan

Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

V Liberci

dne **31.10.** 19 **91**

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA STROJU PRUMYSLOVÉ DOPRAVY

OBOR: 23 - 20 - 8

STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO STROJÍRENSKOU VÝROBU

ZAMĚŘENÍ:

STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO PRUMYSLOVOU DOPRAVU

LABORATORNÍ MODEL SDRUŽENÉ
VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKY

KSD - 256

PAVEL ULMAN

Počet stran: 58
Počet příloh: 15
Počet výkresů: 36
MDT 621.431
Květen 1992

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146076536

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

Podpis:

David Mlinar

P o d ě k o v á n í

Děkuji vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Vítězslavu Fliegelovi, CSc. a Doc. Ing. Stanislavu Berounovi, CSc. za cenné rady a připomínky, které mi pomohly pro zpacování této práce.

OBSAH

1/ Úvod	str. 6
2/ Význam sdruž. vstřikovací jednotky	str. 8-13
3/ Sériově vyráběné typy SVJ	str. 14-17
4/ Výpočet zdvihu pístku a rychlosti pístku	str. 18-27
5/ Výpočet parametrů matematického modelu vstřikování	str. 28-33
6/ Výsledné závislosti	str. 34-52
7/ Základní posouzení výpočtového modelu SVJ	str. 54-55
8/ Závěr - zdokonalení výpočt. modelu	str. 56-58
9/ Přílohy - výkresová dokumentace	
- výrobní postupy součástí	
- výpočtový program	

Úvod

V dnešní době velkého rozvoje dopravních prostředků, které jsou zpravidla poháněny spalovacími motory různých typů, přichází stále více do popředí otázka ekologie a minimalizace znečišťování prostředí pro člověka, který by si bez pomoci těchto strojů sotva dokázal představit dnešní život. Vždy je třeba počítat s druhou stránkou věci, která již není tak příjemná, a proto právě ona dnes vede k maximální ekologičnosti nově zaváděných motorů a vyřazování starých konstrukcí novými. Dnešní spalovací motory musí vyhovovat stále přísnějším požadavkům a normám. Na správně předpisy musí výrobci velice pružně reagovat, jinak jejich výrobky nebudou žádané.

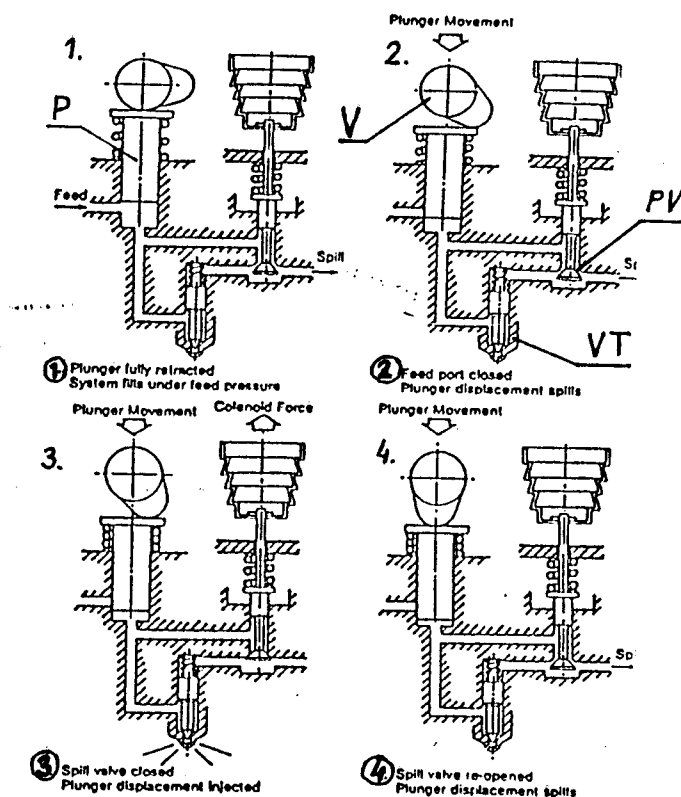
Přejdeme-li konkrétně k naftovým motorům, objevují se nová vstřikovací zařízení naftových motorů, která pomáhají řešit problém stále tvrdších norem. Jedním z cest zlepšení ekologických i ekonomických parametrů je přechod ke sdružené vstřikovací jednotce, používané dnes výhradně s přeplňováním naftových motorů. Sdružená vstřikovací jednotka není ani nijak nový pojem, je známa již řadu let, ale její zavádění nebylo podmíněno normami exhalací motorů. Značně jí také dopomohl velký rozvoj v elektronických systémech řízení. Elektronický systém je dnes nejdokonalejší způsob řízení parametrů vstřikování, vyznačuje se optimalizací i v přechodových režimech motoru, jeho doba reakce je téměř blesková. Bližší číselné údaje, které potvrzují význam sdružené vstřikovací jednotky, uvedu v dalších stránkách textu.

Znázornění funkce sdružené vstřikovací jednotky

Podle obrázku č. 1 ve zkratce popíši základní funkci sdružené vstřikovací jednotky, rozebranou na doby:

- Poloha 1. v této fázi se plní prostor pod pístem, který bude v další fázi stlačován.
- Poloha 2. píst je již v pohybu a právě v okamžiku kdy začíná být vytlačována nafta (přívodní kanálek je již uzavřen hranou pístu) přes přepouštěcí ventilek do přepadu.

Obrázek č. 1



Vysvětlivky: V - vačka
P - výtlačný pístek poháněný vačkou
PV - přepouštěcí ventil ovládaný elektromagnetem
VT - vstříkovací tryska

Poloha 3. ventil se v určitém okamžiku uzavřel a začíná prudce vzrůstat tlak, až dojde k otevření jehly VT a k výstřiku paliva do válce.

Poloha 4. ventil se v určitém okamžiku otevírá, dochází k prudkému poklesu tlaku a ke konci vstřikování. Dále vytlačované palivo pístem uniká otevřeným přepouštěcím ventilem do přepadu.

Význam sdružené vstřikovací jednotky pro naftový spalovací motor

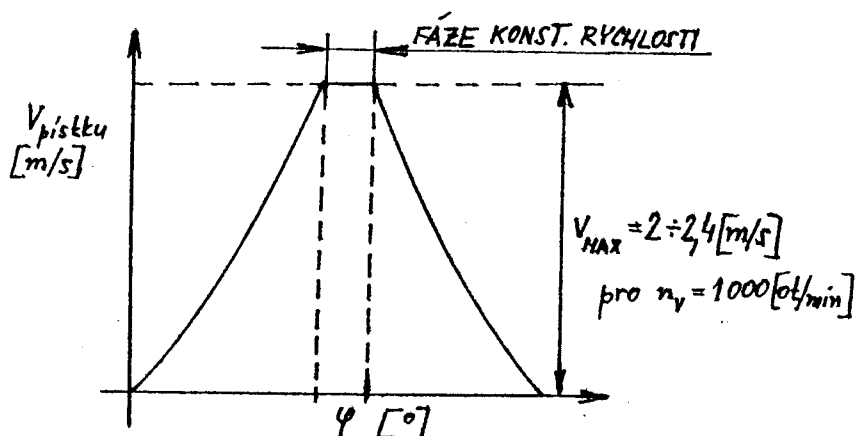
Sdružená vstřikovací jednotka je vlastně spojení vysokotlakého vstřikovacího čerpadla a vstřikovací trysky v jeden kompaktní celek, který je zkonstruován na vysoké vstřikovací tlaky.

Jedním z požadavků nových vstřikovacích systémů je právě vstřikování extrémně vysokými tlaky. Dochází k lepšímu rozprášení paliva (nafty) na drobnější částičky, čímž se zkracuje i doba průtahu vznícení. K dosažení extrémních vstřikovacích tlaků (120 - 150 MPa) jsou potřebné, resp. určují je tyto parametry:

- 1/ dostatečně vysoká rychlost výtlačného pístu (hlavně při počátku dodávky)
- 2/ vysoká tuhost náhonu sdružené vstřikovací jednotky (mechanické části systému)
- 3/ rychlé zavírání přepouštěcího ventilu ovládaného elektromagnetem požadovaná doba přestavení okolo 0,5 ms ; 0,0005 s
- 4/ celkový průřez výstřikových otvorů

ad 1/ průběh rychlosti v závislosti na otočení vačky vypadá u moderních vaček asi takto

Obrázek č. 2



Snaha je aby se doba vstřikování odehrála při maximální rychlosti pístu.

ad 2/ vysoká tuhost náhonu je nezbytnou podmínkou pro dosažení vstřikovacího tlaku.

Použití různých ovladačích způsobů je popsáno na následujících 3 obrázcích.

Obrázek č. 3. ukazuje rozvod OHC přes vahadlo pro použití na motoru s dvěma ventily na válec.

Obrázek č. 4. ukazuje rozvod OHC přes vahadlo pro použití na motoru se čtyřventilovou hlavou válců.

Obrázek č. 5. ukazuje rozvod OHV s tyčkou a vahadlem pro čtyřventilovou hlavu válců.

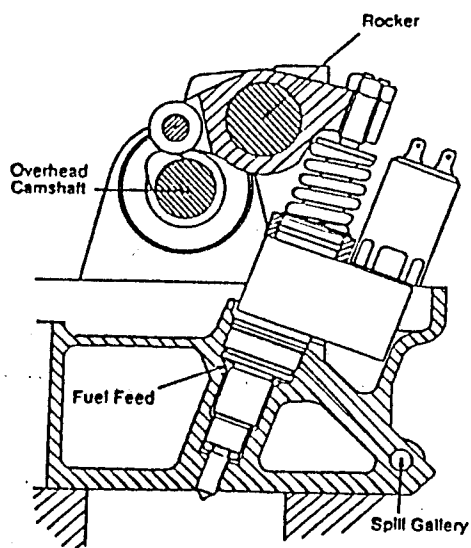
Z hlediska tuhosti je vhodnější rozvod OHC, kde je pružných součástí méně, vahadlo je z kvalitního materiálu a je konstruováno s maximální tuhostí.

Pokud je užíván rozvod OHV, pak dochází ke konstrukcím, kde je vačkový hřídel umístován co nejbliž hlavě válců, aby se zdvihací tyčka co nejvíce zkrátila a docházelo na ní k co nejmenším deformacím. Zpravidla všechny zdvihací prvky kromě vačky jsou umístěny již v hlavě válců. Tyčka je poměrně masívnější než jsme zvyklí u ventilových rozvodů, protože síly jsou značně vyšší.

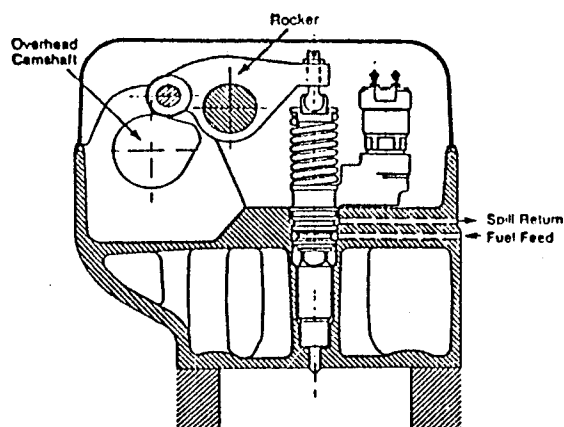
K dosažení lepších parametrů kromě vysokého vstřikovacího tlaku přispívá u sdružené vstřikovací jednotky možnost změny počátku i konce dodávky paliva, tedy možnost změny předstihu v různých režimech motoru.

U klasického vstřikovacího čerpadla není myslitelné dosažení vyšších tlaků, nežli 100 - 120 MPa vlivem velikého stlačování, způsobeného velikým stlačovaným objemem (dlouhé vedení od čerpadla ke vstřikovači, malá tuhost). Dále není taková možnost regulace předstihu v celém provozním rozsahu, momenty pohonu jsou vysoké a velmi časově proměnné (+ -), proto se těžko řeší regulační systém pohonu, který by toto přenesl. Pro srovnání plně elektronický systém je schopen bezpečně splňovat nejprísnější ekologické normy a jeho měrná spotřeba paliva se pohybuje kolem

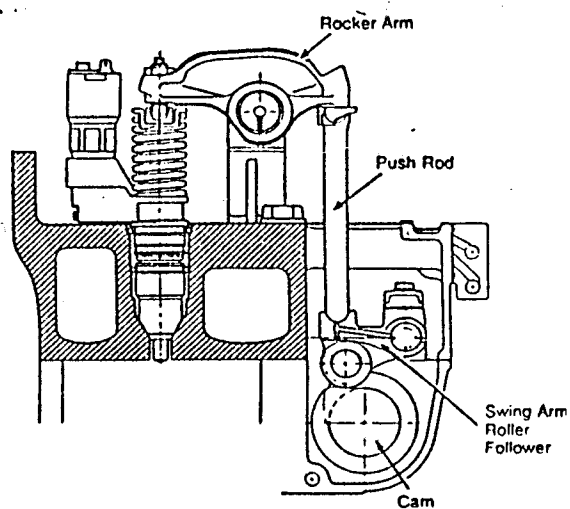
Obrázek č. 3.



Obrázek č. 4.



Obrázek č. 5.



190 g/kWh účinnost je vyšší nežli 40%. Klasické vstřikovací systémy se pohybují se spotřebou kolem 210 g/kWh. Co se týče emisních kritérií, sdružená vstřikovací jednotka snižuje obsahy všech škodlivin.

Škodlivé látky:

- 1/ NOx - oxidy dusíku - vznikají při vysokých tlacích a teplotách reakcí kyslíku a dusíku, mají nepříznivý vliv na člověka
Snížení obsahu NOx - menší předstřík

Vysoké vstřikovací tlaky (120 - 160 HPa) podporují rychlou přípravu směsi dokonalejším rozprášením, zkracuje se průtah vznícení, tj. doba od počátku vstřiku do doby začátku hoření . Vlivem kratšího průtahu vznícení není nutné vstřikovat s tak vysokým předstříkem, jako u klasických vstřikovacích čerpadel.
(10° oprati 25° u čerpadel)

- 2/ obsah CH - nespálené uhlovodíky - příčina nedokonalého spalování - menší obsah vlivem vysokých tlaků pro velkou část vstřikovacího procesu, což vede k dokonalejšímu spalování.

- 3/
obsah CO - není tak nebezpečný u vznětových motorů.

- 4/
kouřivost - představuje ji maximální obsah sazí ve výfukových plynech vzhledem k hmotnostnímu množství výfukových plynů unikajících do ovzduší.

Pevné částice, mezi které jsou zahrnovány i kapalně částice, jsou považovány za velmi nebezpečné, protože na sebe váží různé škodlivé plyny. Obsah jemných částic souvisí jednak s dokonalostí spalování a jednak se spotřebou mazacích olejů. Používají se proto různé těsnicí kroužky na vodítkách ventilů, samozřejmě

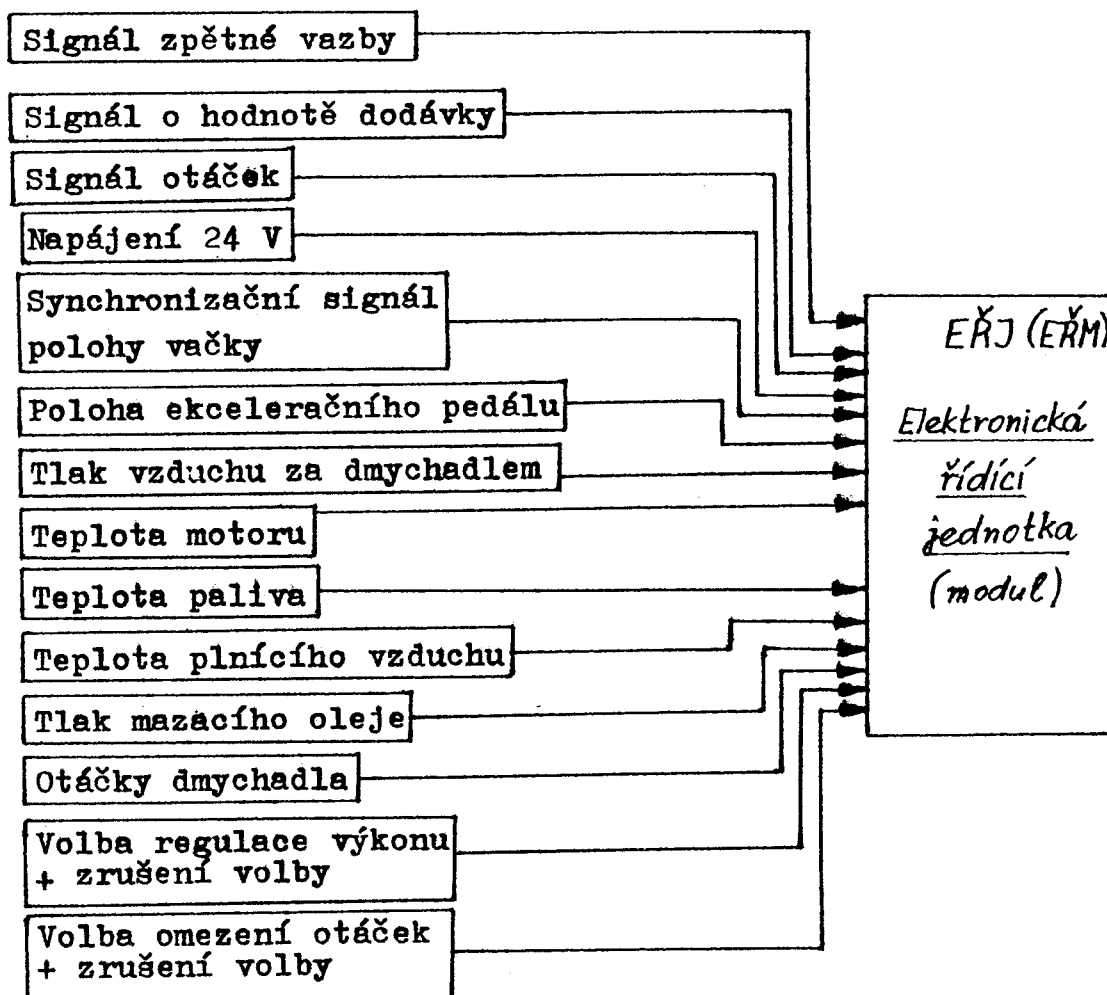
spotřeba oleje je dána kvalitními pístními kroužky, zejména stěracími.

Použití sdružené vstřikovací jednotky s elektronickým ovládáním snižuje na minimum míru kouření naftového motoru, zejména při malých otáčkách a sešlápnutém plynovém pedálu elektronika dodává optimální dávku, totéž platí i v celém rozsahu práce motoru. Nedochází ke kouření jako u klasických čerpadel v nízkých ani vysokých otáčkách. Pomáhá i při studeném běhu motoru, snižuje tzv. studený kouř naftového motoru. Další výhodou je udržování konstantních otáček motoru i při zapnutí různých spotřebičů.

Řídicí systém sdružené vstřikovací jednotky

Hlavní a rozhodující částí řídicího systému je elektronická řídicí jednotka (modul), která dává elektromagnetickému ventilu signály k jeho zavírání a otvírání vždy v určité době vzhledem ke snímaným parametrům, které jsou neustále vyhodnocovány pomocí určitého optimalizačního postupu, který je naprogramován v elektronické řídicí jednotce.

Obrázek č. 6. - blokové schéma elektronického řídicího systému



Současná řešení sdružených vstříkovacích jednotek, která jsou sériově vyráběna

V současné době existuje celá řada systémů sdružených vstříkovacích jednotek, ale do stádia seriové výroby se dostala pouze následující provedení.

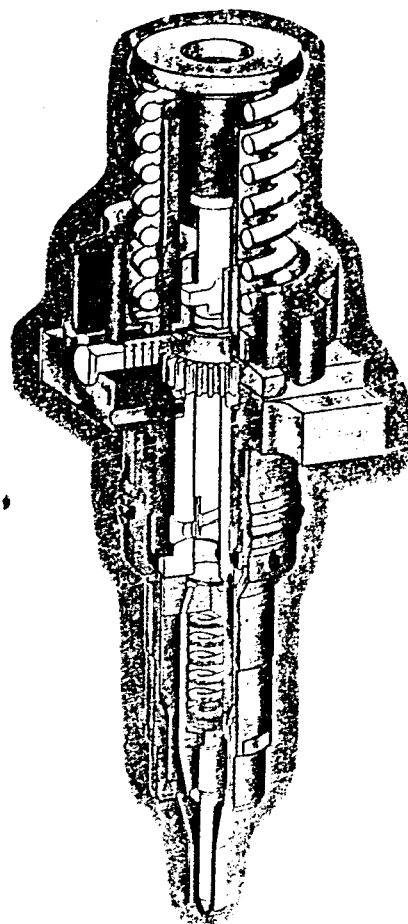
- 1/ Provedení GMC s dvěma alternativními koncepcemi:
 - a) regulace dodávky s regulační hranou pístu
 - b) regulace dodávky solenoidovým ventilem při výtlaku
- 2/ Provedení LUCAS - regulace dodávky solenoidovým ventilem při výtlaku
- 3/ Provedení STEYER - PUCH - regulace dodávky regulační hranou pístu
- 4/ Provedení DETROIT - provedení regulace dodávky solenoidovým ventilem při výtlaku

ad 1/ jsou možné 2 principy ovládání velikosti dodávky, a to buďto regulační hranou pístu, podobně jako u vstříkovacího čerpadla, pouze odpadá část vedení (trubičky), nebo elektronicky ovládaným přepouštěcím ventilem.

První způsob: Obr. 7:

Nevýhody - není splněna optimalizace při všech režimech práce motoru- nutnost seřizování - mechanická závislost - vliv opotřebení na počátek dodávky

Výhody - odpadá elektronické řízení, problémy s elektromagnetem, problémy utěsnění.
Finančně méně náročné

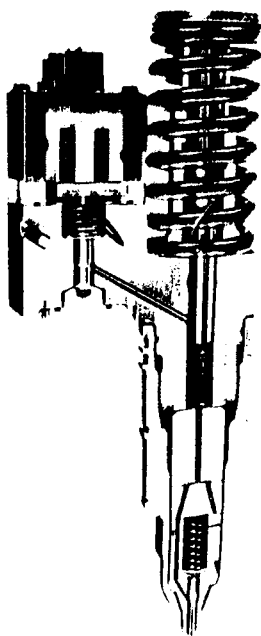


Druhý způsob - elektronická regulace

Výhody - není nutné seřizování
nemění se parametry při opotřebení
optimální dávka ve všech pracovních
režimech motoru

Nevýhody - finančně náročné
složitost systému
- řešení elektromagnetu
- netěsnění

Na obrázku č. 8 je řez elektronicky regulované vstříkovací jednotky



Dále na obrázku č. 9 je znázorněn motor Detroit s touto sdruženou vstříkovací jednotkou

Na obrázku č 10. je elektronická řídicí jednotka příslušející tomuto motoru

The DETROIT DIESEL Series 60 world class design:

Viewed from any angle, the Series 60 diesel has all the makings of a world class engine.

High Efficiency

Turbocharger — uses a pulsed-recovery exhaust manifold that provides increased heat flow contributing to fuel efficiency.

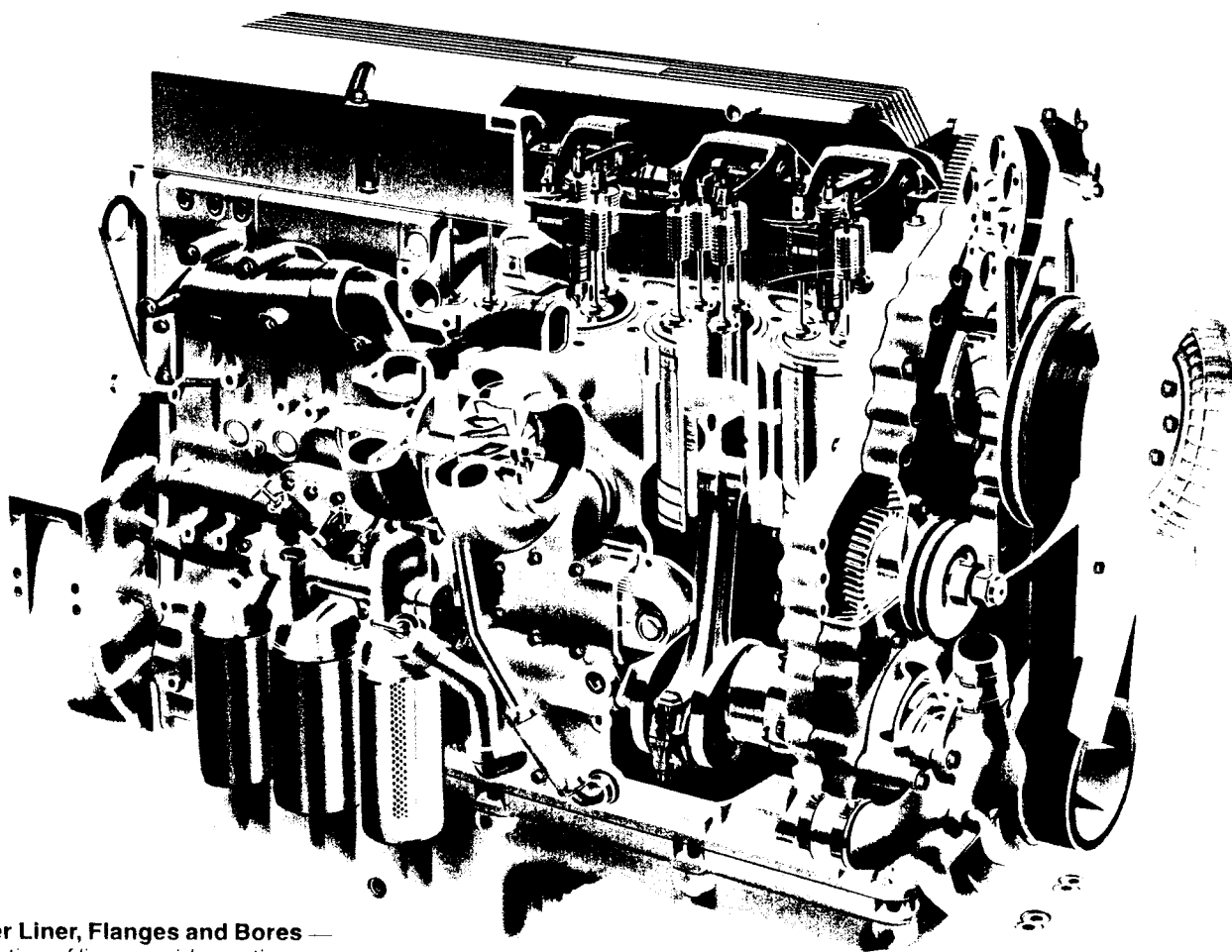
Parallel Ports — This unique configuration allows for very short intake and exhaust ports for efficient air flow, low pumping losses and reduced heat transfer.

Iron Crosshead Pistons

— They allow the top ring to be placed much closer to the top of the piston. This reduces the dead volume above the top ring and improves fuel economy.

Gasket Eliminator

— reduces engine service time since it is not necessary to get a separate gasket to complete a repair.



Cylinder Liner, Flanges and Bores

— Spin casting of liner provides optimum strength and graphite structure for long life. Plateau honing minimizes piston ring break-in and allows quicker ring seal. Flanges at the liner upper ends seat in counterbores in the block deck and project slightly above it to compress the head gasket for a good seal. Cylinder bores feature replaceable, wet-type cylinder liners.

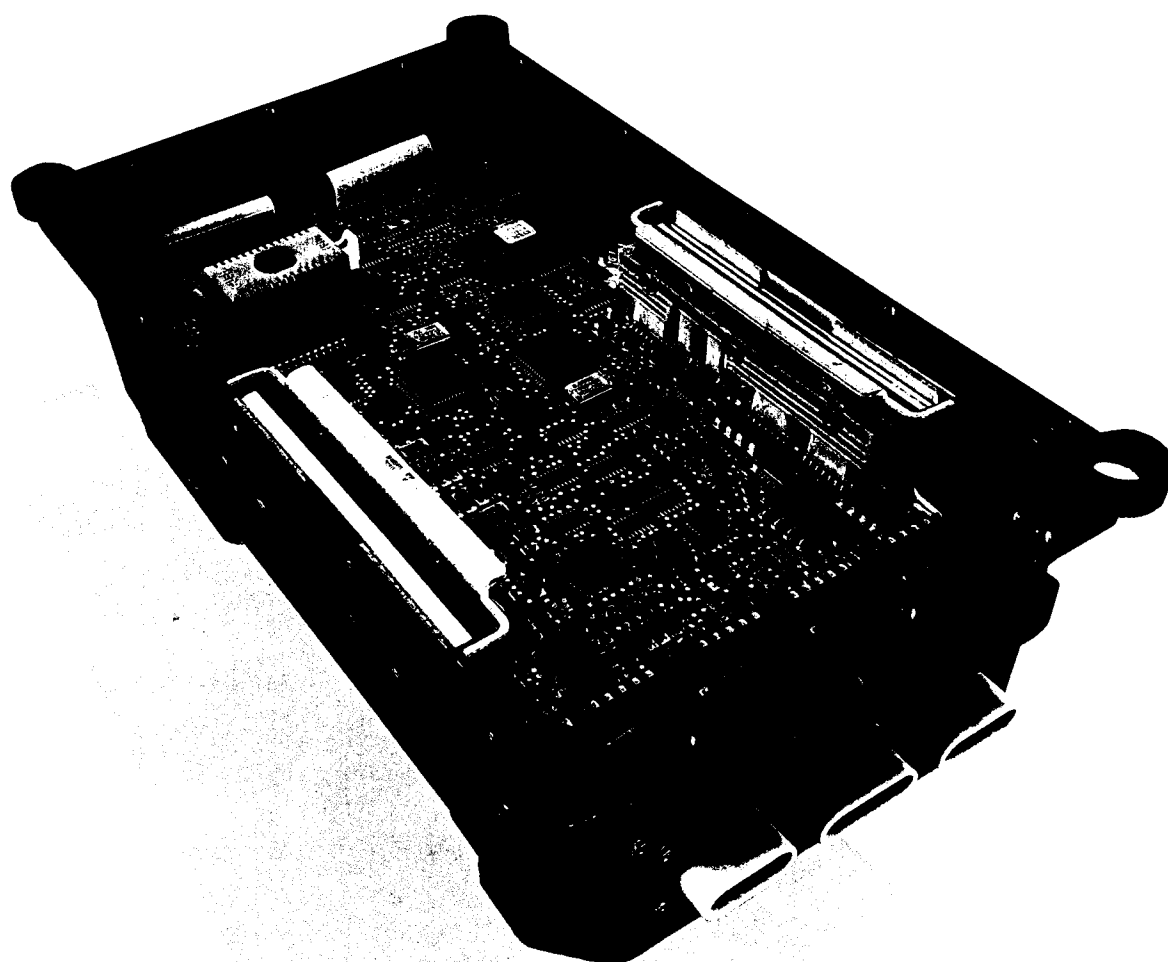
Isolators — reduce engine noise.

Crankshaft, Main and Rod Bearings

Crankshaft is forged induction hardened steel for high strength, and features computer positioned oil passages to promote a thick oil film in the highest loaded sections. Large main and rod bearings increase bearing life and tolerance to wear.

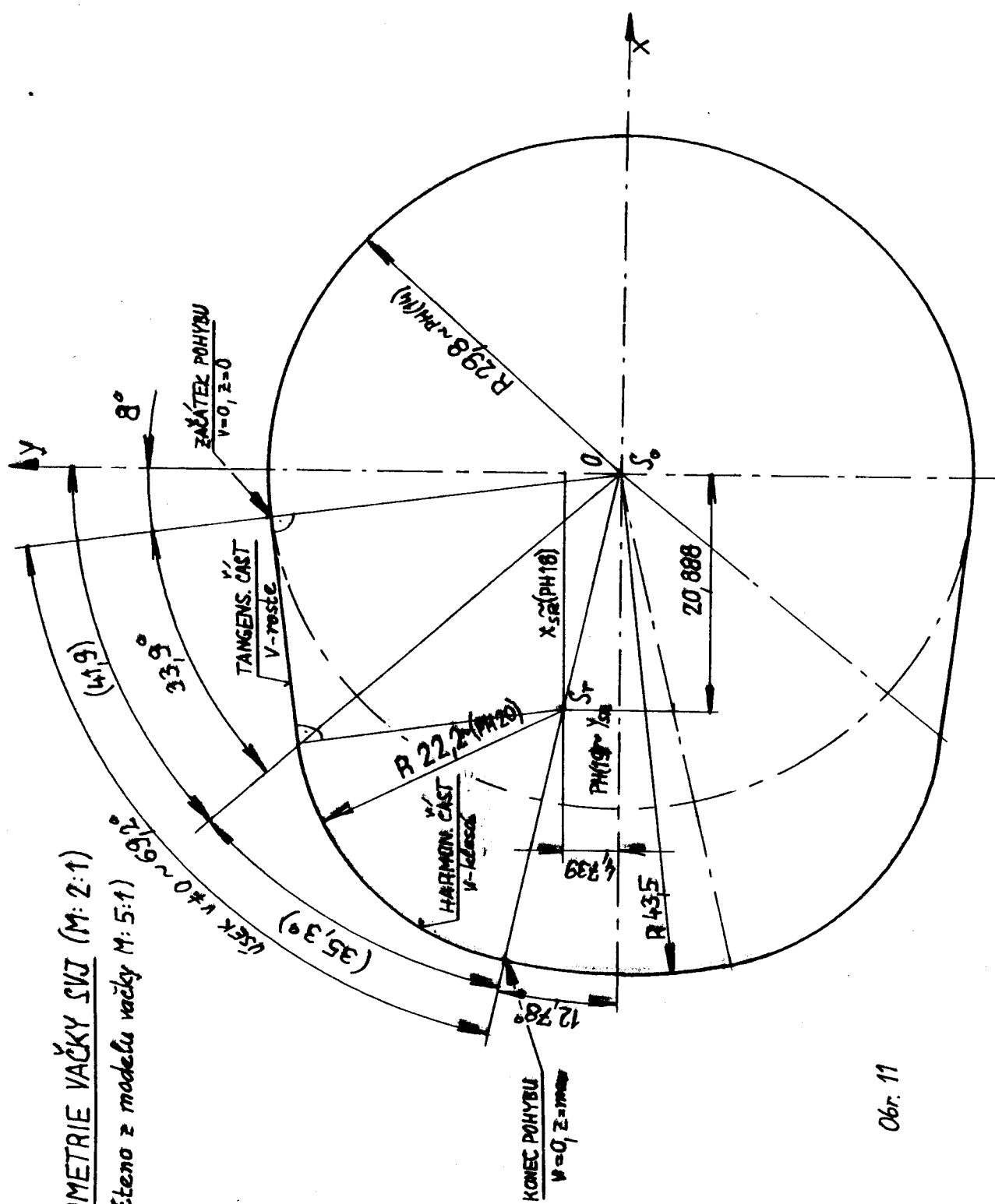
DETROIT DIESEL

Electronic Controls for Construction and Industrial Power



Obrázek č. 10

Výpočtový_model_sdružené_vstřikovací_jednotky



Obr. 11

Počáteční podmínky pro $\varphi=0^\circ$ (kladka na zákl. poloměru)

Geometrické závislosti podle obr. č. 12 jsou:

$$u_1 = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

$$\cos g = \frac{(r_v + r_k)^2 + R_1^2 - u_1^2}{2(r_v + r_k) \cdot R_1} \quad - \text{kosinová věta z trojúhelníku}$$

středu otáčení Sv Sč Sk

$$\Rightarrow g = \arccos \frac{(r_v + r_k)^2 + R_1^2 - u_1^2}{2(r_v + r_k) \cdot R_1} \quad (2)$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{y}{x} \quad (3)$$

$$\alpha_2 = \arcsin \left(R_1 \frac{\sin g}{u_1} \right) \quad (4)$$

-sinová věta z trojúhel. středů
otáčení Sv Sč Sk

Z toho vyplývá $\omega_0 = \alpha_1 + \alpha_2 - 90^\circ$ (5)

Počáteční souřadnice středu kladky jsou:

$$e_o = (r_v + r_k) \cdot \sin \omega_0 \quad (6) \quad y_o = (r_v + r_k) \cdot \cos \omega_0 \quad (7)$$

Dále pro řešení druhého úseku na vačce potřebujeme zjistit

výchozí úhel γ_o

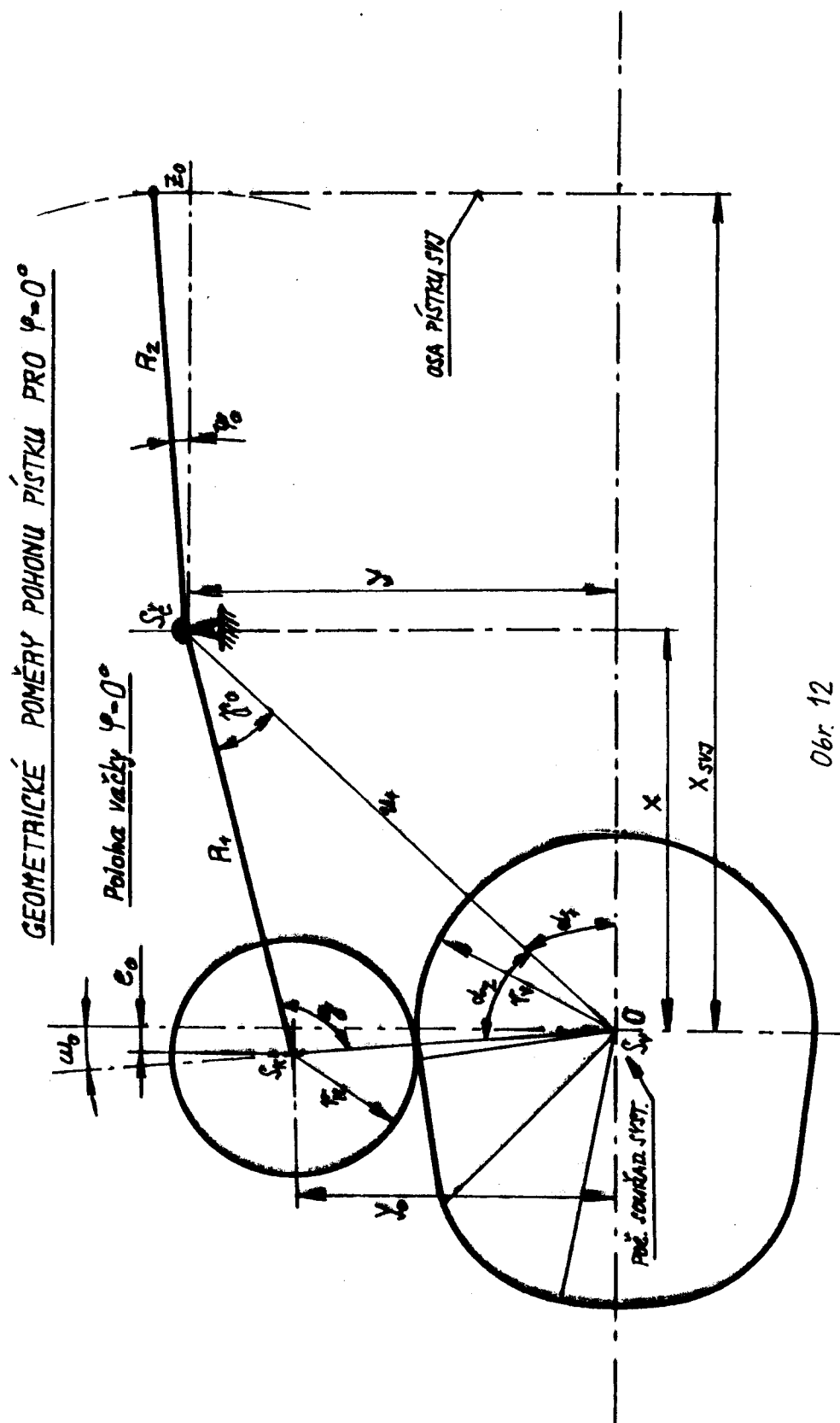
$$\gamma_o = \arccos \frac{R_1^2 + u_1^2 - (r_v + r_k)^2}{2 \cdot R_1 \cdot u_1} \quad (8) - \text{z cosinové věty trojúhel-}$$

níku Sv Sč Sk

Dále pro zjištění závislosti zdvih pístu Z na úhlu pootočení φ potřebujeme Z_o výchozí a výchozí úhel ramena R_2 , ψ_o

$$Z_o = \sqrt{R_2^2 - (x_{svj} - x)^2} \quad (9)$$

$$\psi_o = \arctg \frac{Z_o}{x_{svj} - x} \quad (10)$$



Přechodové vztahy pro zjištění $\varphi_{1,2}$ respektive β_2

(úhel přechodu)

Platí podle obr. č. 13 tyto vztahy

strana $k = \frac{r_v}{\cos 33,9^\circ} \quad (10.1)$

strana $a = \sqrt{k^2 + r_k^2 - 2k \cdot r_k \cdot \cos[90^\circ + (90^\circ - 33,9^\circ)]}$ - cosinová věta $\Delta ak r_k$ (10.2)

úhel $\tau = \arccos \frac{a^2 + k^2 - r_k^2}{2 \cdot a \cdot k} \quad (10.3)$ - cosinová věta $\Delta ak r_k$

úhel $\varphi_{1,2} = \arccos \frac{R_1^2 + u_1^2 - a^2}{2 \cdot R_1 \cdot u_1} \quad (10.4)$

úhel $\delta = \arctg \frac{x}{y} \quad (10.5)$

úhlopříčka $u_2 = \sqrt{R_1^2 + y^2 - 2 \cdot R_1 \cdot y \cdot \cos(\varphi_{1,2} + \delta)}$ - cosinová věta $\Delta u_2 R_1 y$ (10.6)

úhel $\omega_{1,2} = \omega_x - 90^\circ$, kde (10.7)

$\cos \omega_x = \frac{a^2 + x^2 - u_2^2}{2 a x} \Rightarrow \omega_x$ - cosinová věta (10.8)

zjištěný úhel přechodu $\varphi_{1,2} = \beta_2 = 8^\circ + (\alpha - \omega_{1,2})$; $\alpha = 33,9^\circ - \tau$ (10.9)

Po dosazení těchto vztahů lze zjistit úhel $\varphi_{1,2}$ resp. β_2 :
Číselné hodnoty:

$$k = 35,903\,08 \text{ mm}$$

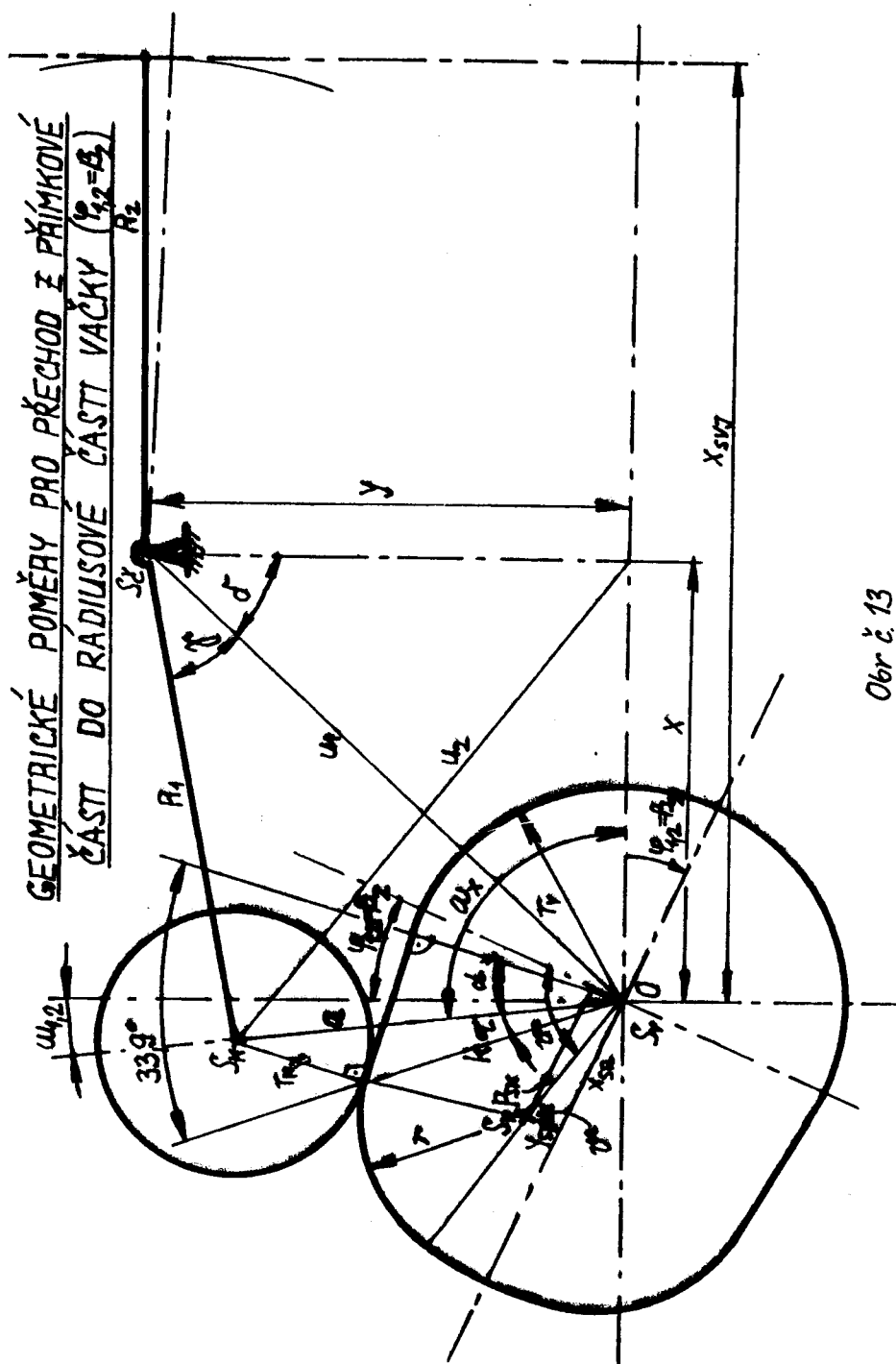
$$a = 52,748\,75 \text{ mm}$$

$$\varphi_{1,2} = 34,317\,549 \text{ mm}$$

$$u_2 = 87,177\,62 \text{ mm}$$

$$\omega_{1,2} = 5,19 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \boxed{\varphi_{1,2} = \beta_2 = 25,120\,47^\circ}$$



Obr. č. 13

Řešení na úseku rostoucí rychlosti s přímkovým profilem vačky

Platí zde podm. $\varphi \geq 8^\circ - \omega_0$ a zároveň $\varphi < \varphi_{1,2}$ resp. β_2 , kde $\varphi_{1,2}$ resp. β_2 je úhel přechodu na II. část vačky

Podle obr. č. 14 platí tyto vztahy v závislosti na úhlu otočení φ :

úhel $\omega_\varphi = \arctg \frac{e_\varphi}{y_\varphi} \quad (11)$

úhel $\alpha_\varphi = \varphi - 8^\circ + \omega_\varphi \quad (12)$

souřadnice $y_\varphi = \left(\frac{r_v}{\cos \alpha_\varphi} - \frac{r_k}{\cos \alpha_\varphi} \right) \cdot \cos \omega_\varphi$ - spojnice S_v a S_k z podobnosti pravoúhl. trojúhelníků s úhlem ω_φ (13)

souřadnice $e_\varphi = \sqrt{R_1^2 - (y - y_\varphi)^2} - x$ (14)

p řírustek ve směru Y : $y = y_\varphi - y_0$, kde y_0 je poloha pro $\varphi = 0^\circ$

okamžitý zdvih v závislosti na φ :

$$z = y \frac{x + e_\varphi}{x_{svj} - x} \quad (15)$$

Řešení na úseku klesající rychlosti s rádiusovým profilem vačky

Platí podmínka: $\varphi \geq \varphi_{1,2}$ resp. β_2

Podle obrázku č. 15 platí tyto vztahy pro fázi přechodu:

$$x_{SR \text{ skut. } \varphi} = p_{SK} \cdot \cos (90^\circ + \varphi - \omega) \quad (16)$$

$$\text{kde } p_{SK} = \sqrt{x_{SR}^2 + y_{SR}^2} \quad (17)$$

$$Y_{SRskut\varphi} = p_{SK} \cdot \sin (90^\circ + \varphi - \nu) \quad (18)$$

$$\text{kde } \nu = \arctg \frac{X_{SR}}{Y_{SR}} \quad (19)$$

$$b_\varphi = \sqrt{(x + X_{SRskut\varphi})^2 + (y - Y_{SRskut\varphi})^2} \quad (20)$$

$$\lambda_\varphi = \arctg \frac{x + X_{SRskut\varphi}}{y - Y_{SRskut\varphi}} \quad (21)$$

$$\beta_{1\varphi} = \lambda_\varphi - \delta \quad ; \quad \text{kde } \delta = \arctg \frac{x}{y} \quad (22)$$

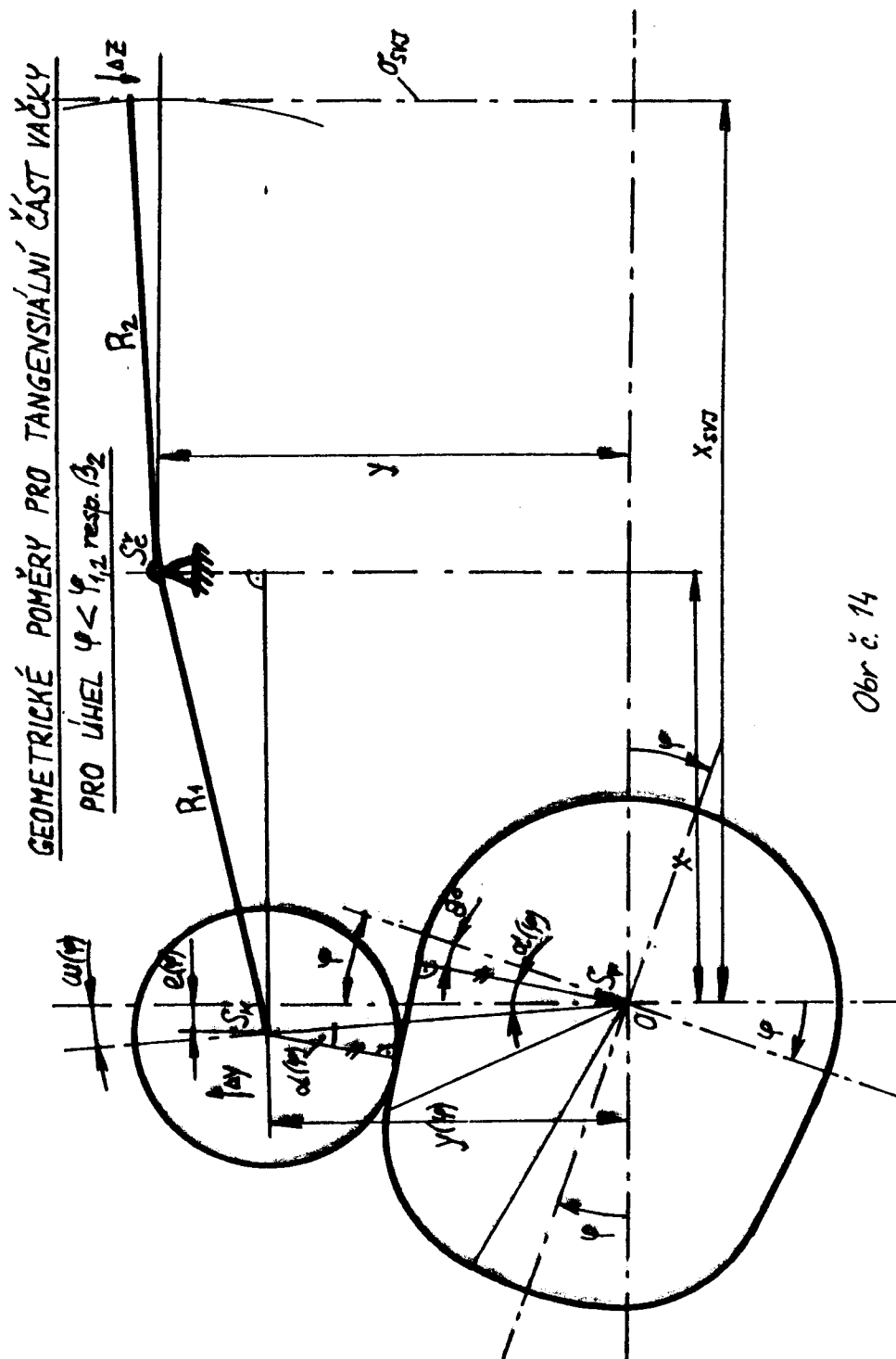
$$\beta_{2\varphi} = \arccos \frac{b_\varphi^2 + R_1^2 + (r + r_k)^2}{2 \cdot b_\varphi \cdot R_1} \quad (23)$$

$$\beta_\varphi = \beta_{1\varphi} + \beta_{2\varphi} \quad (24)$$

Dále pro zdvih platí:

$$Z = Z_0 - R_2 \cdot \sin (\psi_0 - \underbrace{\beta_\varphi}_{\Delta\beta}) \quad (25)$$

kde $(\psi_0 - \Delta\beta)$ je - li kladná hodnota, rameno je nad vodorovnou čarou, hodnota $\sin$ je kladná a dochází k odčítání od Z_0 a opačně, je - li $(\psi_0 - \Delta\beta)$ záporná hodnota, rameno je pod vodorovnou čarou a hodnota $\sin$ se přičítá k Z_0 .



Obr. č. 14

Postup výpočtů parametrů matematického modelu vstřikování

Pro výpočet je nutné zavést několik parametrů; především objem na jeden krok výpočtu, na jeden krok zdvihu

$$V_1 = dz \cdot \frac{\pi D_p^2}{4} \quad [m^3/krok] \quad (26)$$

úbytek objemu z klidového stavu pístu ($\varphi=0^\circ$)

$$V_{G_n} = V_{G_{n-1}} + V_1 \quad [m^3] \quad (27)$$

objem celkového prostoru pod pístem je roven V_p $[m^3]$
a platí rovnice

$$V_p = V_k - V_{G_n} + z_p \cdot \frac{\pi D_p^2}{4} \quad [m^3] \quad (28)$$

kde V_k - objem kanálků a prostoru jehly

(daný hodnotou konstantní = $1370,52 \text{ mm}^3 = 1370 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$)

$$\begin{aligned} z_p \cdot \frac{\pi D_p^2}{4} & - \text{objem válcové části, je konstantní; s úhlem} \\ & \text{pootočení } \varphi [^\circ] \text{ se mění } V_{G_n}, \text{ který je odečítán.} \\ (29) & - z_p - \text{zdvih pístku max.} \end{aligned}$$

I. úsek výpočtu

je úsek, který začíná od začátku pohybu pístu do doby otevření jehly, nebo zavření ventilu, nebo je-li tlak ve vstřikovači menší nebo roven tlaku ve válci

($S_v > 0$ a zároveň $p \leq p$ válce a zároveň j (zdvih jehly) = 0)

způsob výpočtů spočívá v tom, že vytlačený objem nafty V_1 pístem (vždy objemy na jeden krok) se dělí na objem prošlý ventilem V_v a objem který se stlačí vlivem ε , V_ε .

$$\text{základní vztah:} \quad V_v = V_1 - V_\varepsilon \quad [m^3/krok] \quad (30)$$

$$\text{z rovnice průtoku na ventilu:} \quad V_v = \mu_v \cdot S_v \sqrt{\frac{2}{\rho_N} (p - p_0)} \cdot \Delta t_{krok} \quad (31)$$

kde μ_V - souč. průtoku na ventilu $[1]$
 S_V - průtočná plocha ventilu $[m^2]$
 ρ_N - hustota nafty $[kg/m^3]$
 p - tlak ve vstřikovači $[Pa]$
 p_o - podávací (plnicí) tlak dopravního čerpadla $[Pa]$
 Δt_{krok} - je čas 1 kroku $[s]$

vyjádřený tlak:

$$p = \frac{V_V^2 \cdot \rho_N}{2 \cdot \mu_V^2 \cdot S_V^2 \cdot \Delta t_{krok}^2} + p_o \quad [Pa] \quad (32)$$

změna tlaku na krok: $\Delta p = p - p_{př.} \quad [Pa] \quad (33)$

dále vyjádříme $V_E = V_p \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon}$

kde ε - modul stlačitelnosti nafty

$\varepsilon = \text{konst.} = 1,7 \cdot 10^{-9} \quad [Pa]$

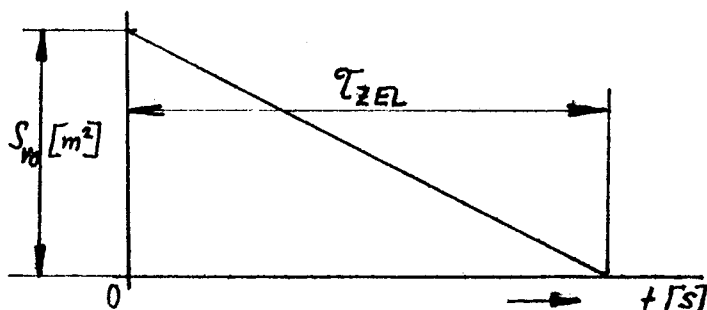
V_p = celkový stlačovaný objem

dále skutečný V_V na jeden krok $V_V = V_i - V_E \quad [m^3/krok] \quad (30)$

postup je tedy takový $Q \rightarrow \Delta p \rightarrow V_E \rightarrow V_V$

Dále se I. úseku výpočtu týká ZAVÍRÁNÍ VENTILU (elektromagnetu)
 (podmínka $S_V > 0$)

Ve výpočtu uvažují přímkový průběh S_V v závislosti na čase



Vyjádřená rovnice přímky bude podle obrázku

$$S_V = S_{V0} - \frac{S_{V0}}{\tau_{ZEL}} \cdot \Delta t_{krok} \quad [m^2] \quad \tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms} = 0,0005 \text{ s} \quad (34)$$

Třetí podmínka pro I. úsek je $\dot{j}$ (zdvih jehly) = 0
Proto musíme zdvih ošetřit

Síla pružiny : $F_p = F_{p0} + k_p \cdot j$ [N] kde F_{p0} - je síla předpětí [N]
(35)

$$F_{p0} = S_{zj} \cdot p_{otv}, \text{ kde } S_{zj} - \text{je plocha zdvihací jehly (36)}$$

p_{otv} - je otvírací tlak

zdvihací plocha jehly je dána plochou mezikruží

$$S_{zj} = 14,72 \text{ mm}^2 = 14,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

dále je dána : k_p - tuhost pružiny [N/m]

F_t - tlaková síla od tlaku nafty ve vstřikovači,
která působí proti síle pružiny

$$F_t = p \cdot S_{zj} \quad (37)$$

Podmínka pohybu jehly : $F_t > F_{p0}$

z Newtonova zákona platí : $a_{jov} = \frac{F_t - F_p}{m_{jehly}} \quad [\text{m s}^{-2}] \quad (38)$

při začátku zvedání jehly dojde k přechodu na 2. úsek výpočtu

Způsob výpočtu I. úseku je vhodný pouze pro menší tlaky,
v tomto případě je přechod na II. úsek dán hranicí 3 MPa,
což představuje tlak ve válci. Pro velké tlaky je v tomto
výpočtu $V_\xi > V_i$, soustava se rozkmitává, tlak roste do extrémů.

II. úsek výpočtu

Je dán podmínkami: $S_V = 0$ nebo $p > p_{VÁLCE}$ nebo $j = 0$

způsob výpočtu na II. úseku je opačný

$$\begin{aligned} \text{získáme objem} \quad V_E = V_i - V \text{ odtékající} \quad [m^3/krok] \quad (39) \\ V \text{ odtékající} = V_T + V_V \quad - \text{ odtok tryskou a ventilem} \\ [m^3/krok] \end{aligned}$$

$$\text{zpětně} \quad \Delta p = V_E \cdot \frac{\varepsilon}{V_p} \quad [Pa] \quad V_p - \text{ stlačovaný objem } [m^3] \quad (40)$$

$$p = p + \Delta p \quad \text{přírůstek tlaku na jeden} \\ \text{krok}$$

Postup pro II. úsek je tedy opačný: $V_E \rightarrow \Delta p \rightarrow Q$

$$\begin{aligned} V_T = \mu_T S_T \sqrt{\frac{2}{\rho_N} (p - p_{VÁLCE})} \cdot \Delta t_{krok} \quad - \text{ prošlý objem tryskou za 1 krok} \\ [m^3/krok] \quad (41) \end{aligned}$$

kde μ_T - součinitel průtoku na trysce $[1]$
 S_T - průtočná plocha trysky $[m^2]$
 - je dána závislostí na zdvihu j $[m]$

$$\text{Platí vztah:} \quad S_T = \pi \cdot j (\phi dj - 0,5 \cdot j \cdot \sin \alpha) \sin \frac{\alpha}{2} \quad [m^2] \quad (42)$$

α úhel sedla jehly
 $\alpha = 60^\circ$
 $\phi dj = 1,5 \text{ mm}$

Dále pro II. úsek výpočtu jsou nutné tyto vztahy:

$$\text{Jestliže } V_x < V_{x0}, \text{ kde } V_x = V_{x_{pr}} + V_T \quad (\text{ celkový průtok tryskou od} \\ [m^3] \quad (43) \quad \text{ počátku vstřikování }),$$

V_{x0} - je daná dávka $[m^3/10BĚH]$, při které se začíná otvírat
 přepouštěcí ventilek, dávka skutečná je větší vlivem
 setrvačnosti jehly a vlivem doby otvírání elmg. ventilku.

Rovnice pro otvírání jehly: jestliže $V_x < V_{x0}$

$$F_p = F_{p0} + k_p \cdot j \quad [N] \quad (35) \quad F_t = p \cdot S_{zj} \quad [N] \quad (37)$$

jestliže $F_t > F_{p0}$ potom dochází k pohybu jehly

z Newtonova zákona platí:

$$a_{j\text{otv}} = \frac{F_t - F_p}{m_{\text{jehly}}} \quad [m/s^2] \quad (38)$$

m jehly - hmotnost jehly vstříkovací trysky

Výpočet hmotnosti

Podle výkresu jehly podle označených částí číslicemi 1 - 9 platí:

část 1 - válec ϕ 3 - 6,4 mm	$V_1 = 45,24 \text{ mm}^3$
část 2 - válec ϕ 4,92 - 6,4 mm	$V_2 = 121,67 \text{ mm}^3$
část 3 - válec ϕ 5 - 16,8 mm	$V_3 = 329,86 \text{ mm}^3$
část 4 - Komolý kužel ϕ 4, ϕ 5, $v = 1$ mm	$V_4 = 15,96 \text{ mm}^3$
část 5 - válec ϕ 4,15 - 3,5 mm	$V_5 = 47,34 \text{ mm}^3$
část 6 - válec ϕ 4,3 - 21 mm	$V_6 = 304,96 \text{ mm}^3$
část 7 - komolý kužel ϕ 2,5, ϕ 4,3, $v = 1,5$ mm	$V_7 = 13,936 \text{ mm}^3$
část 8 - válec ϕ 2,5 - 0,8	$V_8 = 3,92 \text{ mm}^3$
část 9 - kužel ϕ 2,5, $v = 1,8$ mm	$V_9 = 2,945 \text{ mm}^3$

$$\text{Objem } V \text{ jehly} = 885,83 \text{ mm}^3 = 0,88583 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow m_{\text{jehly}} = 6,909 \text{ g} = 6,909 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{zdvih jehly na krok } \Delta j = \frac{1}{2} a_{j\text{otv}} \cdot \Delta t_{\text{krok}}^2 \quad (\text{dráha při konst. zrychlení } a) \quad (44)$$

dále pro otvírání jehly platí, že dosáhne-li $j = 0,3 \text{ mm} = 0,0003 \text{ m}$, potom je dále konstantní ($0,0003 \text{ m}$)

Jestliže $V_x > V_{x0}$ potom bude docházet k zavírání jehly vstříkovače, vlivem prudkého poklesu tlaku. (vlivem otvírání ventilku).

$$\text{Opět} \quad F_p = F_{p0} + k_p \cdot j \quad [N]$$

$$F_t = S_{zj} \cdot p \quad [N]$$

jestliže $F_t < F_{pmax} (j=0,3 \text{ mm})$ $F_{pmax} = F_{p0} + j \cdot k_p \text{ [N]}$

potom nastane zpětný pohyb jehly se zrychlením

$$a_{jZAV} = \frac{F_p - F_t}{m_{jehly}} \text{ [m/s}^2\text{]} \quad (45)$$

opět změna zdvihu na jeden krok $\Delta j \text{ [m]}$

$$\Delta j = \frac{1}{2} a_{jZAV} \cdot \Delta t_{krok}^2 \text{ [m]} \quad (46)$$

$$j = j - \Delta j$$

jestliže $j \leq 0$, potom j (zůstává zavřená) = 0.

Dále je nutné definovat průběh otevírání přepouštěcího ventilku, podobně jako při zavírání bude průběh lineární

průtočná plocha $S_v = \frac{S_{v0}}{\tau_{0EL}} \cdot \Delta t_{krok} \text{ [m}^2\text{]} \quad (47)$

řešení uvažováno

s dvěma časy

otevírání ventilku $\tau_{0EL1} = 0,5 \text{ ms} = 0,0005 \text{ s}; \tau_{0EL2} = 2,2 \text{ ms} = 0,0022 \text{ s}$

Pokud nastane případ, že tlak ve válci je větší než tlak ve vstřikovači a jehla je ještě otevřená, což nastalo pro krátký čas otevírání ventilku, potom se výpočet skončí, protože takový případ by neměl nastat. Docházelo by ke zpětnému proudění z válce do vstřikovače, proto nemá význam pokračovat ve výpočtu. Přesto však k tomuto případu v tomto matematickém modelu dojde, vlivem nezahrnutých vlivů na průběh tlaku.

III. úsek výpočtu

Po prudkém poklesu tlaku p pod P válce = 3 MPa dojde opět k výpočtu podle vztahů z I. fáze s tím ($S_v > 0$ a zároveň $p_{válce} \geq p$ a zároveň $j = 0$)

rozdílem, že zde tlak klesá.

Pro přesnost výpočtu má značný vliv krok výpočtu, měl by být co nejmenější. Čím menší je krok, tím je větší přesnost výpočtu.

(uvažovaný krok - 0,1°)

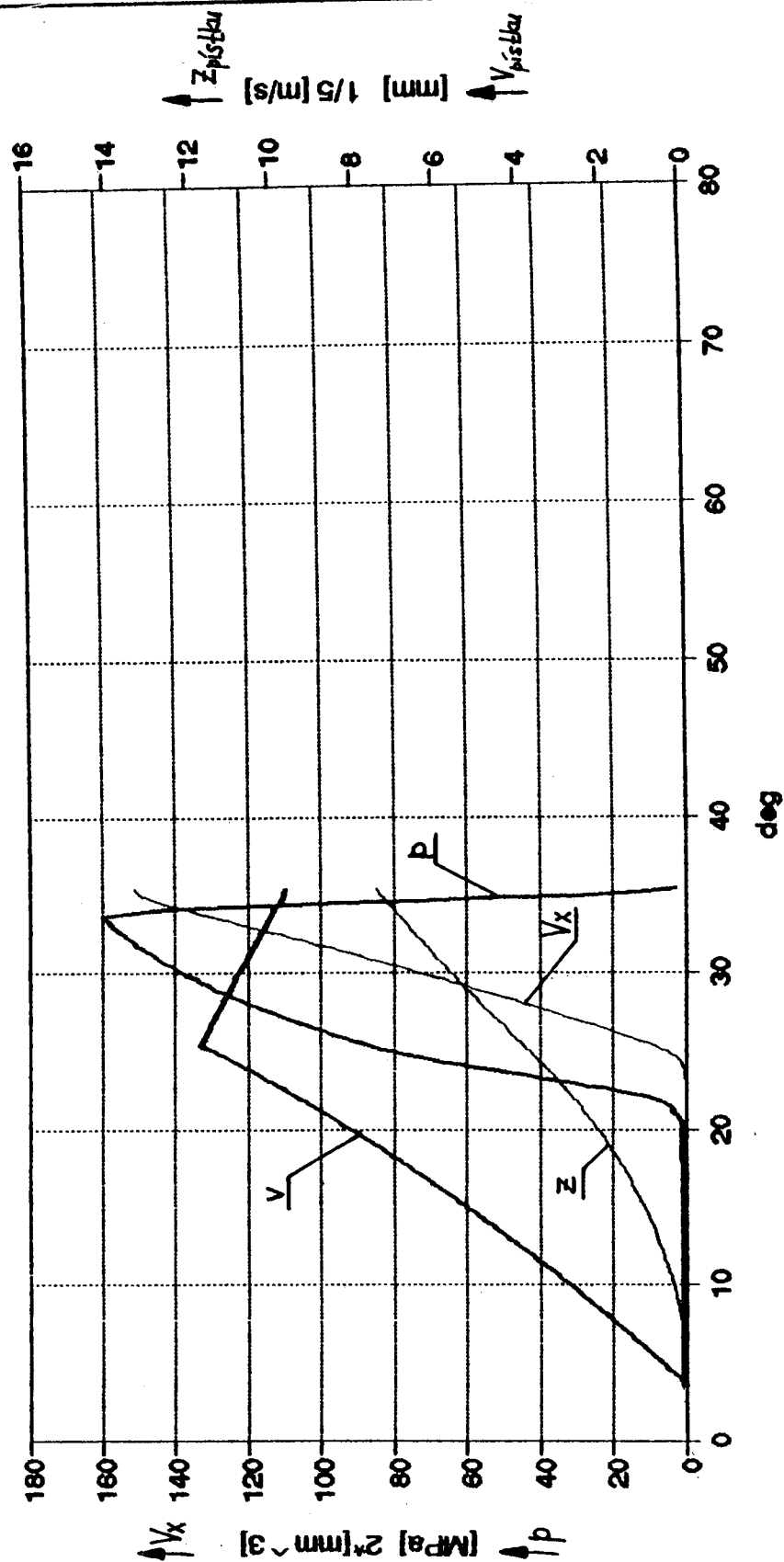
GRAFICKÉ ZÁVISLOSTI

graf č. 1

Průběh p, z, v, V_x $n = 1000 \text{ 1/min}$ $v_{tpd} = 1.6 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^3$

$$\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$$

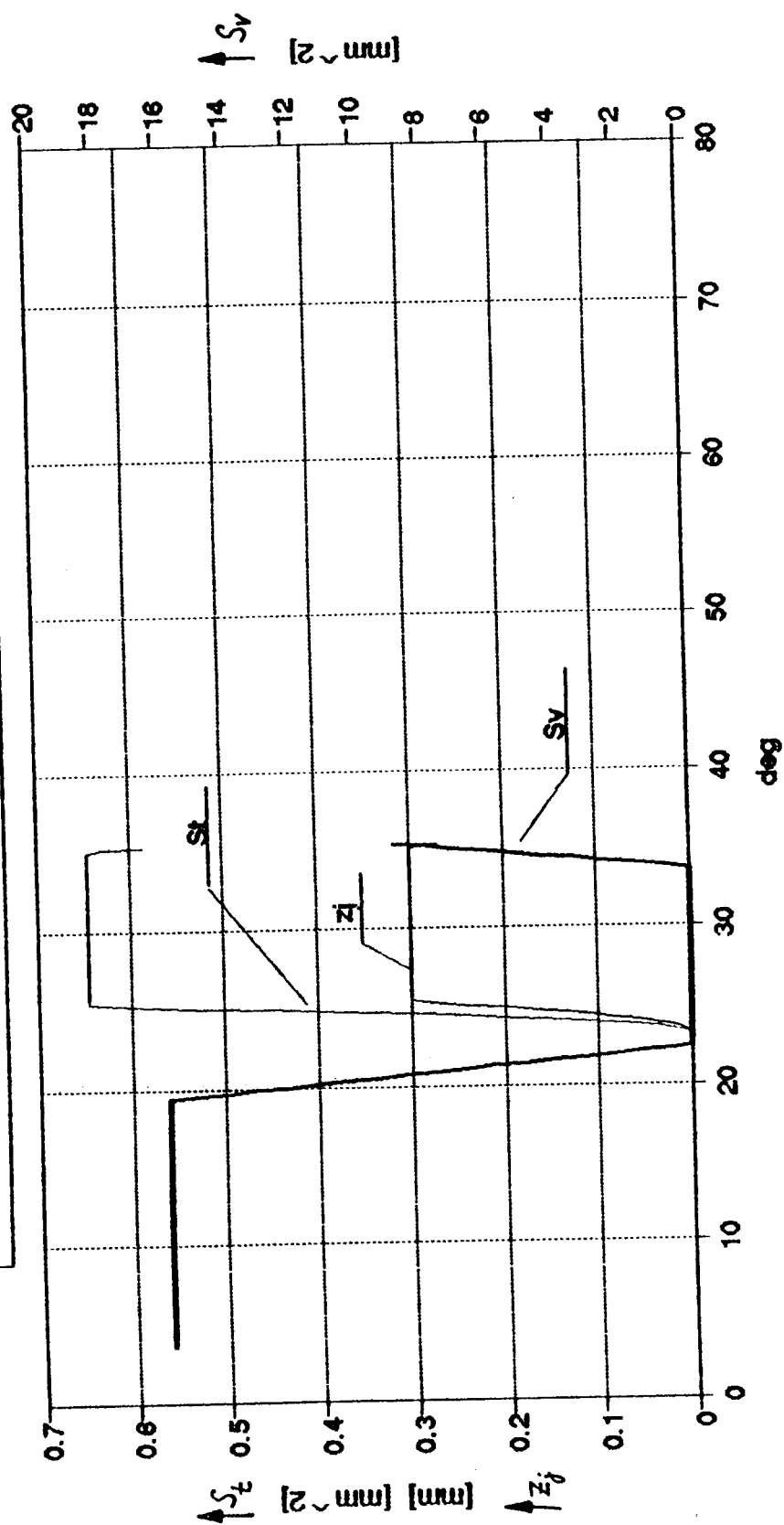
$$\tau_{OEL} = 0,5 \text{ ms}$$



graf č. 2

Průběh zdvihu jehly z_j , s_t , s_v
 $n=1000$ 1/min $v_{tdp}=1.6$ m/s $V_x=260$ mm² 3

$\tau_{zEL}=0,5$ ms
 $\tau_{oEL}=0,5$ ms

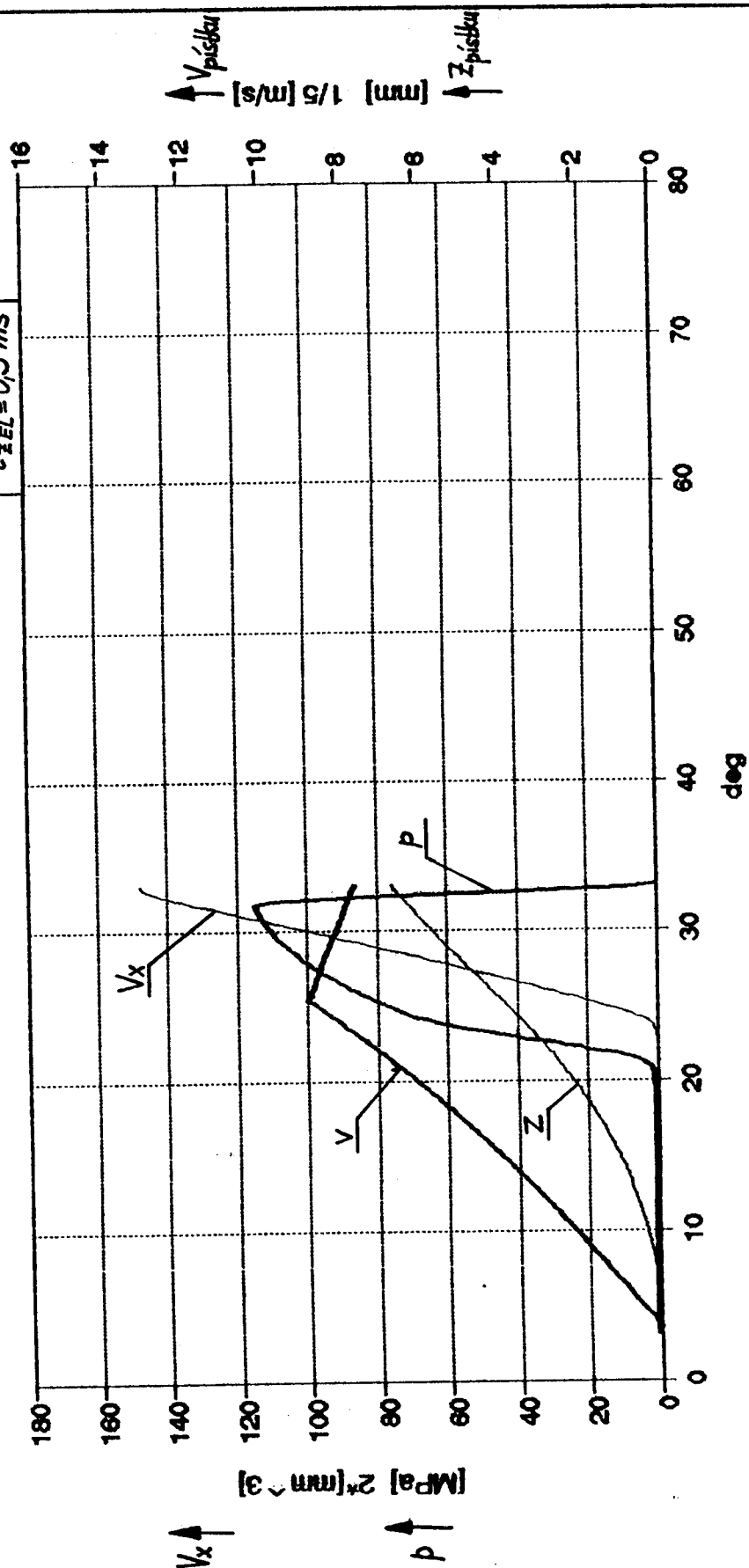


graf č.3

Průběh p, z, v, V_x
 $n = 750 \text{ 1/min vtpd} = 1.2 \text{ m/s } V_x = 260 \text{ mm}^3$

$$\tau_{OEL} = 0,5 \text{ ms}$$

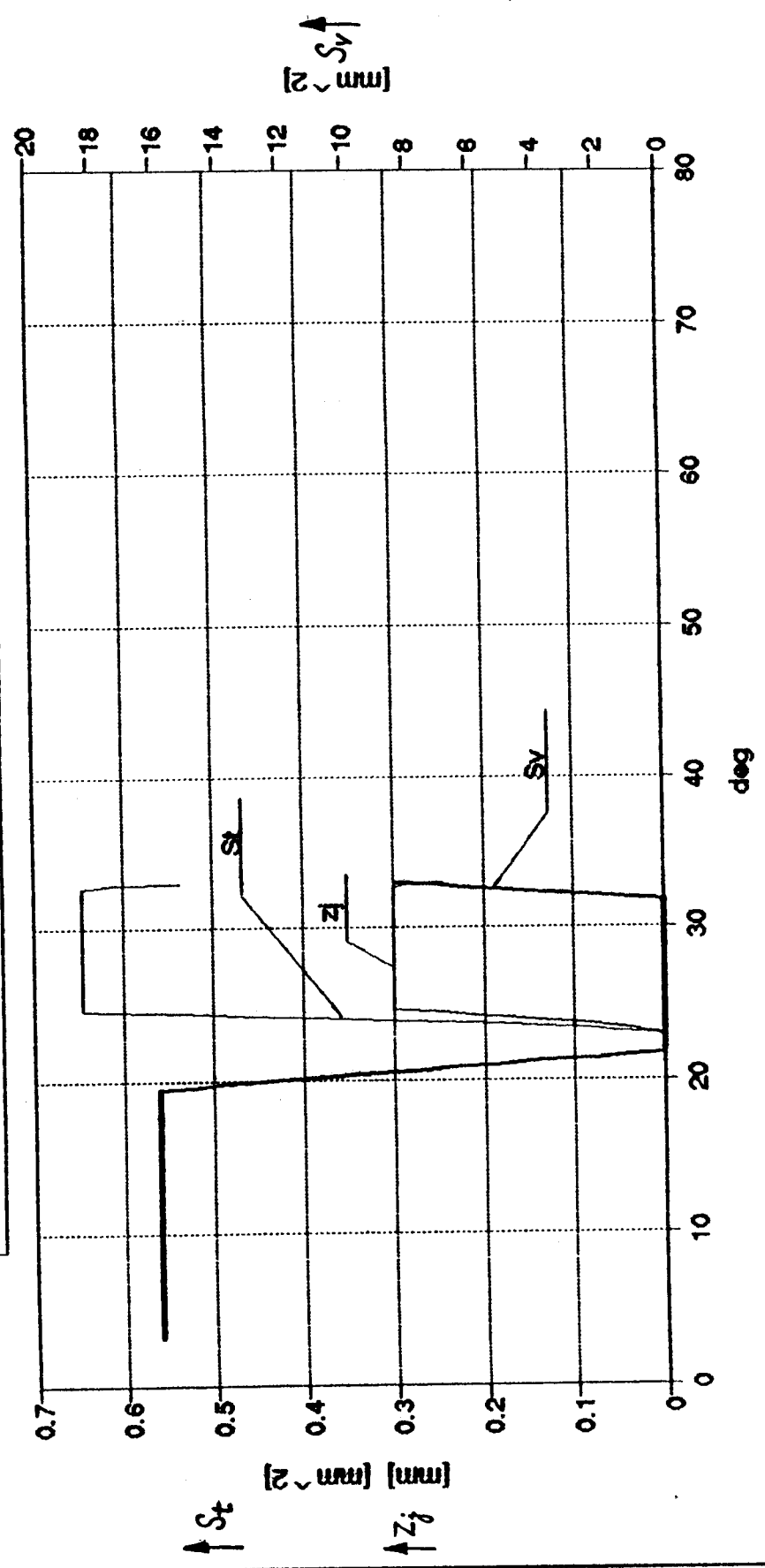
$$\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$$



graf č. 4

$\tau_{OEL} = 0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n = 750 \text{ 1/min}$ vtdp = 1.2 m/s $Vx = 260 \text{ mm}^3$

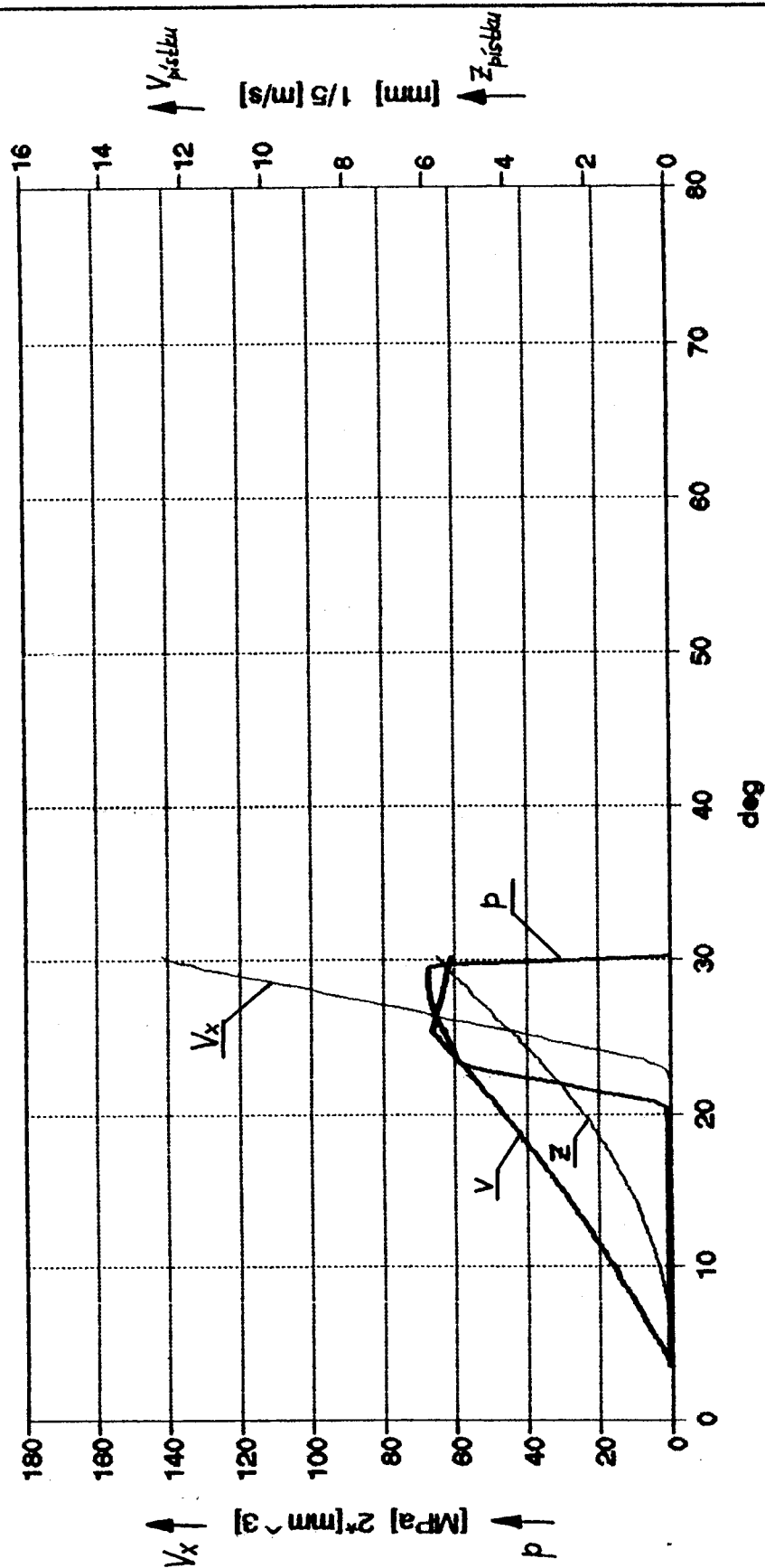


graf č. 5

Průběh p, z, v, V_x
 $n = 500 \text{ 1/min}$ $v_{\text{ř}} = 0.8 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^3$

$$\tau_{Z_{EL}} = 0.5 \text{ ms}$$

$$\tau_{V_{EL}} = 0.5 \text{ ms}$$

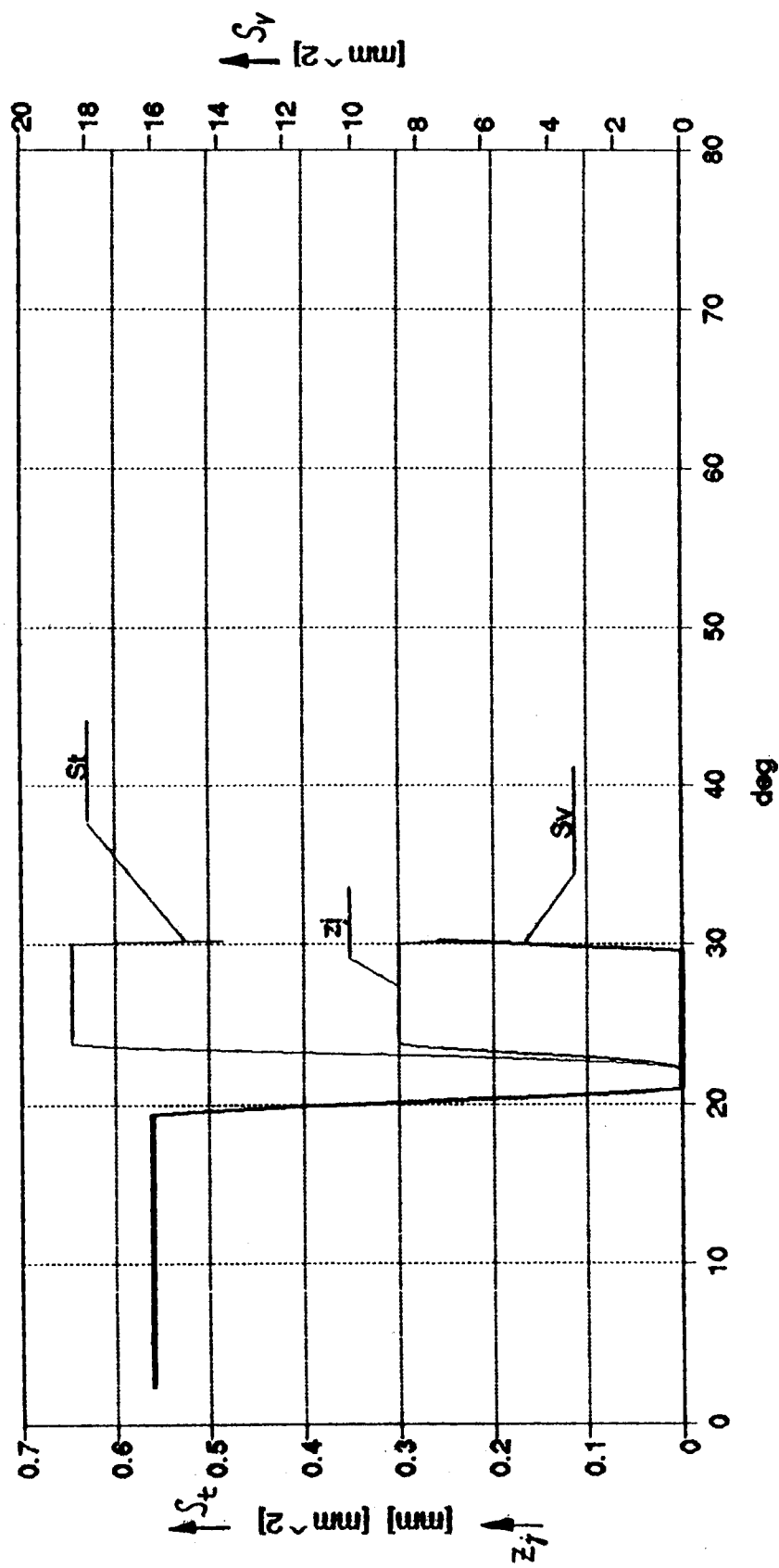


graf č. 6

Průběh zdvihu jehly z_j , S_t , S_v
 $n=500 \text{ 1/min}$ $v_{tdp}=0.8 \text{ m/s}$ $V_x=260 \text{ mm}^3$

$$\tau_{z_{EL}} = 0.5 \text{ ms}$$

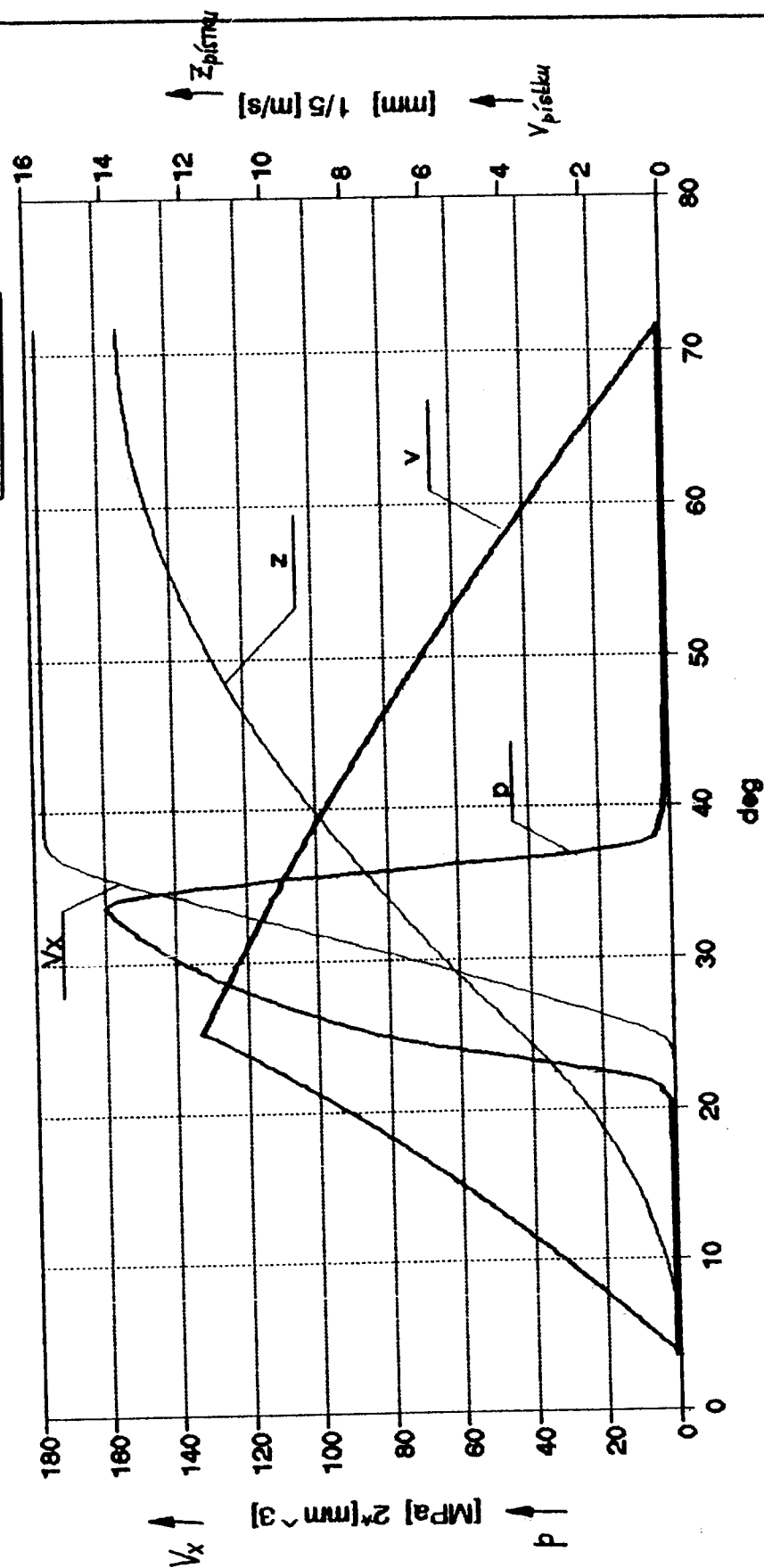
$$\tau_{S_{EL}} = 0.5 \text{ ms}$$



graf č. 7

Průběh p, z, v, V_x
 $n = 1000 \text{ 1/min}$ $v_{tpd} = 1.6 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^2$

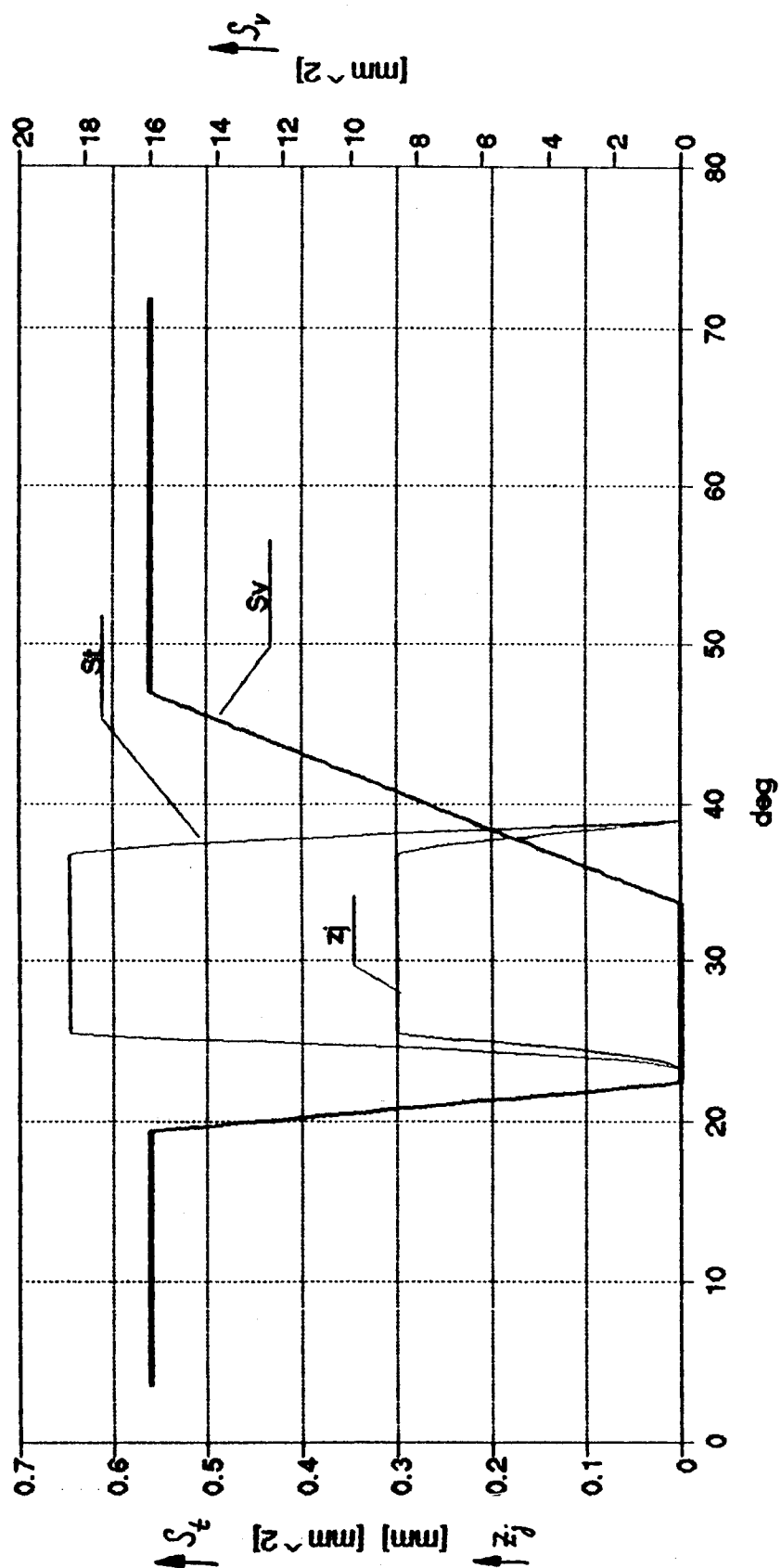
$\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{OEL} = 2,2 \text{ ms}$



graf č. 8

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n = 1000 \text{ 1/min}$ $v_{tdp} = 1.6 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^3$

$\tau_{zEL} = 0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{oEL} = 2,2 \text{ ms}$

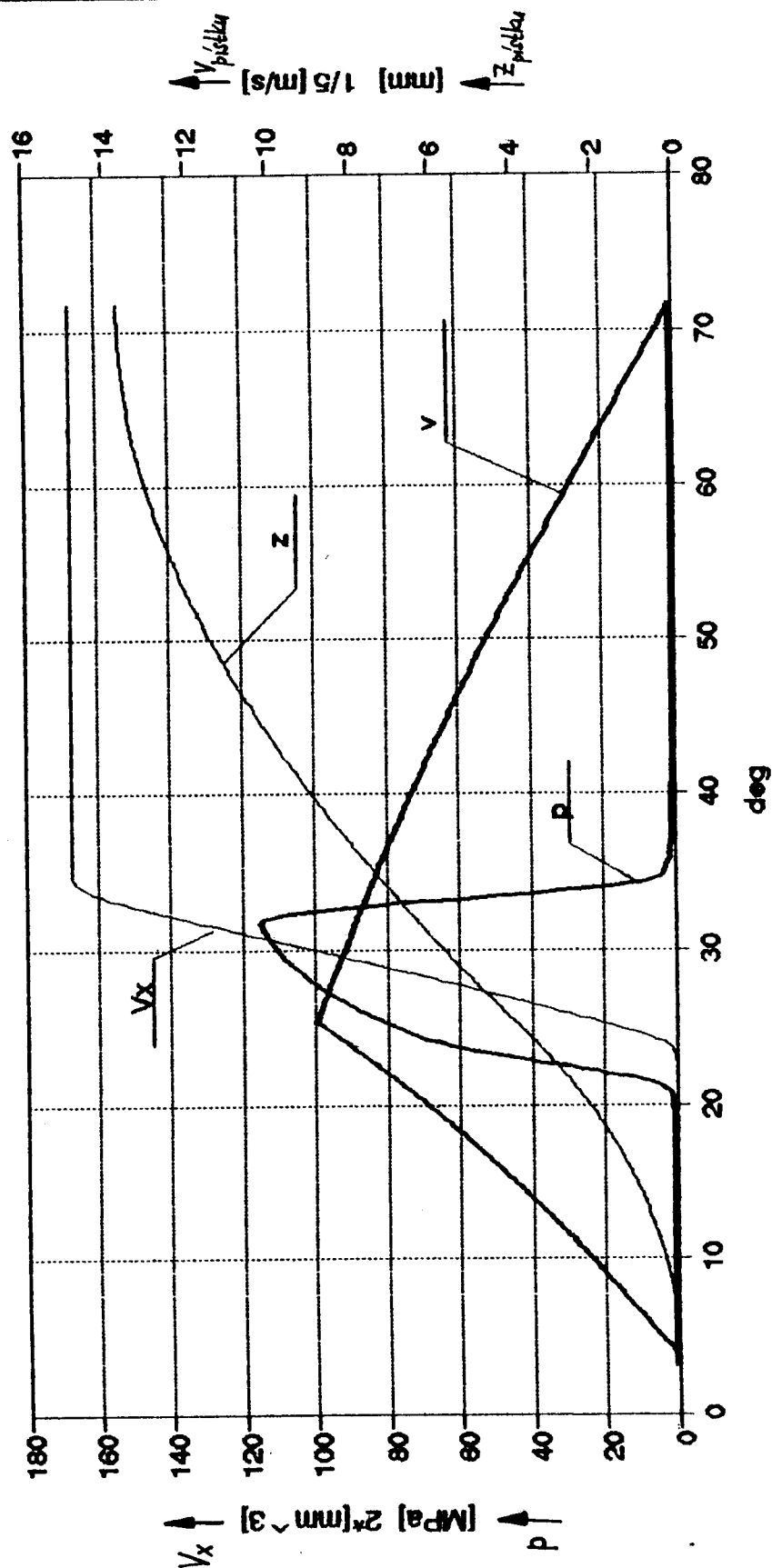


graf č. 9

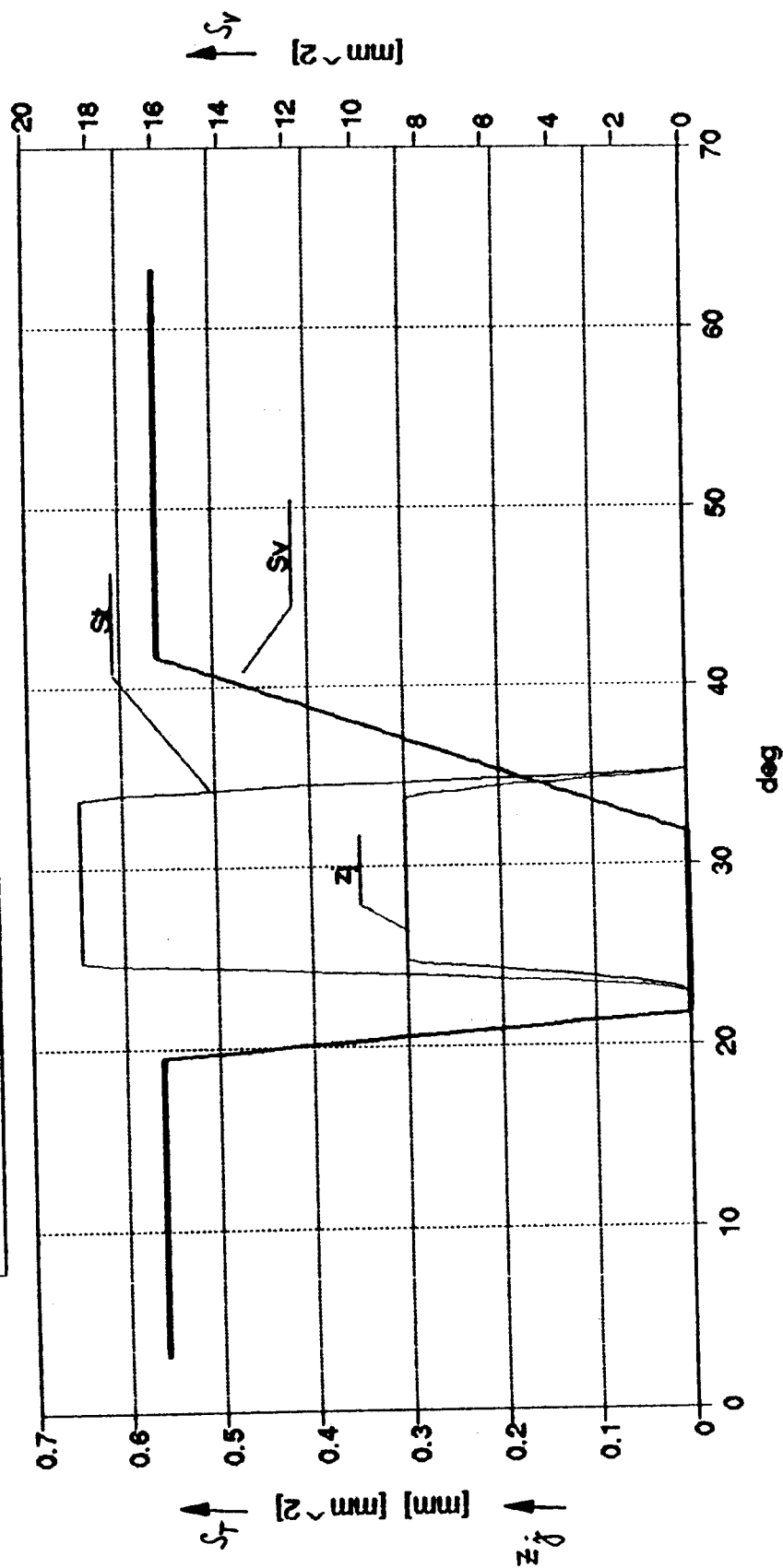
Průběh p, z, v, V_x
 $n = 750 \text{ 1/min}$ $v_{\text{tpd}} = 1.2 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^3$

$$\tau_{\text{ZEL}} = 0,5 \text{ ms}$$

$$\tau_{\text{OEL}} = 2,2 \text{ ms}$$



Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n=750 \text{ 1/min}$ $v_{tdp}=1.2 \text{ m/s}$ $V_x=260 \text{ mm} \sim 3$

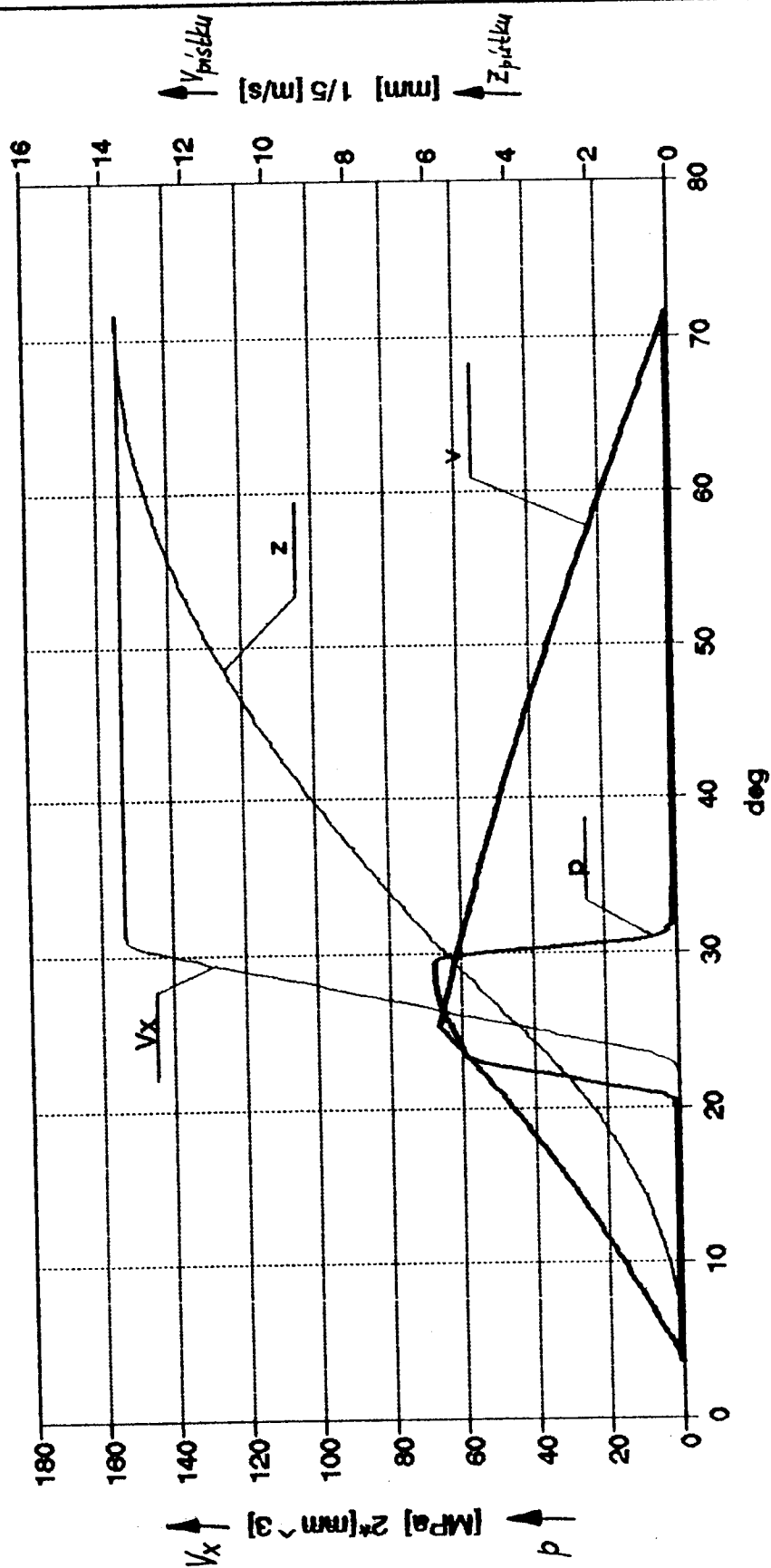


graf č. 11

Průběh p, z, v, V_x $n = 500 \text{ 1/min}$ $v_{tpd} = 0.8 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^3$

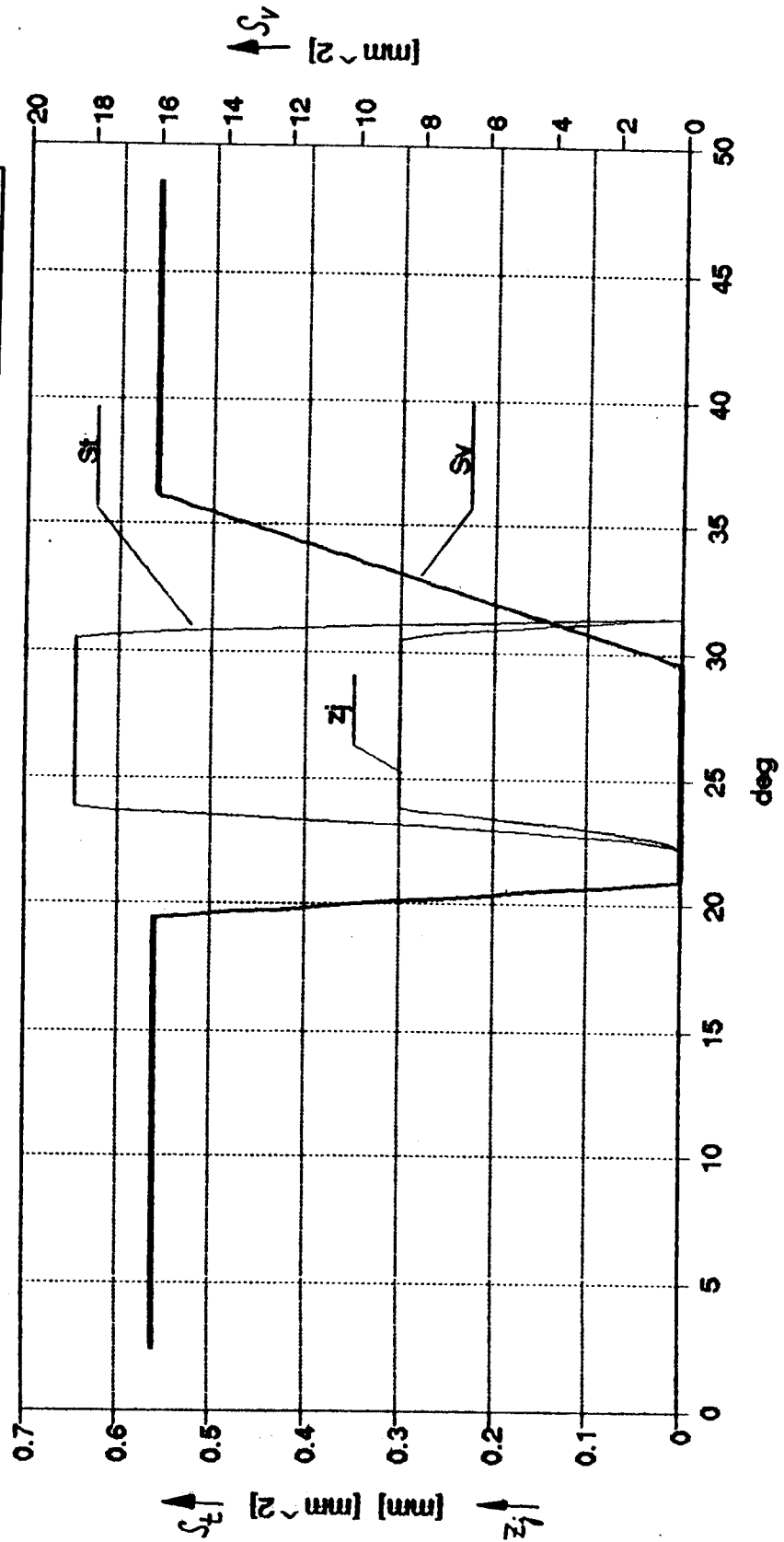
$$\tau_{ZEL} = 0.5 \text{ ms}$$

$$\tau_{oEL} = 2.2 \text{ ms}$$



graf č. 12

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv

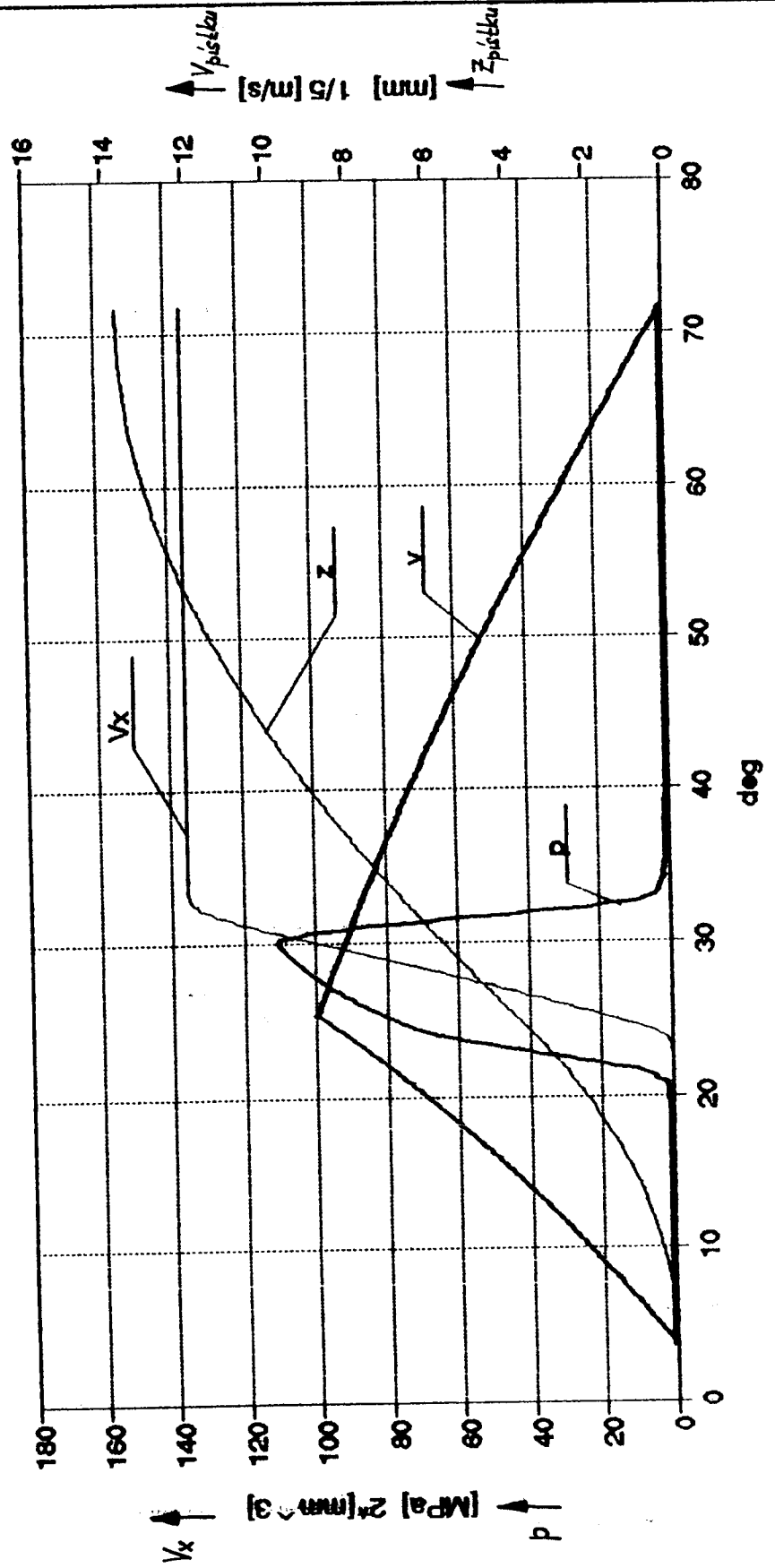
 $n=500 \text{ 1/min}$ $v_{tdp}=0.8 \text{ m/s}$ $Vx=260 \text{ mm}^{\wedge}3$ $\tau_{ZEL}=0,5 \text{ ms}$ $\tau_{DEL}=2,2 \text{ ms}$ 

graf č. 13

$$\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$$

$$\tau_{OEL} = 2,2 \text{ ms}$$

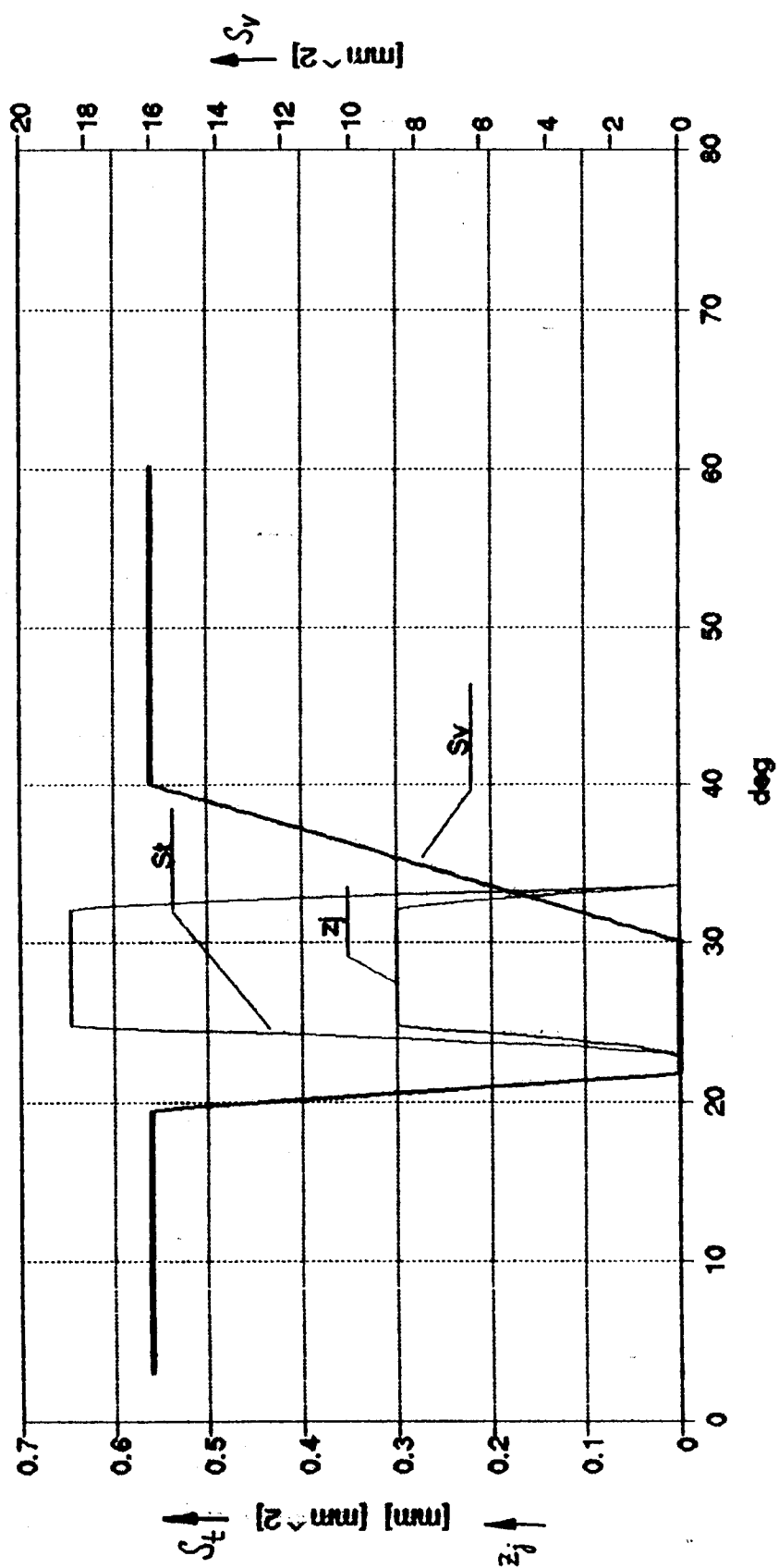
Průběh p, z, v, V_x
 $n = 750 \text{ 1/min}$ $v_{tpd} = 1.2 \text{ m/s}$ $V_x = 200 \text{ mm}^3$



graf č. 14

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n = 750 \text{ 1/min}$ vtdp = 1.2 m/s $V_x = 200 \text{ mm}^3$

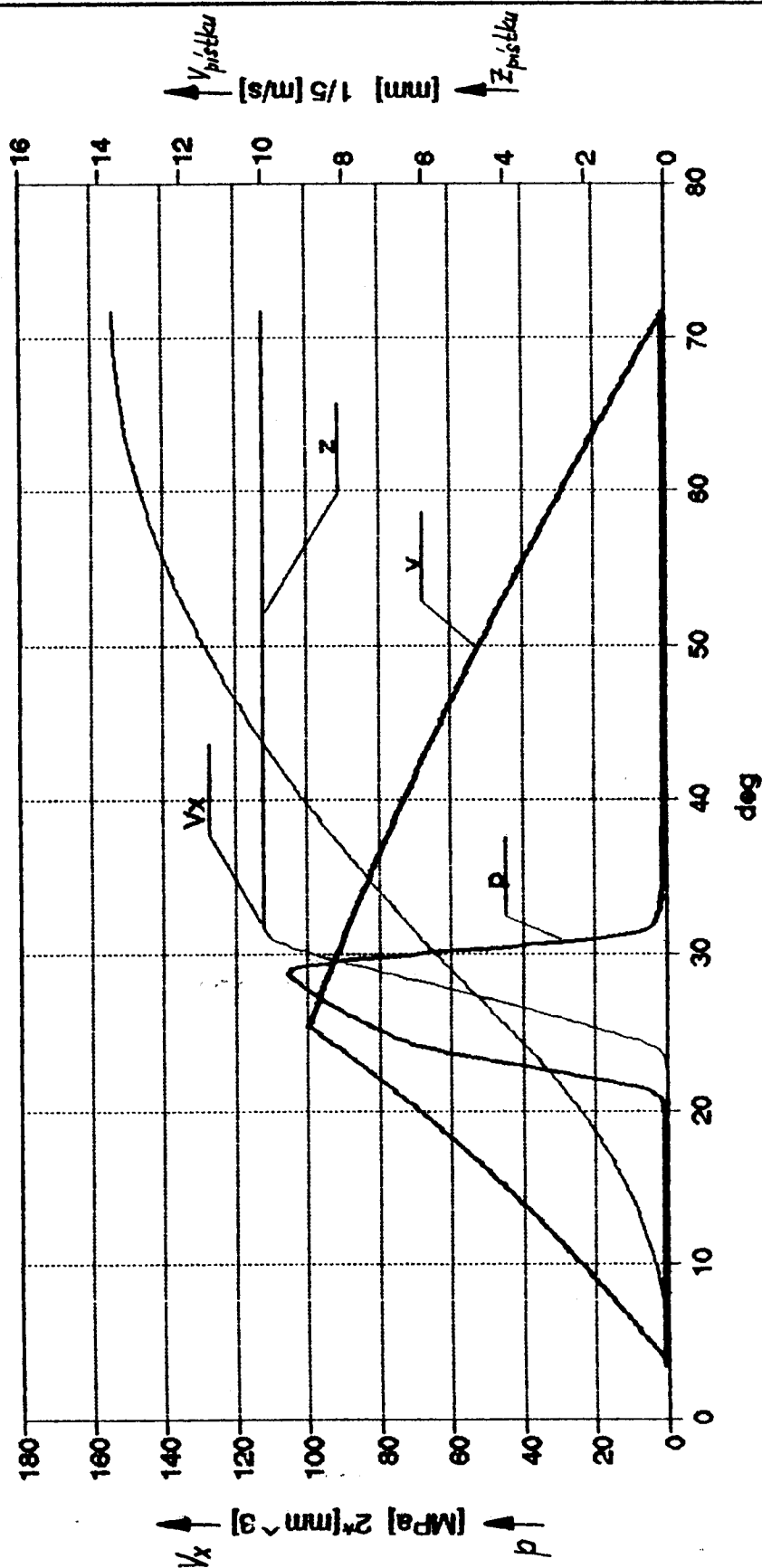
$\tau_{ZEL} = 0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{DEL} = 2,2 \text{ ms}$



graf č. 15

Průběh p, z, v, V_x
 $n = 750 \text{ 1/min}$ $v_{\text{tpd}} = 1.2 \text{ m/s}$ $V_x = 150 \text{ mm}^3$

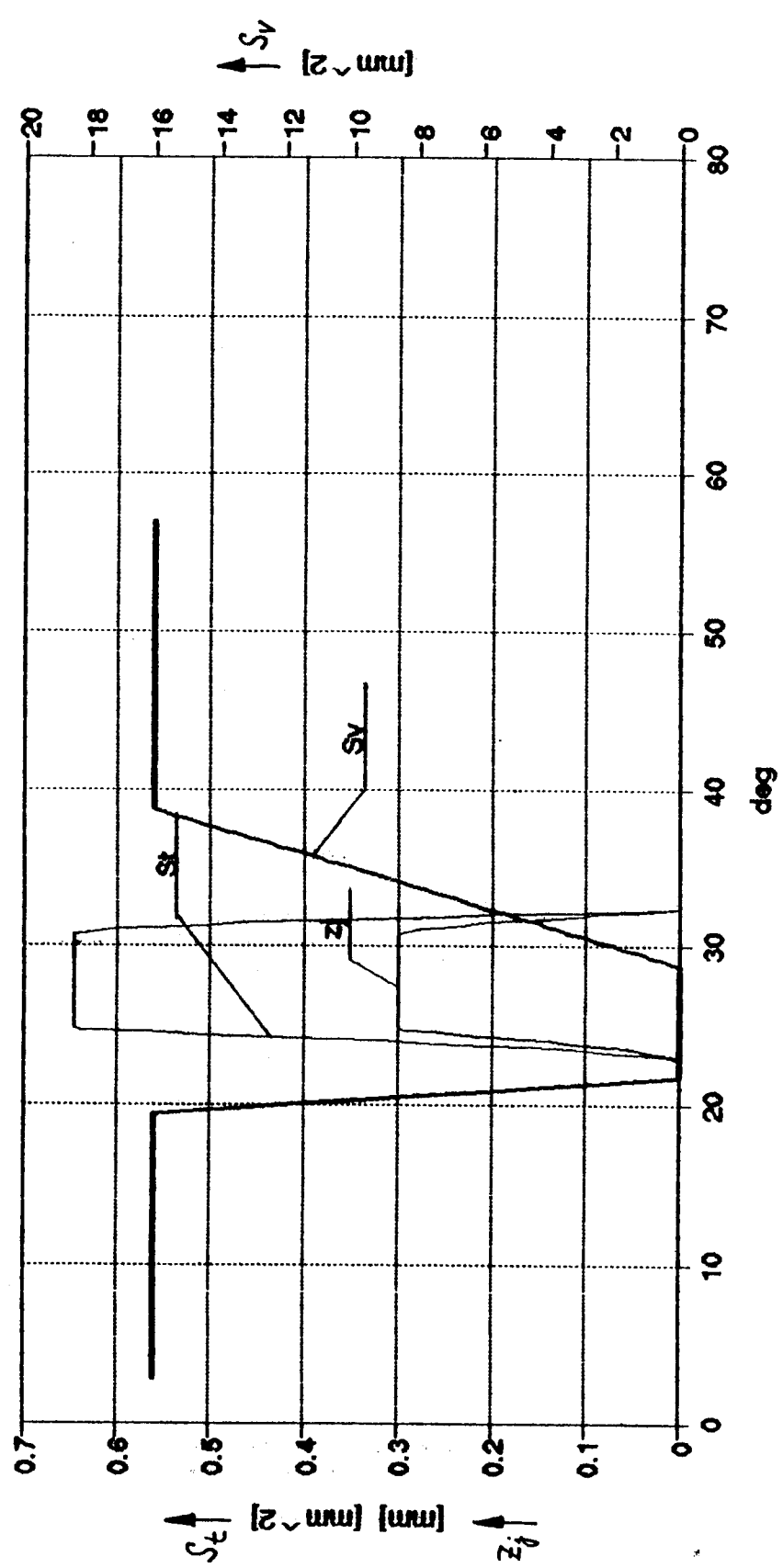
$\tau_{\text{ZEL}} = 0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{\text{OEL}} = 2,2 \text{ ms}$



graf č. 16

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n=750 \text{ 1/min}$ $v_{tdp}=1.2 \text{ m/s}$ $V_x=150 \text{ mm}^3$

$\tau_{IEL}=0,5 \text{ ms}$
 $\tau_{OEL}=2,2 \text{ ms}$

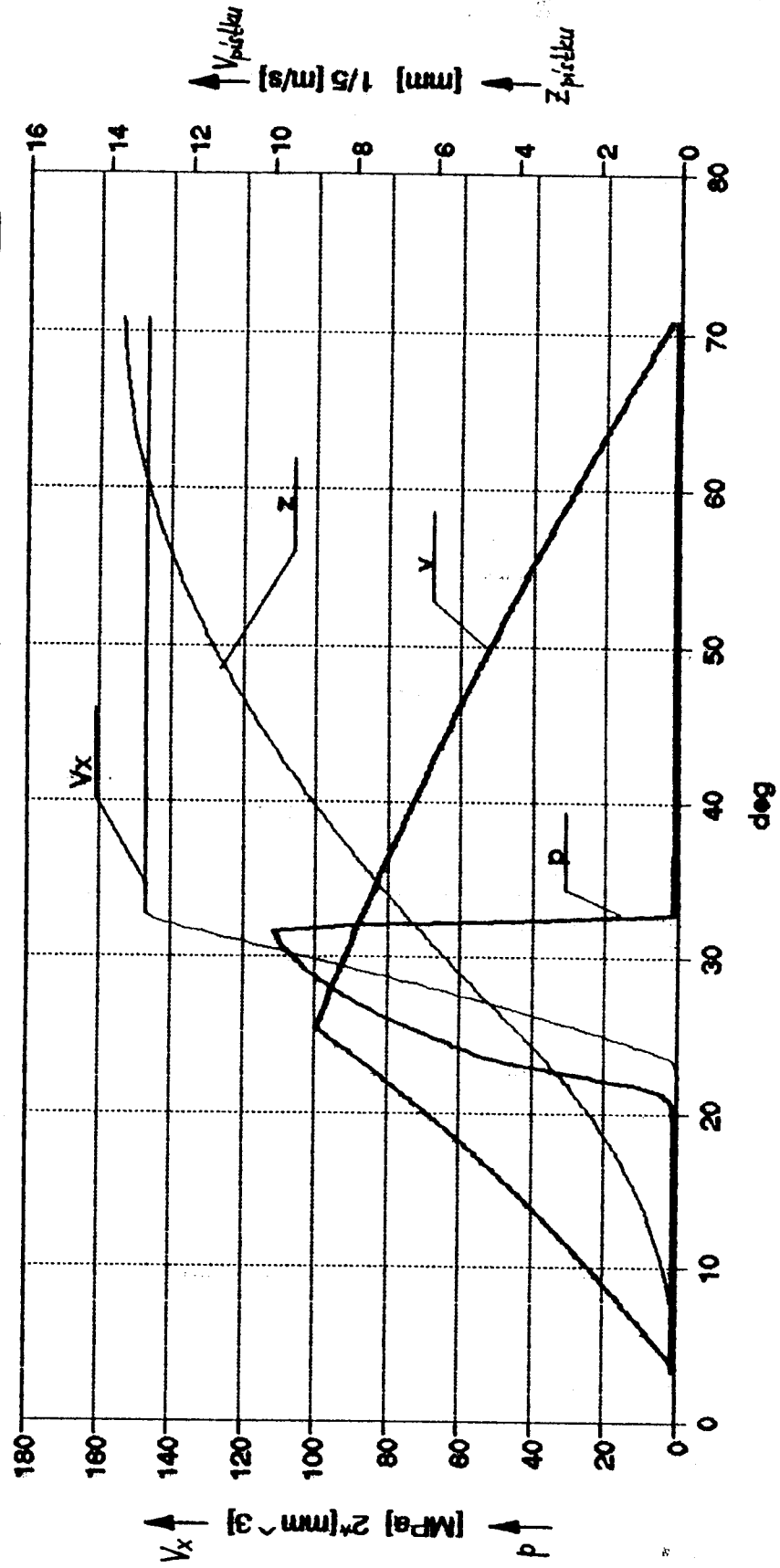


graf č. 17

Průběh p, z, v, V_x
 $n = 750 \text{ 1/min vtpd} = 1.2 \text{ m/s } V_x = 260 \text{ mm}^2 \text{ } ^\wedge 3$

$$\tau_{ZEL} = \tau_{OEL} = 0.5 \text{ ms}$$

$$m_{jelly} = \frac{1}{4} m_{seurj.}$$

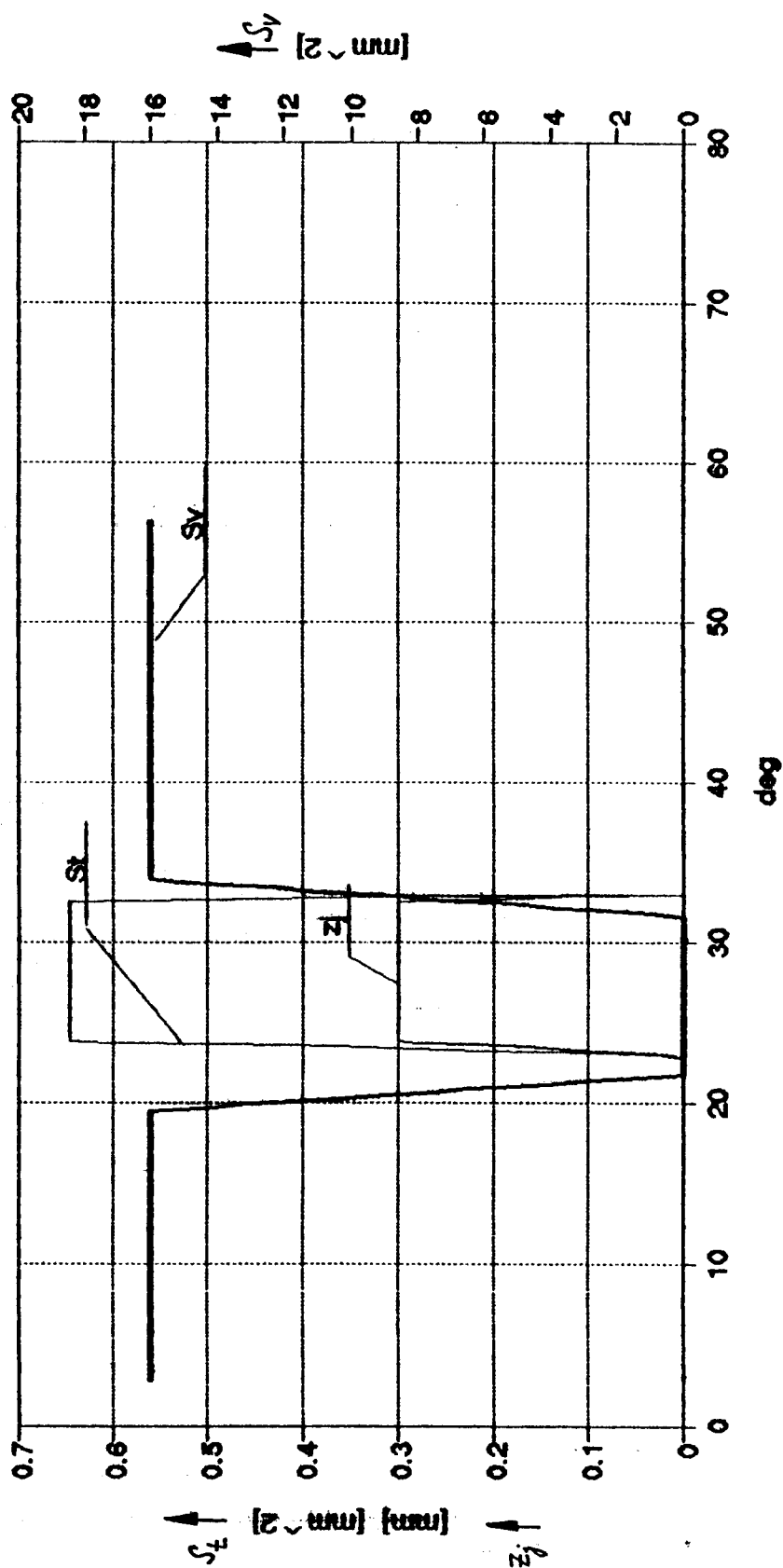


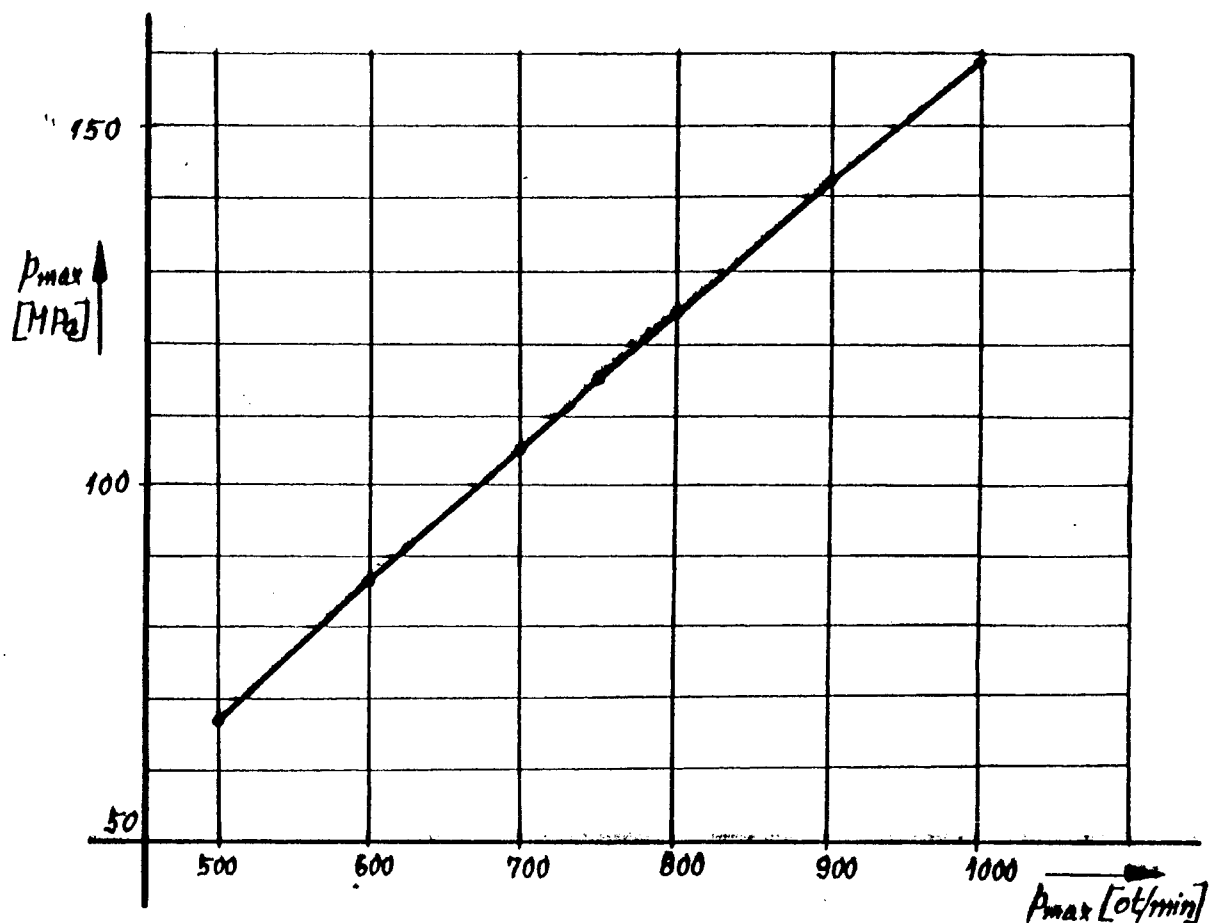
graf č. 18

Průběh zdvihu jehly zj, St, Sv
 $n = 750 \text{ 1/min}$ $v_{tdp} = 1.2 \text{ m/s}$ $V_x = 260 \text{ mm}^2$

$$\tau_{ZEL} = \tau_{OEL} = 0.5 \text{ ms}$$

$$m_{jehly} = \frac{1}{4} m_{kurj}$$





graf č. 19

Závislost maximálních vstřikovacích tlaků na otáčkách
 vačky při konstantní dávce paliva a při teoretické dávce
 paliva při stejném úhlu pootočení
 (změna otevírání elektromagnetického ventilku nemá na
 max. tlak téměř žádný vliv)

Základní posouzení výpočtového modelu

Ve svém matematickém modelu sdružené vstřikovací jednotky jsem uvažoval tři různé otáčkové režimy, a to 500, 750 a 1000 otáček vačky za minutu.

Dále jsem se zabýval různými dávkami při stejných otáčkách vačky a při stejné rychlosti teoretického počátku dodávky. Nakonec jsem změnil hmotnost jehly vstřikovací trysky. Toto vše, kromě změny hmotnosti jehly vstřikovací trysky, jsem uvažoval pro dvě různé varianty, a to sice varianty lišící se dobou otvírání elektromagnetu (resp. ventilku) $\tau_{OEL1} = 0,5 \text{ ms}$; $\tau_{OEL2} = 2,2 \text{ ms}$

a) Doba otvírání elektromagnet. ventilku τ_{OEL} je 0,5 ms, což odpovídá skutečnosti a požadavkům, jaké jsou na extrémně rychlé elektromagnety kladeny.

Pro tuto dobu otvírání τ_{OEL} dochází ve všech otáčk. režimech k prudkému poklesu tlaku pod úroveň tlaku ve válci vlivem rychlého otevření ventilku, což má za následek to, že jehla vstřikovací trysky, která má určitou hmotnost a tedy i určitou dobu zavírání, není ještě vlivem dynamiky zavřena.

Docházelo by tedy ke zpětnému pohybu z válce do vstřikovače, což je nežádoucí situace.

Proto jsou výpočty ukončeny, jakmile klesne tlak ve vstřikovači pod úroveň tlaku válce a jehla je ještě otevřená

$$\text{podm: } p \leq p_{\text{VÁLCE}} \wedge j \neq 0$$

Tento výsledek je způsoben zřejmě vlivy, s kterými ve výpočtu nepočítáme. Zmíním se o nich v dalším zdokonalení matematického modelu sdružené vstřikovací jednotky

Tyto závislosti tlaku, rychlosti pístu, zdvihu pístu, vstřikované dávky, zdvihu jehly, průtoč. plochy trysky a průtoč. plochy ventilu na úhlu otočení φ vačky jsou vykresleny na číslech listů: 35-40 , grafy č. 1-6

Podle vytištěných grafů jsou maximální vstřikovací tlaky pro obě dvě doby otvírání ventilku τ_{OEL} (0,5 ms a 2,2 ms) shodné.

b) Z hlediska funkčnosti matematického modelu vyhovuje čas otevírání elektromagnetického ventilku $\tau_{\text{EL}} = 2,2 \text{ ms} = 0,0022 \text{ s}$, který je přibližně 4x větší, než je doba odpovídající skutečným požadavkům.

Rychlost teoretického počátku dodávky se mění s otáčkami (je přímo úměrná otáčkám) a je volena tak, aby fáze vstřikování byla uskutečňována shruba při maximálních rychlostech pohybu pístu.

Byly voleny tyto rychlosti teoretického počátku dodávky.

pro 100 otáček/min	v pístku max. = 2,4 m/s	$V_{\text{TPD}} = 1,6 \text{ m/s}$
pro 750 "	v pístku max. = 1,8 m/s	$V_{\text{TPD}} = 1,2 \text{ m/s}$
pro 500 "	v pístku max. = 1,2 m/s	$V_{\text{TPD}} = 0,8 \text{ m/s}$

$V_{\text{TPD}} = \frac{2}{3} V_{\text{MAX}}$ (počátek doby vždy pro stejný úhel)

Pro tyto parametry vstřikování probíhá bez problémů v celém rozsahu , nedochází k možnosti zpětného proudění do vstřikovače. Ukázky grafů pro $\tau_{\text{EL}} = 2,2$ jsou na listech č.: 41-46 ; grafy č. 7-12

Co se týká maximálních vstřikovacích tlaků, jsou zhruba odpovídající požadavkům.

pro 500 otáček - 67 MPa
pro 750 otáček - 115 MPa
pro 100 otáček - téměř 160 MPa

Ve skutečnosti by max. vstřikovací tlaky byly zřejmě o něco nižší vlivem určitých ztrát, např. vlivem vůle pístku ve válci, roztahením válce apod., *deformací vahadla apod.*

Na obr. č. 19 je znázorněna závislost max. vstřikovacích tlaků na otáčkách vačky, která vychází téměř přímková (lineární).

Dále je zřejmé pro 3 různé dávky pro $n = 750 \text{ ot/min}$, $V_{\text{TPD}} = 1,2 \text{ [m/s]}$, že s rostoucí dávkou V_{XO} roste nevýrazně max. dosažený vstřikovací tlak. Grafy pro různé dávky 150, 200, 260, $[\text{mm}^3/\text{ob} \cdot \text{s}]$ se nachází na listech č.: 43, 44, 47-50
grafy č. 9, 10, 13-16

c) Pro dosažení funkce matematického modelu již při $\tau_{\text{DEL}} = 0,5 \text{ ms}$ bylo zkoušením změn hmotnosti jehly zjištěno, že hmotnost jehly vstřikovací trysky by musela být asi 4x menší, což je z konstrukčního hlediska nemožné. Určité odlehčení by bylo myslitelné, ale pohybovalo by se v desítkách procent.

Museli bychom hmotnost jehly zřejmě kompenzovat vyšším předpětím pružiny F_{p0} a vyšší tuhostí pružiny k_p .

Vytisknuté grafy pro m jehly = $\frac{1}{4}$ skutečné a pro časy otvírání i zavírání ventilku 0,5 ms jsou na listech č.: 51-52

grafy č. 17, 18

Závěr

Na vyřešení matematický model je nutno pohlížet jako na zjednodušený model. Ve výpočtu je uvažována pouze dynamika jehly vstříkovací trysky, která logicky nezahrnuje celou dynamiku systému.

Ke zdokonalení matematického modelu sdružené vstříkovací jednotky, které již nebylo časově zvládnuto, by bylo třeba uvažovat podle mého názoru tyto vlivy.

1/ Uvažovat dynamiku sloupce nafty při rychlém otevírání přepouštěcího ventilku. Jak je vidět dynamika jehly má značný vliv na zavírání, jistě i dynamické vlivy na urychlení sloupce nafty v odtokových kanálech budou mít značný vliv.

Pokles tlaku potom neklesne tak rychle pod hranici tlaku ve válci.

2/ Uvažovat hydraulický odpor kanálků sdružené vstříkovací jednotky, protože kanály jsou poměrně dlouhé a bude jistě docházet k nezanedbatelným ztrátám.

3/ Průběh zavírání a otvírání ventilku je bráno jako lineární, protože měření na elektromagnetu, které probíhaly na katedře strojů prům. dopravy, nesplňovalo požadavky kladené na extrémně rychlé elektromagnety. Proto průběhy zdvihu, které měli dobu zavírání 5 ms a více, byly nepoužitelné pro výpočtový model.

Ve skutečnosti by ale průběh zdvihu ventilku nebyl jistě lineární, zpočátku by se zřejmě pohyboval menší rychlostí. Ke zdokonalení výpočtového modelu by musel být znám průběh průtočné plochy ventilku na čase pro skutečné hodnoty kolem 0,5 ms.

Mimochodem vyřešit elektromagnet je asi dnes nejpálčivější

problém, na kterém skončila spousta pokusů o ztvoření funkční sdružené vstřikovací jednotky. Vyrobit elektromagnet s tak krátkou dobou přestavení činí stále konstruktérům velké problémy.

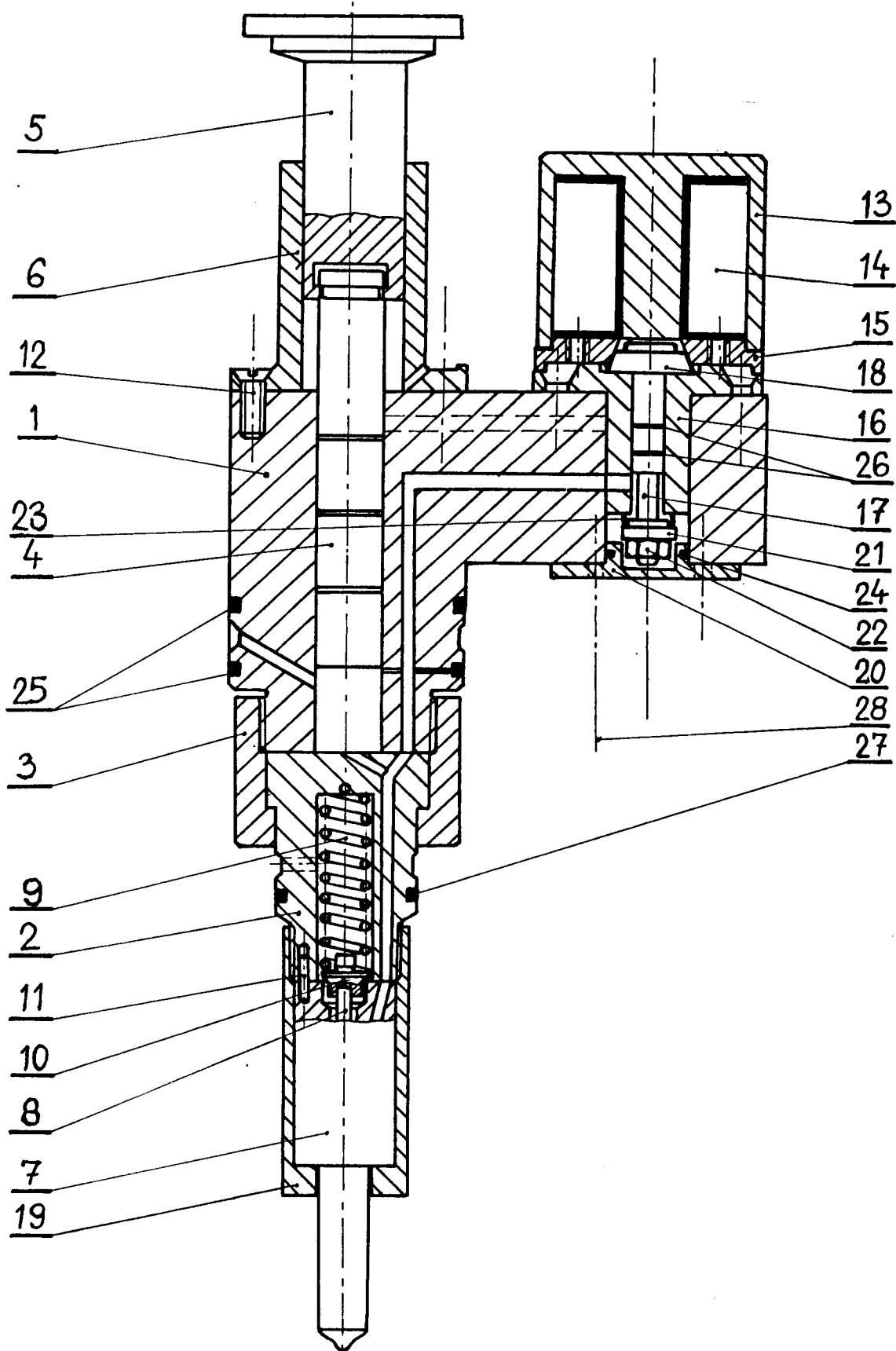
- 4/ K přesnějšímu určení maximálního tlaku bychom museli uvažovat i roztažnost válce výtlačného pístu s deformací vahadla, šroubu, vačky a tělesa laboratorního modelu sdružené vstřikovací jednotky, které budou vlivem obrovských tlaků relativně dosti značné.
- 5/ Uvažuji konstantní průtokové součinitele, mění se pouze plocha průtoku, což ve skutečnosti neplatí přesně.

Těchto 5 uvedených bodů způsobuje určité zkreslení proti skutečnosti. Výpočet na sdružené vstřikovací jednotce rovněž ukázal hlavní funkci sdružené vstřikovací jednotky, což je vstřikování paliva extrémě vysokými vstřikovacími tlaky.

Myslím, že pro počáteční úvahy o funkci modelu sdružené vstřikovací jednotky, lze tento výpočtový model pokládat za vyhovující.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1/ Bartoš - Strojnické tabulky
- 2/ Drastík - Výběr z norem pro cvičení ze základů strojnictví
(skripta ČVUT)
- 3/ Beroun - Příslušenství pohonných jednotek
- 4/ Červinka - Pohonné jednotky - I. díl
- 5/ PAL Kroměříž - SVJ pro motory LIAZ M3
- 6/ Statě SAA technical paper series



1								3
VŠST	M: 1:1	VSTŘIKOVAČ SVJ						
LIBEREC		S ELEKTROMAGNETEM			KSD - 256-1.03	SESTAVA č. 2	SVJ	

POSICE	NÁZEV-ROZMĚR	VÝKRES-NORMA	MATER.	J.	Mn.	Kg
1.	TĚLESO SVJ $\phi 100 \times 70$	KSD-256-2.01	14 220		1	
2.	DRŽÁK TRYSKY $\phi 30 \times 45$	KSD-256-2.02	12 060.1		1	
3.	MATICE $\phi 36 \times 30$	KSD-256-2.03	12 060.1		1	
4.	PÍST $\phi 15 \times 100$	KSD-256-2.04	14 109.3		1	
5.	VODÍČÍ TRN $\phi 40 \times 55$	KSD-256-2.05	14 220		1	
6.	VODÍČÍ POUZDRO $\phi 45 \times 45$	KSD-256-2.06	14 220		1	
7.	VSTR. TRYSKA $\phi 20 \times 70$	MOTORPAL JIHLAVA	—		1	
8.	JEHLA TRYSKY	MOTORPAL JIHLAVA	—		1	
9.	PRUŽINA	MOTORPAL JIHLAVA	—		1	
10.	MISKA JEHLY	MOTORPAL JIHLAVA	—		1	
11.	KOLÍK $\phi 2,5 \times 10$	ČSN 02 2150.2	—		2	
12.	ŠROUB M4 $\times 10$	ČSN 02 11 51.20	—		8	
13.	PLÁŠŤ CÍVKY $\phi 40 \times 40$	KSD-256-2.13	11 320		1	
14.	CÍVKA	KSD-256-2.14	—		1	
15.	VÍČKO CÍVKY $\phi 40 \times 10$	KSD-256-2.15	11 320		1	
16.	VODÍČÍ POUZDRO	KSD-256-2.16	42 3018		1	
17.	ŠOUPÁTKO $\phi 6 \times 40$	KSD-256-2.17	12 060		1	
18.	KUŽEL ŠOUPÁTKA	KSD-256-2.18	11 320		1	
19.	PŘEVLEČNÁ MATICE	MOTORPAL JIHLAVA	—		1	
20.	VÍČKO VENTILKU $\phi 35-10$	KSD-256-2.20	11 373		1	
21.	TALÍŘEK	KSD-256-2.21	12 060		1	
22.	MATICE M4	ČSN 02 1401.21	—		1	

V Ě S T L I B E R E C

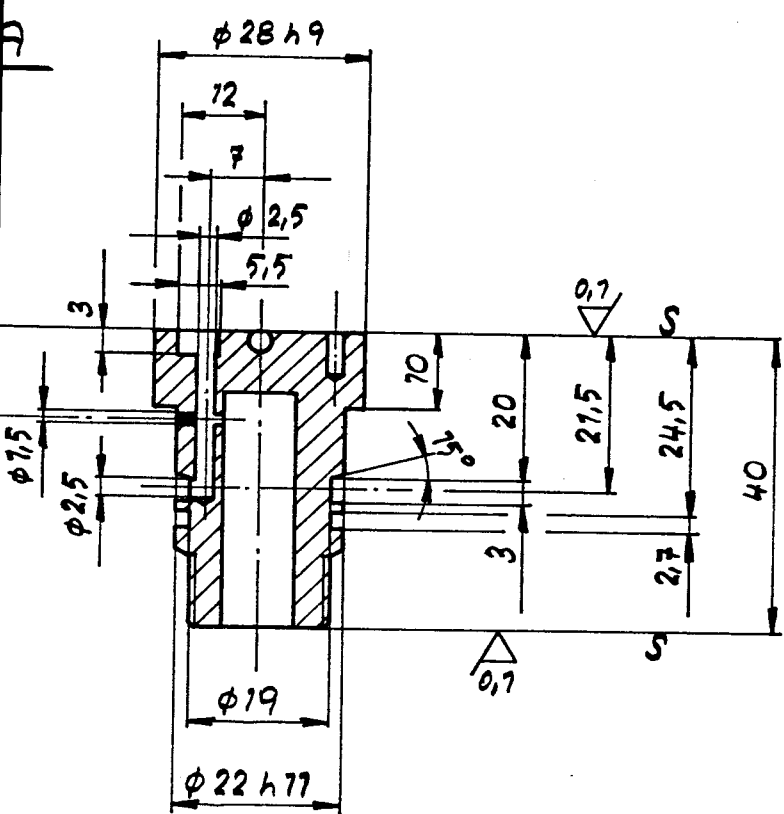
NÁZEV: VSTŘIKOVAČ SVJ
S ELEKTROMAGNETEM

KSD-2

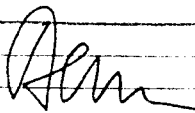
Sestava č. 2

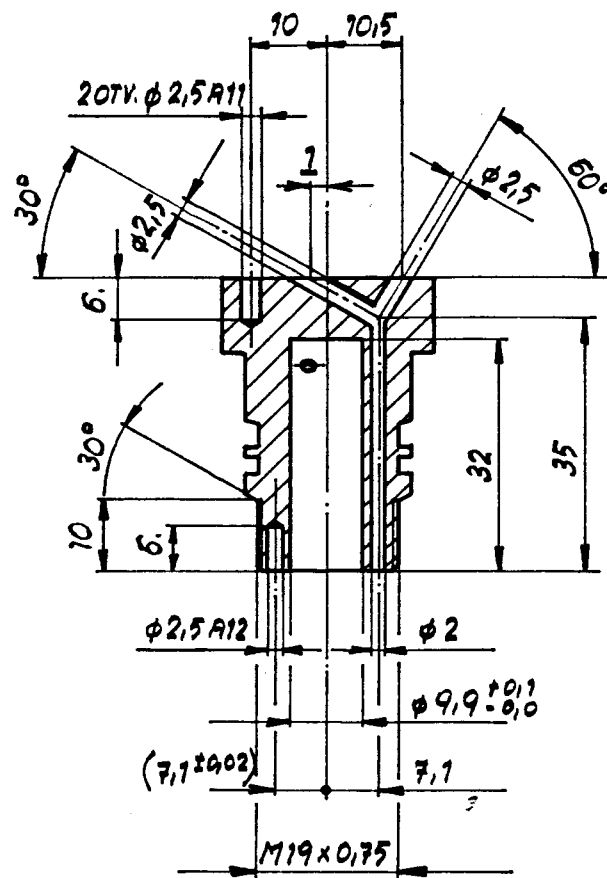
LIST č. 1

POSICE	NÁZEV-ROZMĚR	VÝKRES-NORHA	MATER.	J.	Mn.	Kg
23.	PRUŽINA	—			1	
24.	KROUŽEK $\phi 14 \times 1,5$	ČSN 02 92 81.2			1	
25.	KROUŽEK $\phi 40 \times 2$	ČSN 02 92 81.2			2	
26.	KROUŽEK $\phi 6 \times 1$	ČSN 02 92 81.2			2	
27.	KROUŽEK $\phi 24 \times 2$	ČSN 02 92 81.2			1	
28.	ŠROUB $M4 \times 10$	ČSN 02 11 03.25			4	
29.						
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						
40.						
41.						
42.						
43.						
44.						
			VŠST LIBEREC			
NÁZEV: VSTŘIKOVAČ SVJ S ELEKTROMAGNETEM		KSD-2		LIST č. 2		



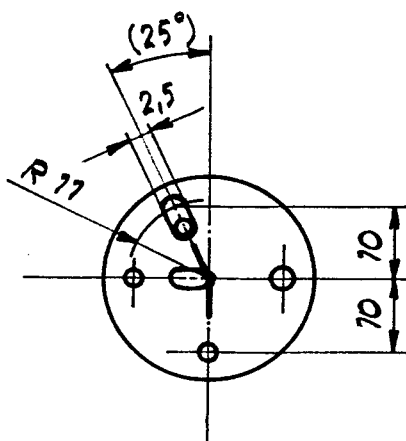
VYČERNĚNÝ OTVOR $\phi 1,5$ ZAKOLÍKOVAT

		12 060.7									
Číslo listu	Název - Popisár	Podatel	Adresa, kde žije	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu	Číslo listu
Podatel		Podatel		Podatel		Podatel		Podatel		Podatel	
1:7	Prostředí			Podatel		Podatel		Podatel		Podatel	
	Norm. ref.	Norm. ref.		Norm. ref.		Norm. ref.		Norm. ref.		Norm. ref.	
	Výr. pojednání	Výr. pojednání		Výr. pojednání		Výr. pojednání		Výr. pojednání		Výr. pojednání	
	Dne	Dne		Dne		Dne		Dne		Dne	
Typ		Skupina		Lok.		Lok.		Název		Název	
Název		Název		Název		Název		Název		Název	
DRŽÁK TRYSKY		DRŽÁK TRYSKY		DRŽÁK TRYSKY		DRŽÁK TRYSKY		DRŽÁK TRYSKY		DRŽÁK TRYSKY	
KSD-256-2.02		KSD-256-2.02		KSD-256-2.02		KSD-256-2.02		KSD-256-2.02		KSD-256-2.02	
Počet listů		Počet listů		Počet listů		Počet listů		Počet listů		Počet listů	
List		List		List		List		List		List	



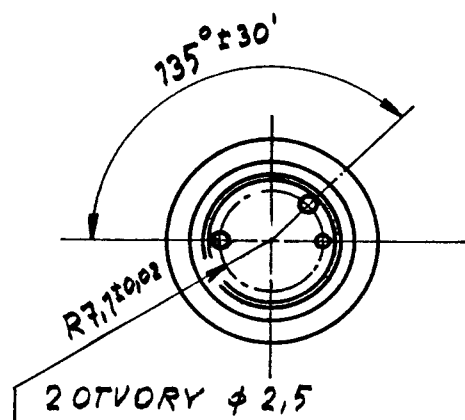
↑ P

A ↗

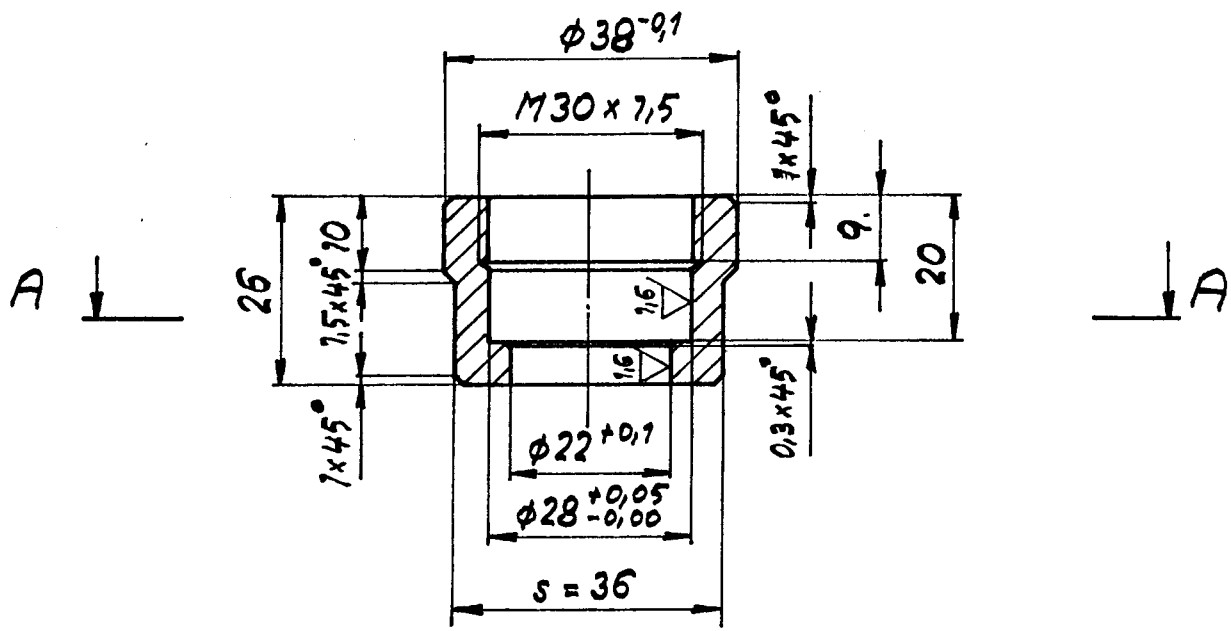


↓ D

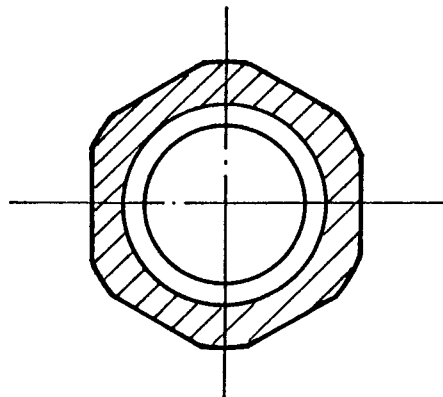
↖ P



3,2 (✓)



A-A

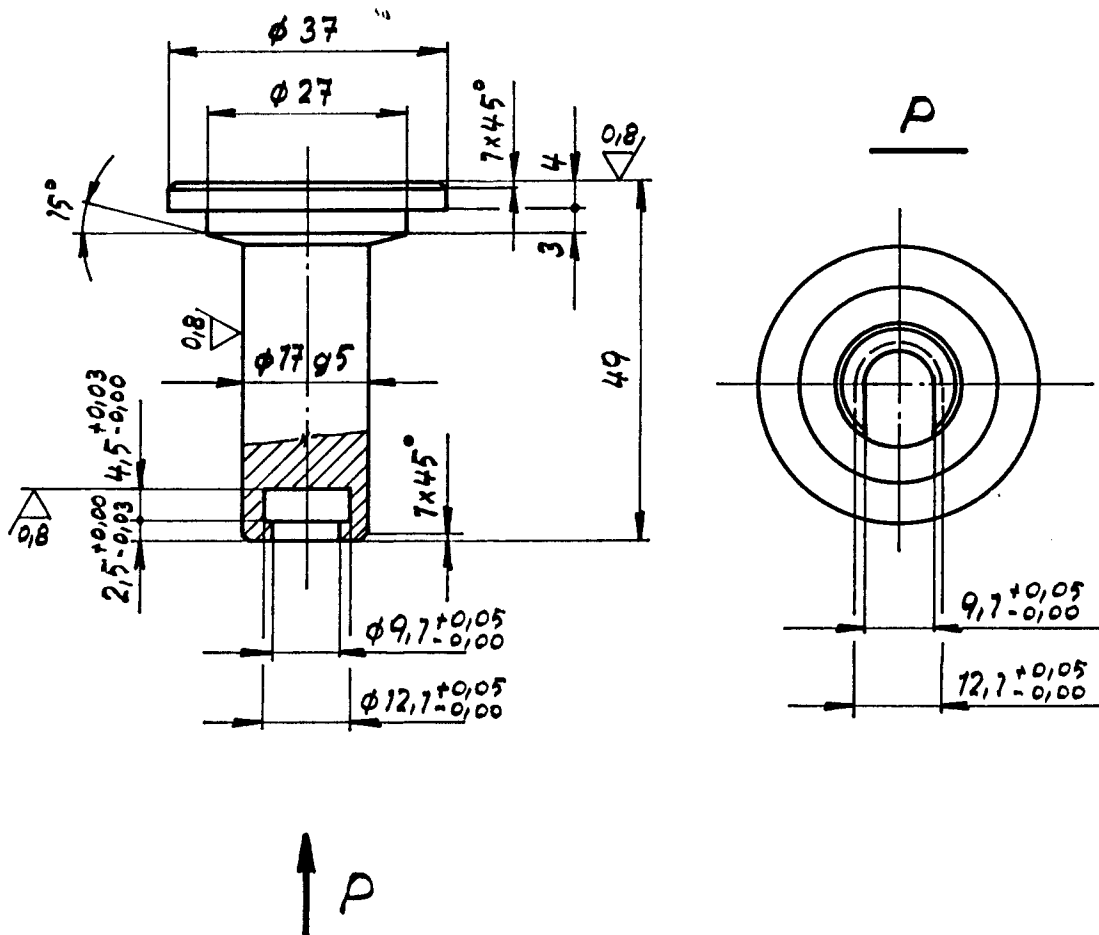


POZN.: SRAŽENÍ $1,5 \times 45^\circ$ VYTVOŘIT FRÉZOVÁNÍM PLOCH
ŠESTIHRANU (NESOUSTRUŽIT)

		12 060.1							
Polotovar	Název - Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Indu. odp.	C. hmot.	Pr. hmot.	Celk. výkresy	Poz.
Poznámka				Celková hmot. hmoty v kg					
Měřítko 1:1	Kreslil		C. snímku						
	Překoušel								
	Norm. ref.								
	Výr. projednal	Schválil	C. transp.						
		Dne							
Typ		Skupina	Starý výkres		Nový výkres				
Název		MATICE		KSD-256-2.03					
		Počet listů		List					

[illegible]

3,2 / (✓)

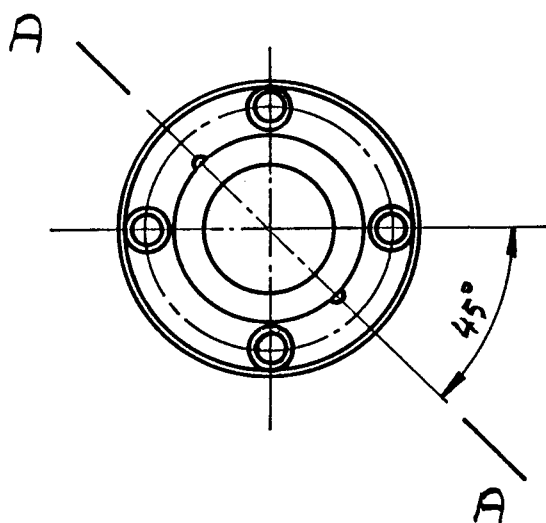
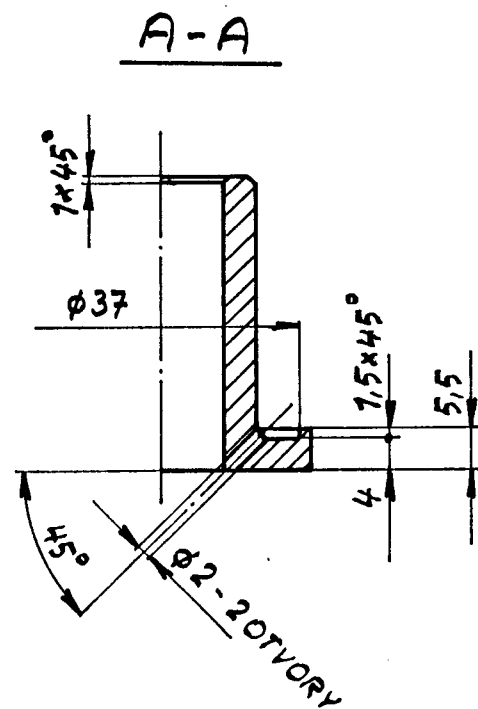
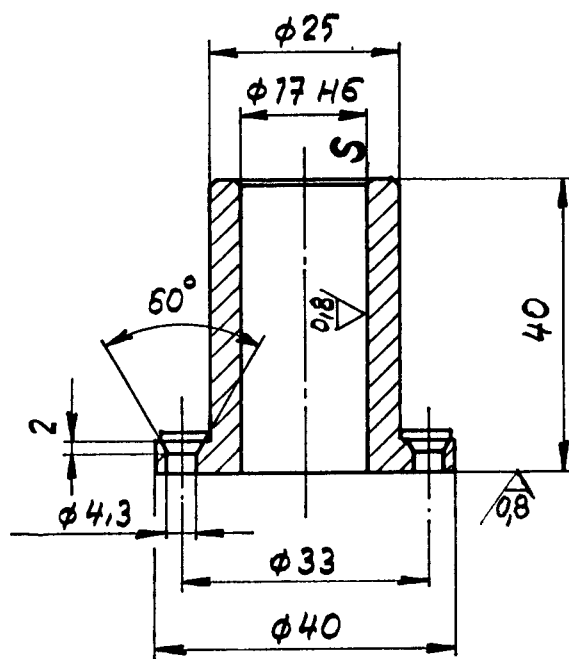


CEMENTOVAT DO HLOUBKY $0,3^{+0,2}$

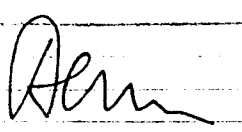
KALIT NA $62 \pm \frac{0}{5}$ HRC

		14 220.7					
Počet kusů	Název - Rozev	Polotovary	Mat. Lomely	Stav. Vykres	Trida	Č. kres	Poz.
Poznámky				Stav. Vykres - moto v kg			
Měřítko	1:7	1:7		Stav. Vykres		Stav. Vykres	
Vyr. projekce		Stav. Vykres		Stav. Vykres		Stav. Vykres	
Typ		Stav. Vykres		Stav. Vykres		Stav. Vykres	
VODICÍ TRN		KSD-256-2.05		Počet listů		List	

3,2 (✓)

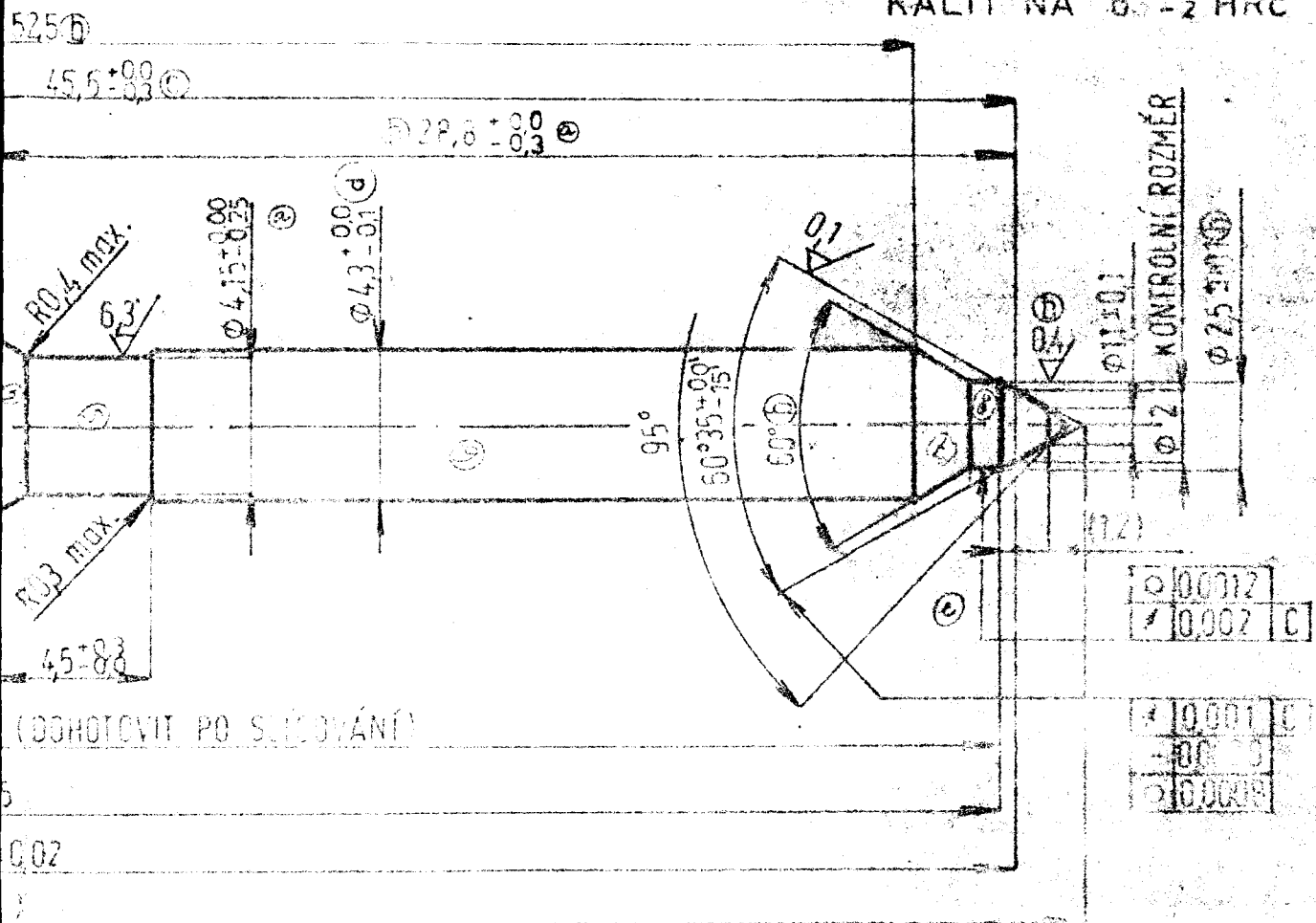


PLOCHU S CEMENTOVAT DO HLOUBKY $0,3^{+0,1}$
KALIT NA 52 ± 2 HRC

		14 220.1													
Počet kusů	Měrov - Rozměr	Polotovary	Na	Míst. konečný	Kat. výchozí	Trída	Č. hmoty	Pl. číslo	Číslo výkresu	Poz.					
Poznámky					Celková hmotnost v kg										
Měřítko	Kreslil			Č. snímku	Změna 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 		Výr. přečtenal	Seznam	Č. transp.						
Typ				Skupina			Starý výkres		Nový výkres						
Název				KSD-256-2.06											
Počet listů				List											

16 / 63 / 08 / 0,4 / 0,1 / 0,05

KALIT NA 60 ± 2 HRC



(DOHOTOVIT PO SLEDOVÁNÍ)

0 III 1989

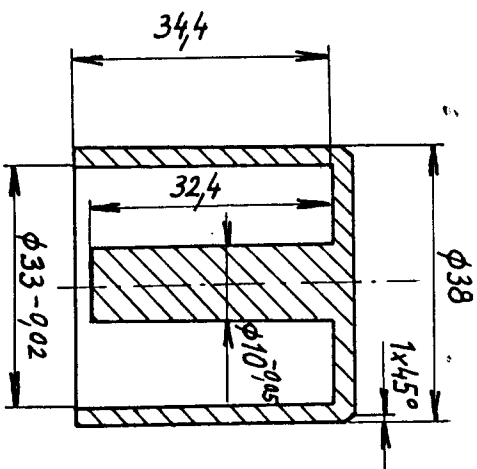
K Informaci
Po použití výkres lež v...
Tento výkres nepodléhá...

DODAVATEL A PRŮMYŠLOVÉ VLASTNÍK
našeho podniku
Všechna práva vyhrazena
Pouze k důvěrnému použití
Postoupit či jinak osobám není dovoleno
MOTOPAL Jihlava, národní podnik JIHLAVA

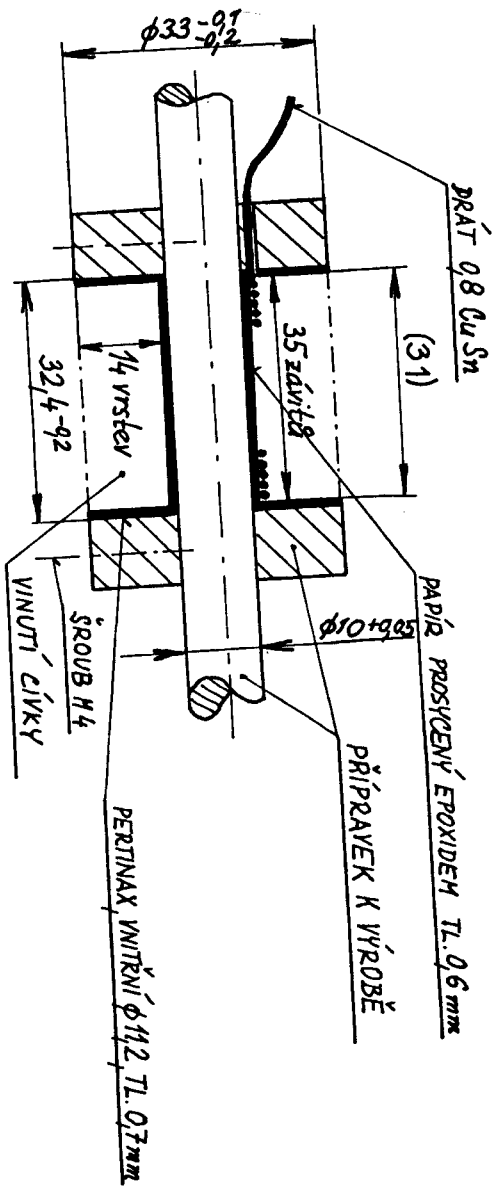
1066	3	1989	1
0244	4	1989	1
0531	2	21181	1
0298	9	21181	1
14200079637	2	1989	1

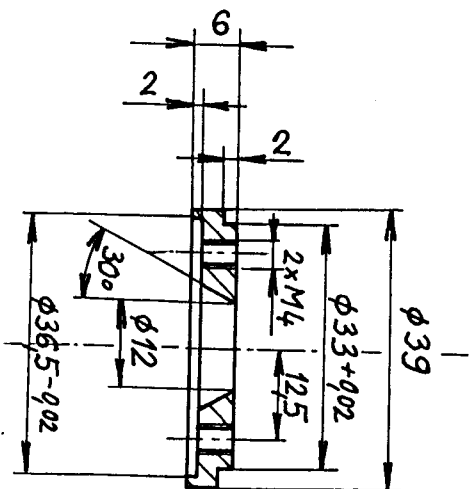
19824,3	14200079637	1989
NENI	js14	22.10.1983
DOP...S		3Cv280003-01
JEHLA TRYSKY		

[illegible]



2	φ40-40	11 320					13
VŠT LIBEREC		M:1:1	PLÁŠT CÍVKY		KSD-256-2.13		SVJ

[illegible]



2	ø 40 - 10	11 320							15
VŠST LIBEREC	M: 1:1								

2	ø40-30	423018						16
VŠST	M: 1:1							
LIBEREC		VODÍČ POUZDRO.	KSD - 256-2.16					SVJ

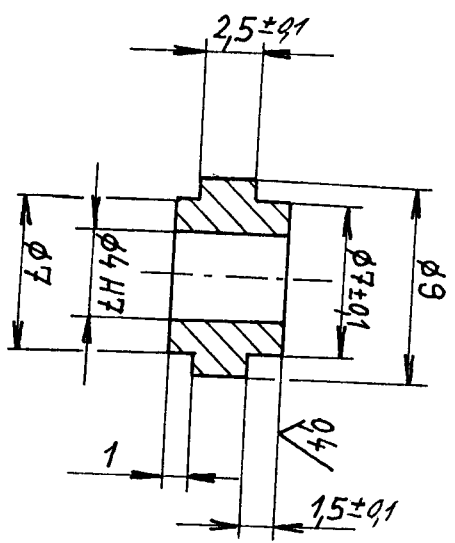
CAS

LIBEREC

POZN: DÍRY Ø4,3 VRTAT 4x PO 90°

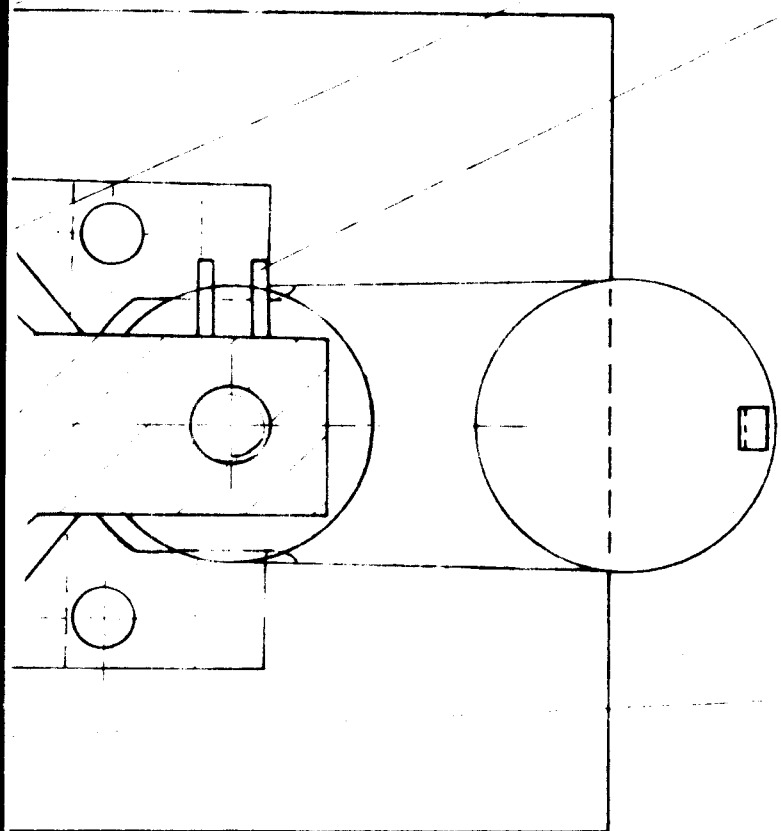
[illegible]

08/ (✓)

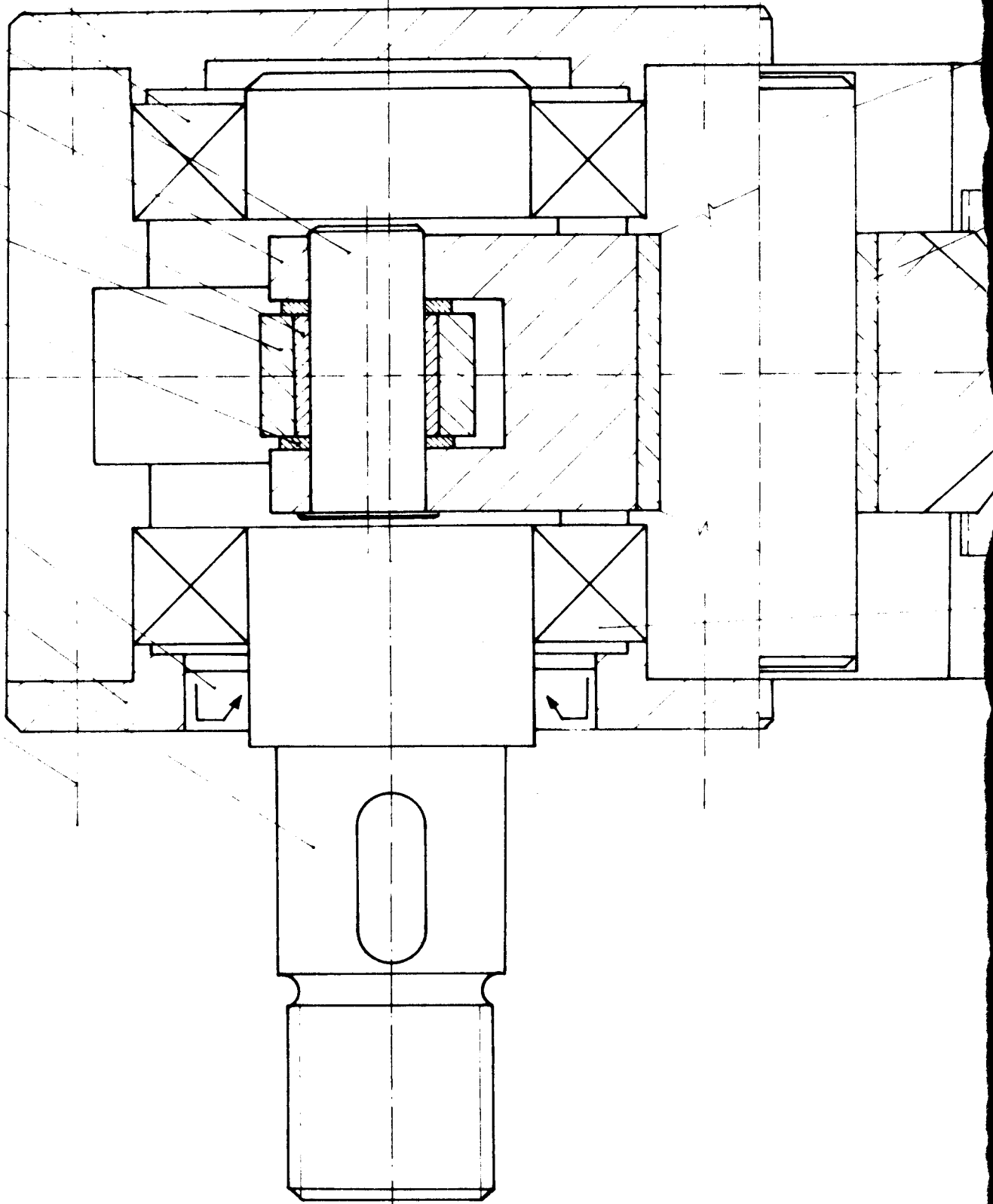


2	Ø12-8	12 060																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
---	-------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

VŠST LIBEREC	M: 1:1	SDRUŽENÁ VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA - LABORATORNÍ MODEL			SESTAVA č. 1				



10



14

13

20

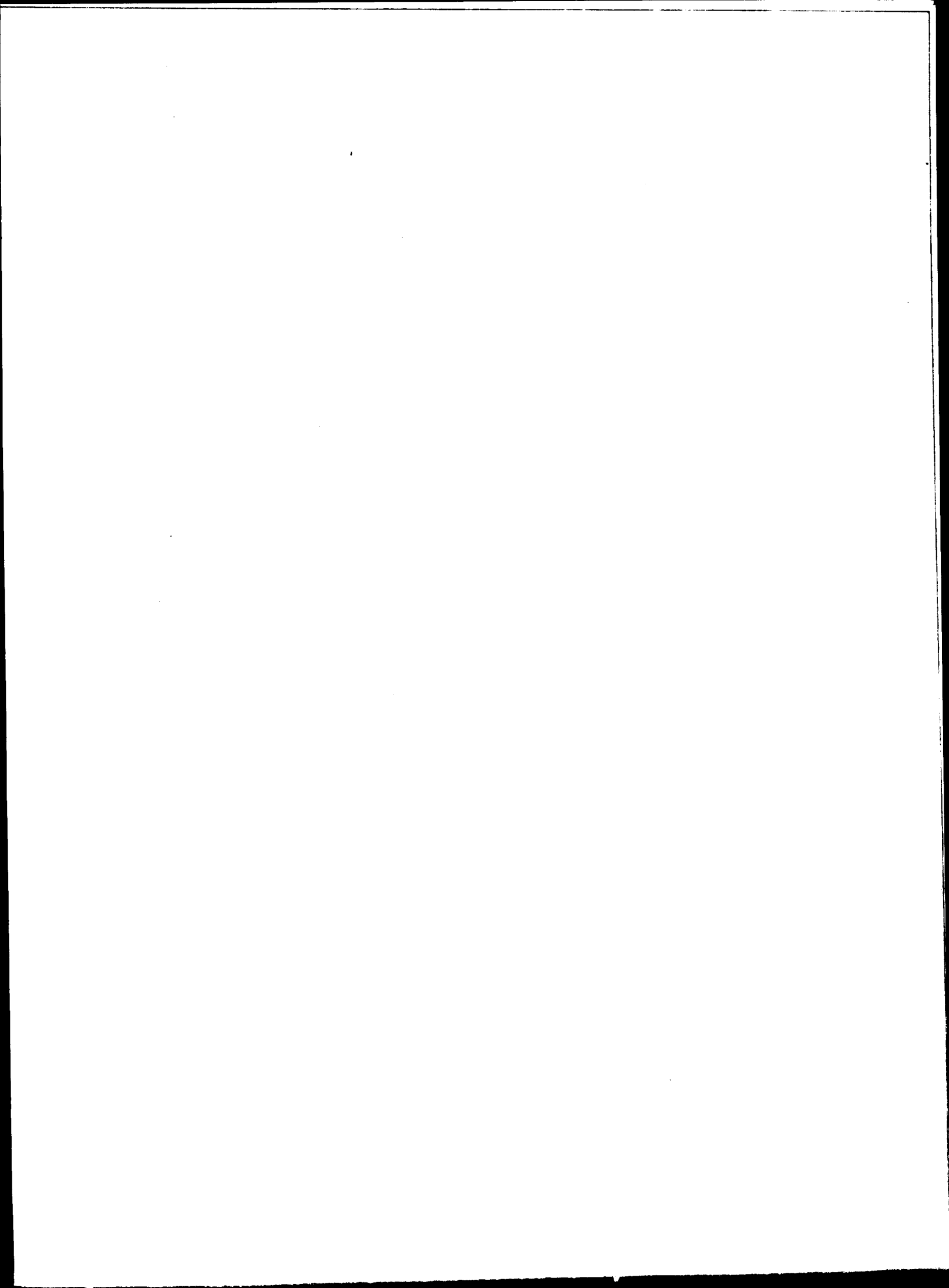
11

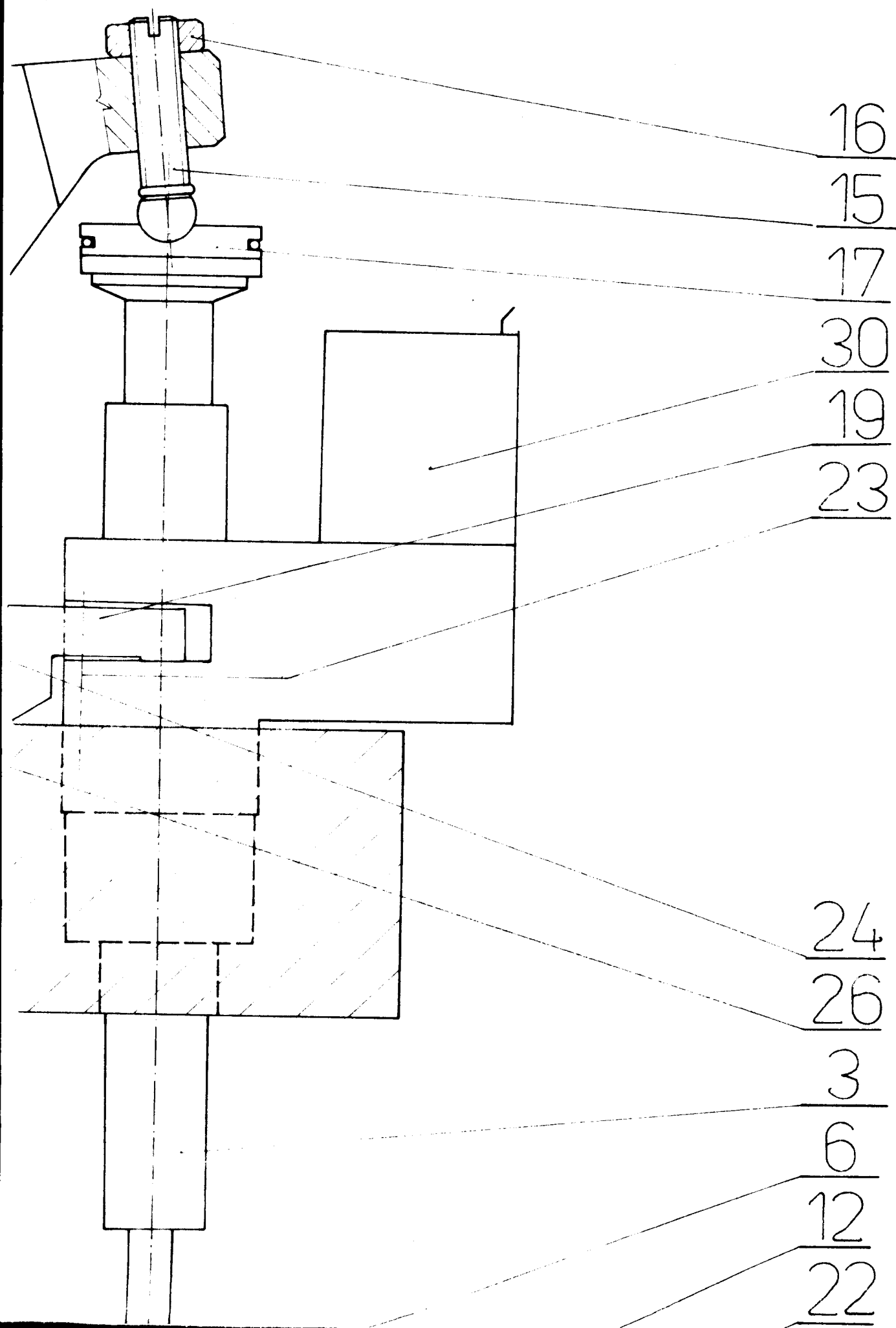
9

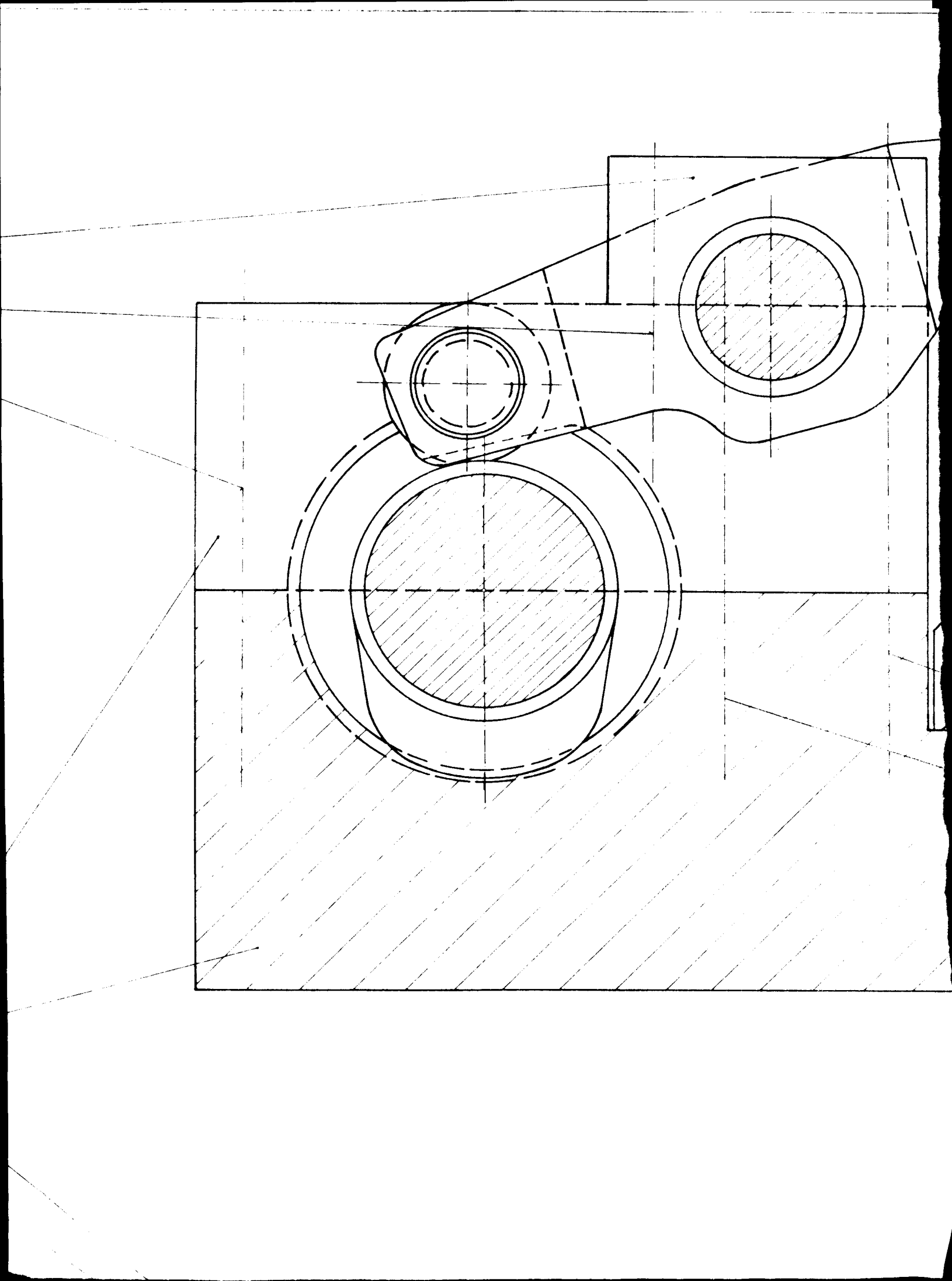
4

28

29







21

25

27

18,2

1

8

10

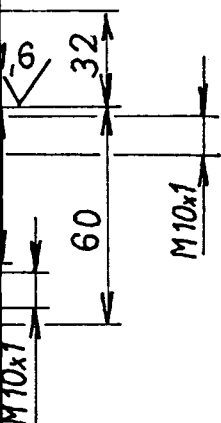
7

5

POSICE	NÁZEV-ROZMĚR	VÝKRES-NORMA	MATER.	J.	Mn.	kg
1.	TĚLESO 1. 130x90	KSD-256-1.01	11500		1	
2.	TĚLESO 2. 170x40	KSD-256-1.02	11500		1	
3.	VSTŘIKOVAČ SVJ+ELMG.	KSD-256-1.03	—		1	
4.	VAČKA Ø90-175	KSD-256-1.04	14220		1	
5.	VAHADLO	KSD-256-1.05	14220		1	
6.	ČEP Ø38-115	KSD-256-1.06	12020		1	
7.	ČEP Ø28-58	KSD-256-1.07	12020		1	
8.	VÍKO 1. Ø140-20	KSD-256-1.08	11373		1	
9.	VÍKO 2. Ø140-20	KSD-256-1.09	11373		1	
10.	LOŽISKO 6210	ČSN 024630	—		2	
11.	GUFERO 50x72x12	ČSN 029401	—		1	
12.	POUZDRO 1. TR. Ø 45,5x5-52	KSD-256-1.12	423018		1	
13.	KLADKA Ø40-25	KSD-256-1.13	12020		1	
14.	POUZDRO 3. TR Ø25,5x3,25-25	KSD-256-1.14	423018		1	
15.	ŠROUB Ø14-50	KSD-256-1.15	14220		1	
16.	MATICE M10x1	ČSN 021402	—		1	
17.	KLUZÁK Ø40-10	KSD-256-1.17	12020		1	
18.	TĚLESO 3. 170x40	KSD-256-1.18	11500		1	
19.	DRŽÁK 4HR 40	KSD-256-1.19	11500		1	
20.	KROUŽEK Ø30-1,5	KSD-256-1.20	12020		2	
21.	TŘMEN 4 HR 40	KSD-256-1.21	11500		2	
22.	ÚCHYTKA Ø2-210	KSD-256-1.22	12090		1	
			VŠST LIBEREC			
NÁZEV: LABORATORNÍ MODEL SVJ		KSD-1 Sestava č. 1				

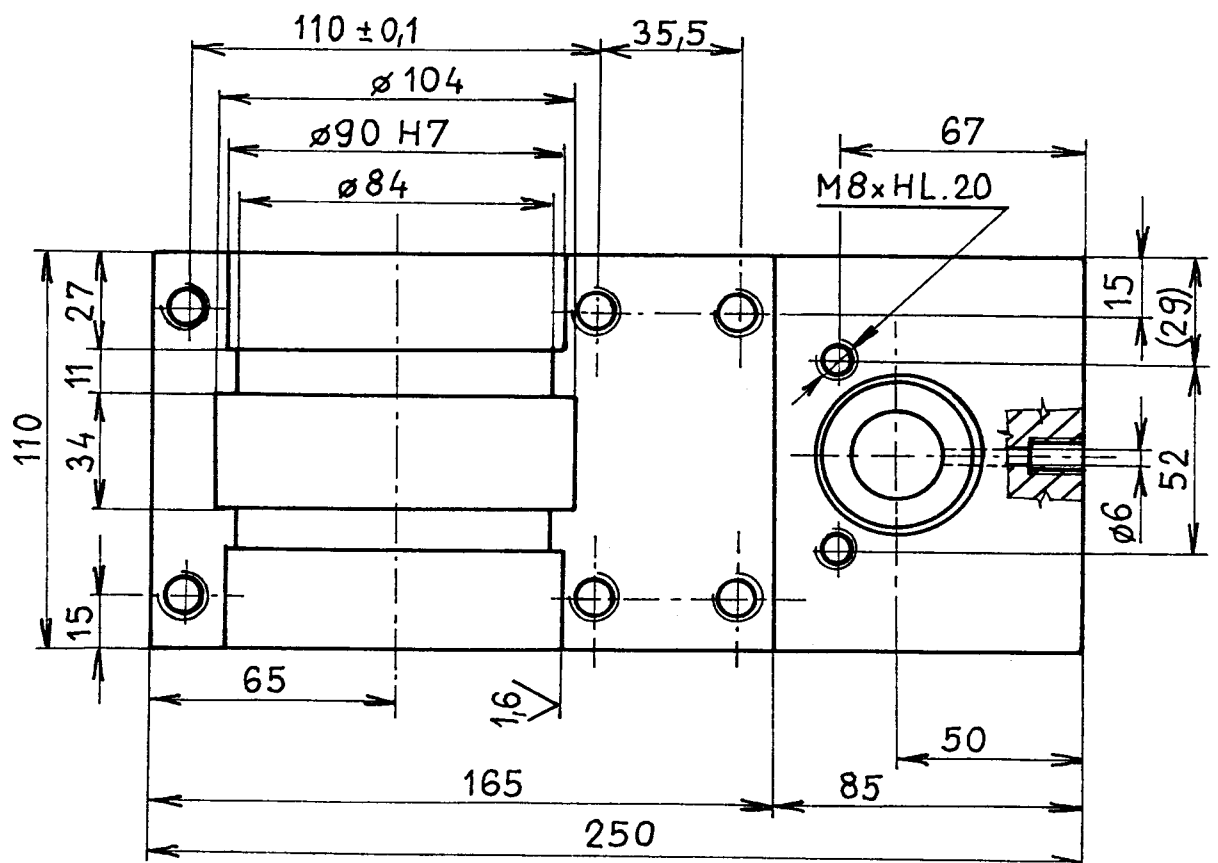
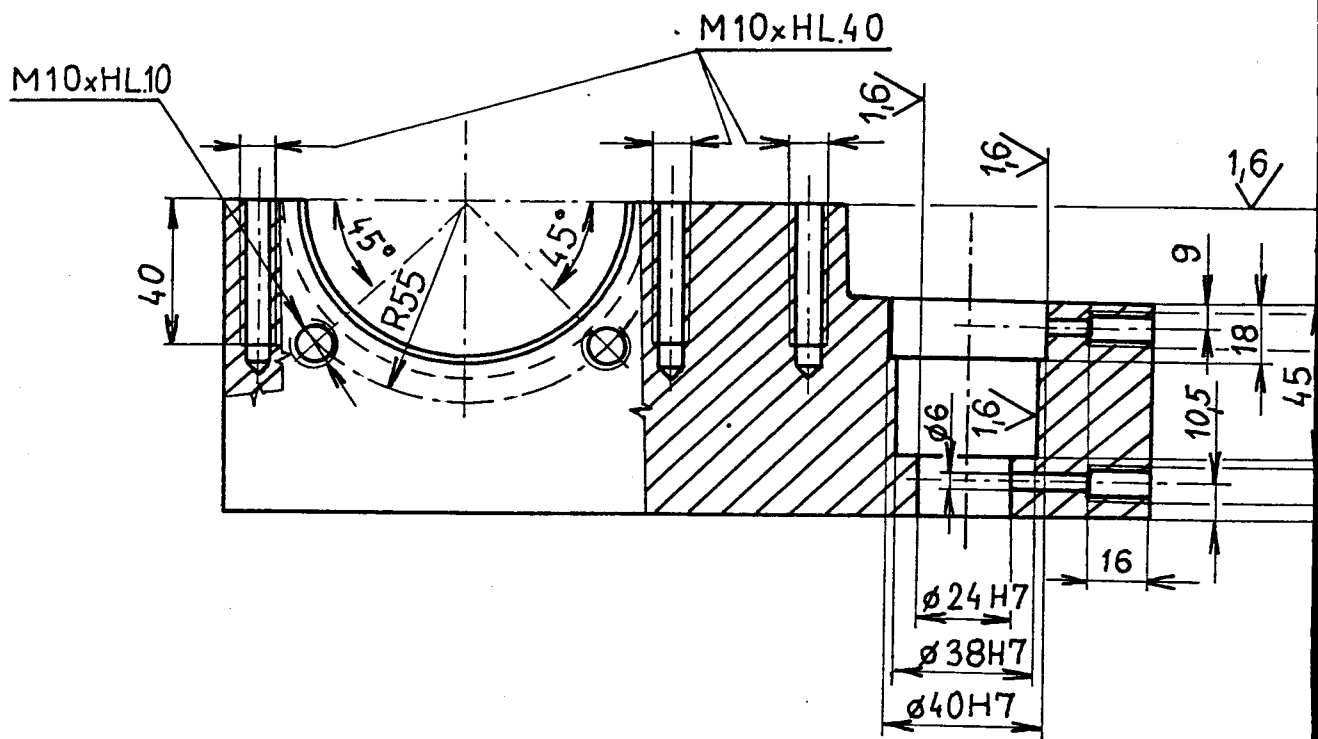
POSICE	NÁZEV - ROZHĚR	VÝKRES - NORMA	MATER.	J.	Mn.	Kg
23.	ŠROUB M8x40	ČSN 021143			2	
24.	ŠROUB M10x110	ČSN 021143			2	
25.	ŠROUB M10x45	ČSN 021143			2	
26.	ŠROUB M10x70	ČSN 021143			2	
27.	ŠROUB M10x85	ČSN 021143			2	
28.	ŠROUB M10x20	ČSN 021101			8	
29.	PODLOŽKA 10	ČSN 021740			8	
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						
40.						
41.						
42.						
43.						
44.						
			V Š ST LIBEREC			
NÁZEV: LABORATORNÍ MODEL SVJ		KSD-1				

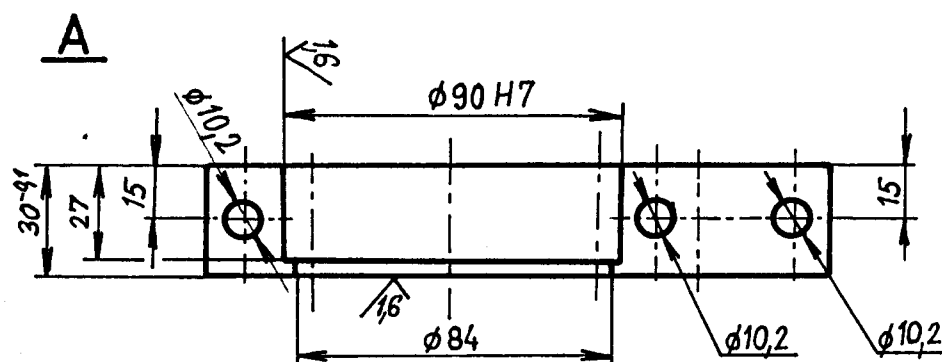
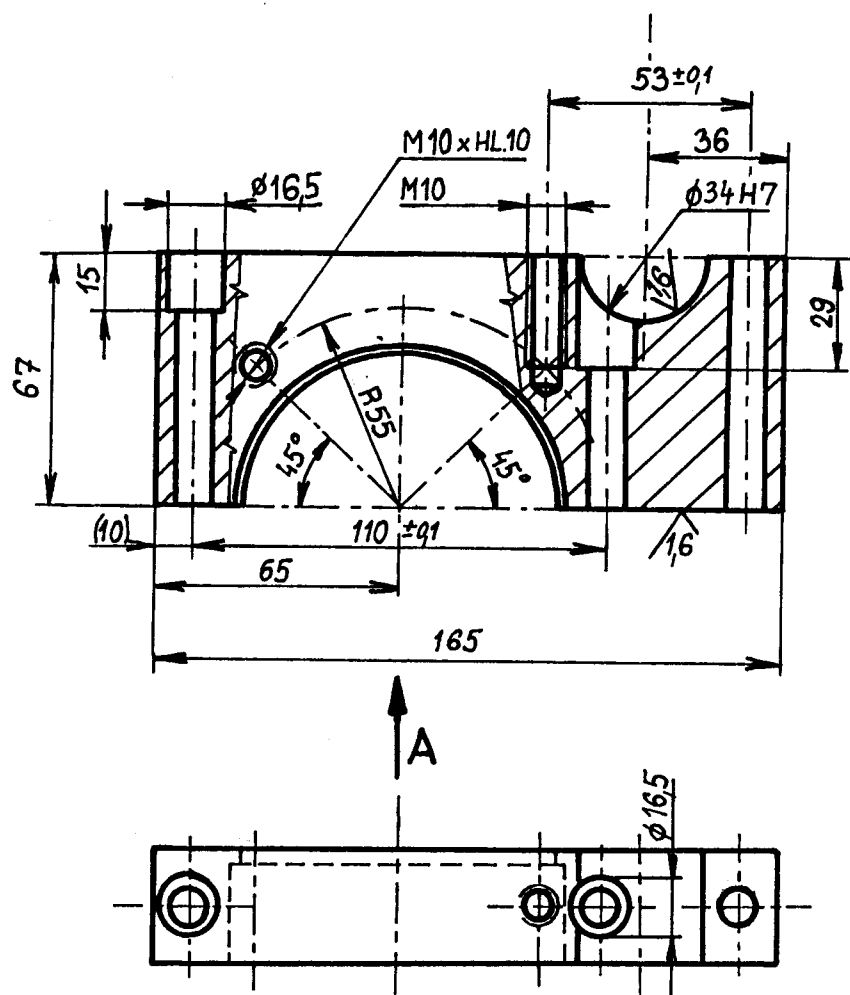
3,2



NEOZNAČENÉ HRANY 0,5x45°

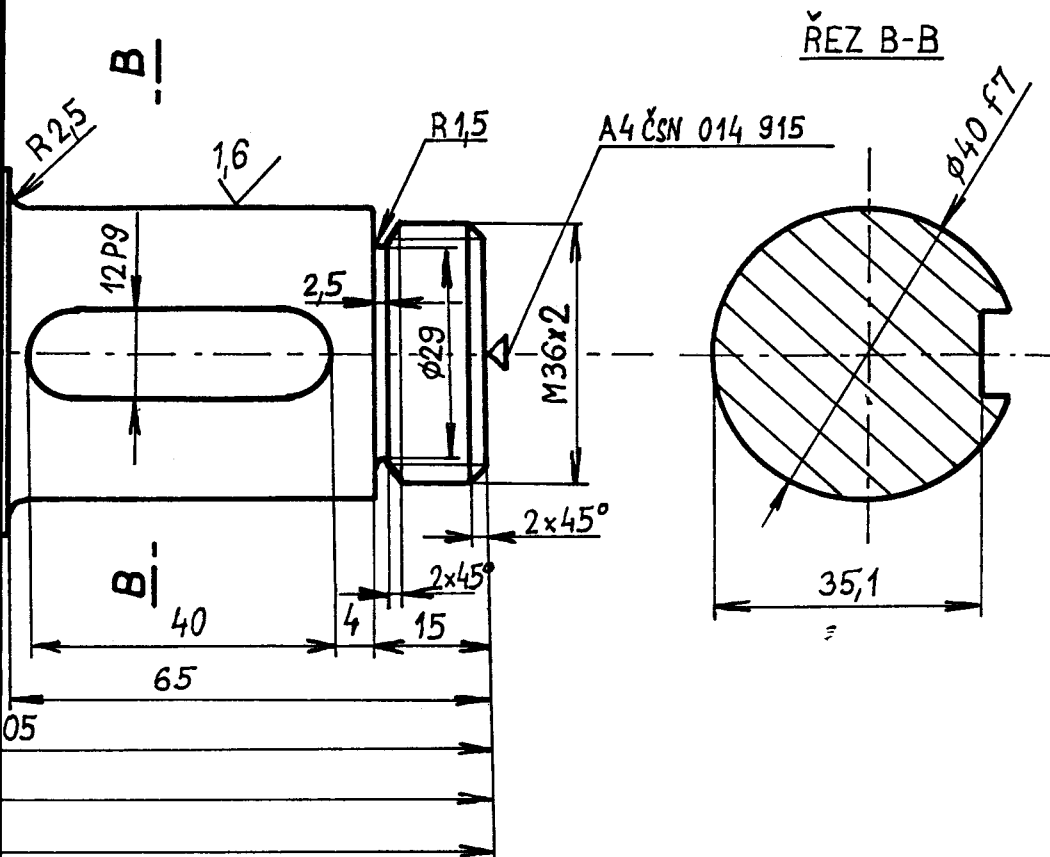
1	□ 130 x 90	11500		ČSN 42 51 21				1
VŠST	M 1:2							
LIBEREC		TĚLESO 1		KSD-256-1.01				SVJ





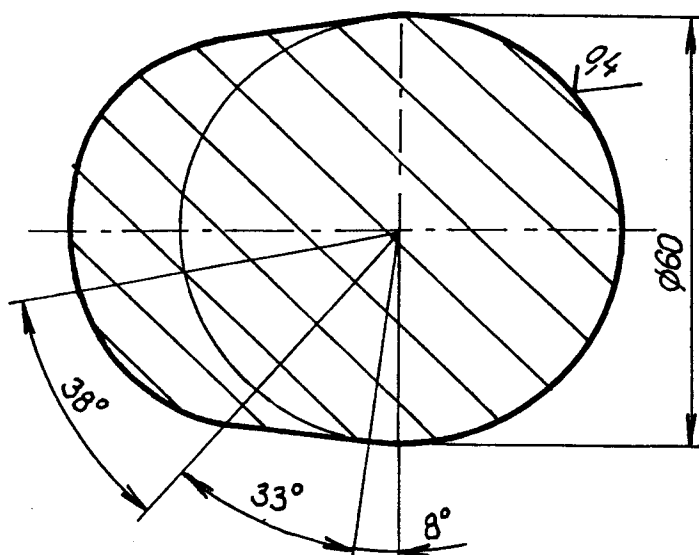
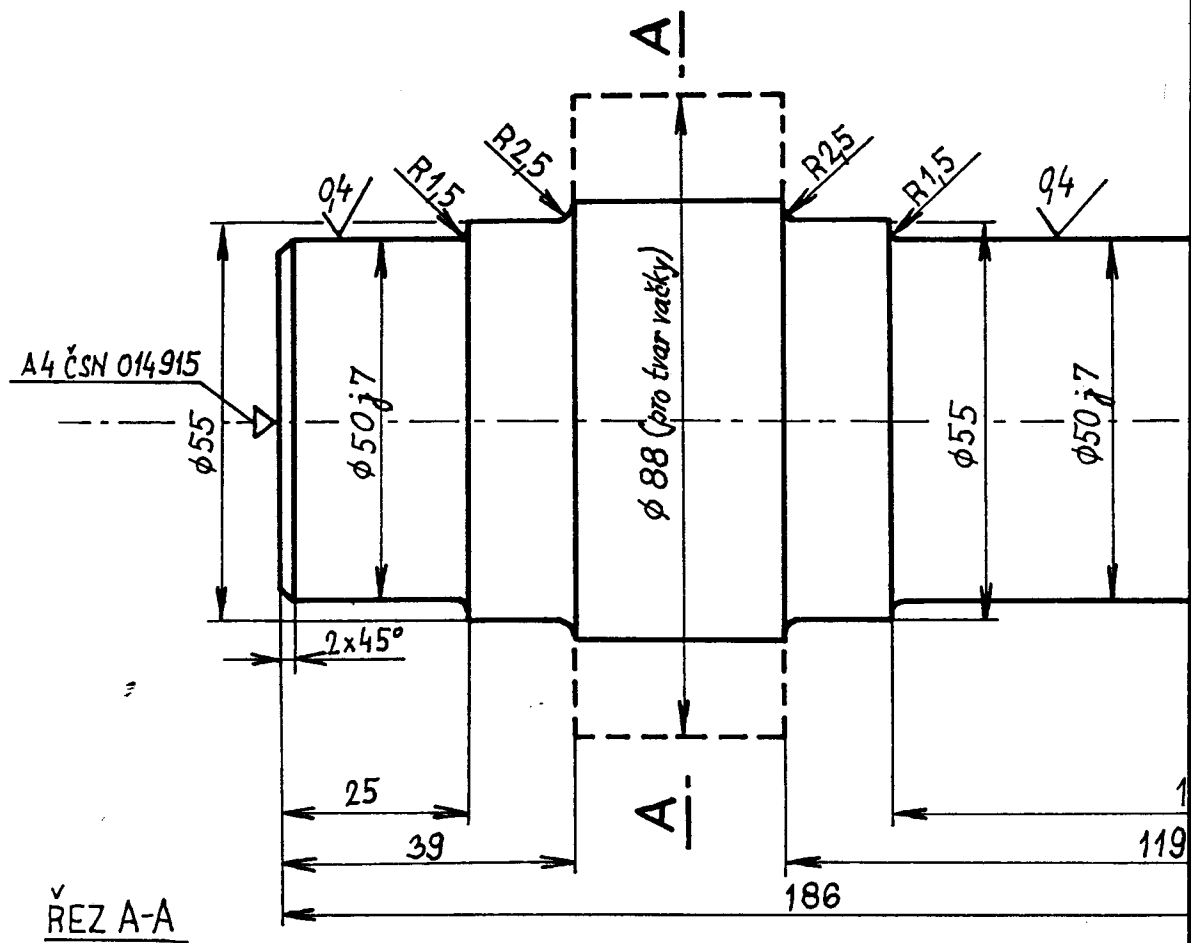
1	$\neq 170 \times 40$	11500	ČSN 42 5524	2
VŠST	M: 1:2	TĚLESO II		
LIBEREC		KSD-256-1.02		SVJ

3,2/ (✓)

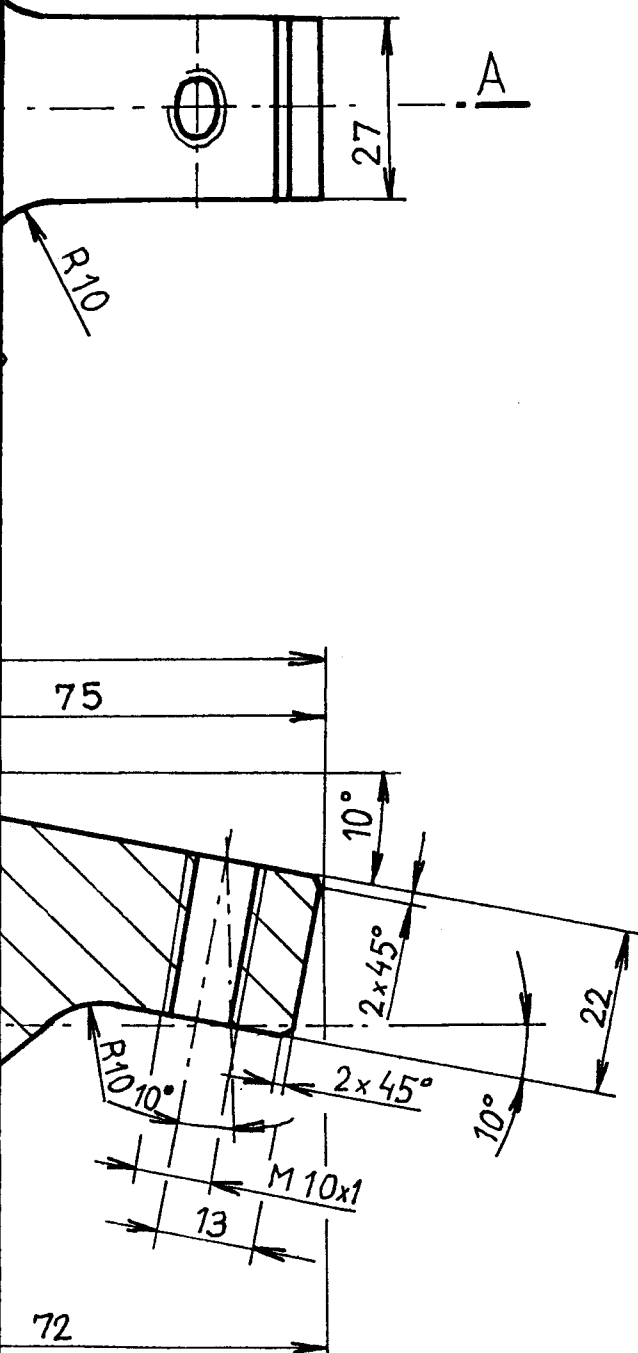


TVAR VAČKY PODLE MODELU VAČKY-M 5:1
NEOZN. HRANY $0,5 \times 45^\circ$; CEMENTOVAT DO HL. $0,3 \pm 0,1$ mm; KALIT, HRC 62

1	Ø 90-175	12020	ČSN 42 6510	4
VŠST	M: 1:1			
LIBEREC	VAČKA		KSD-256-1.04	SVJ

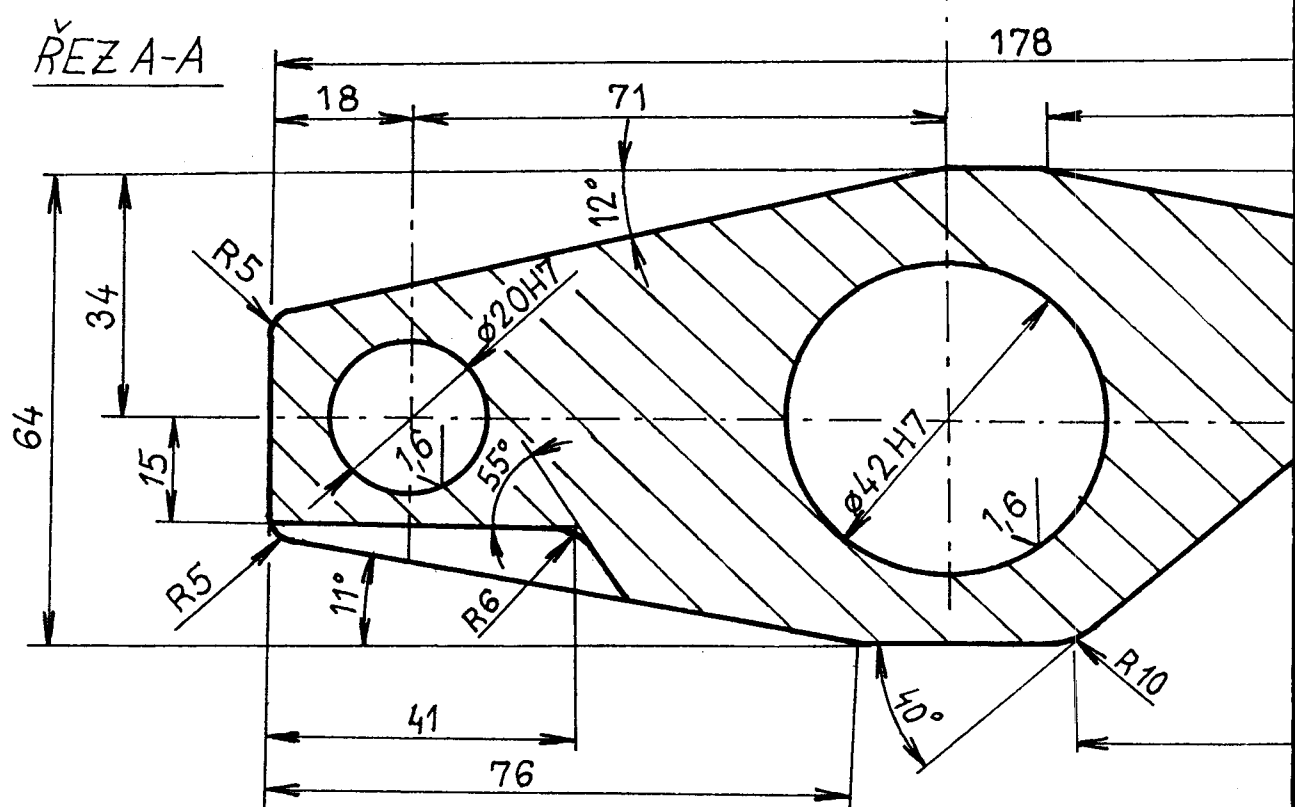
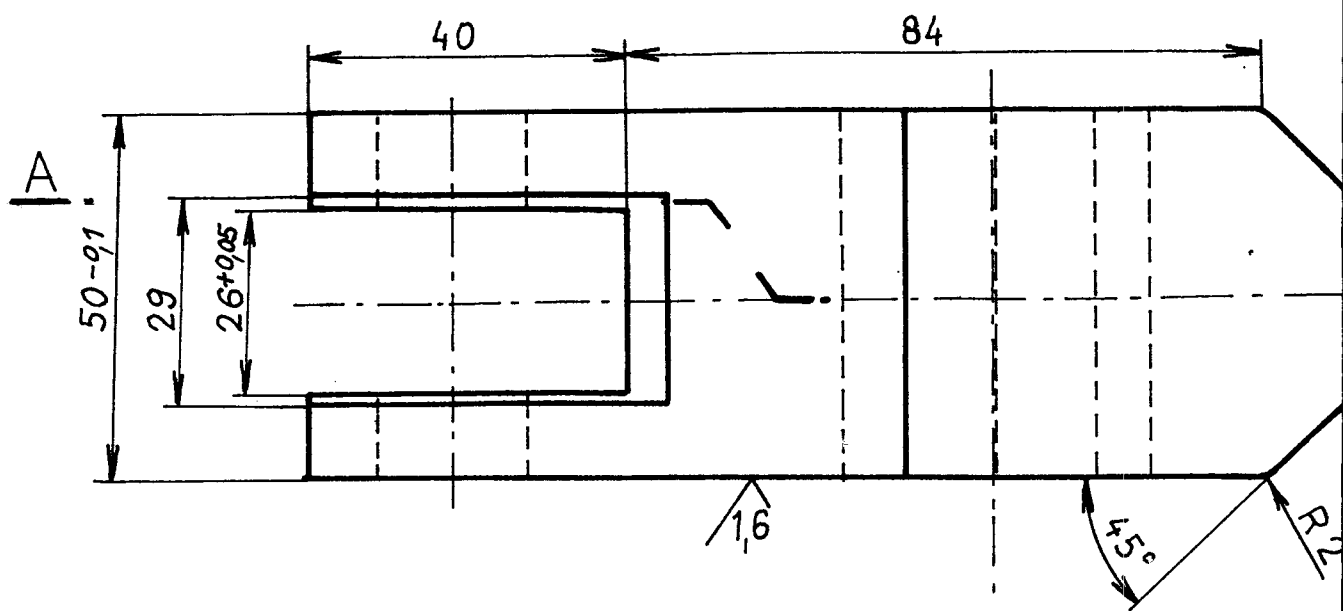


3,2 / ✓ / ✓ /

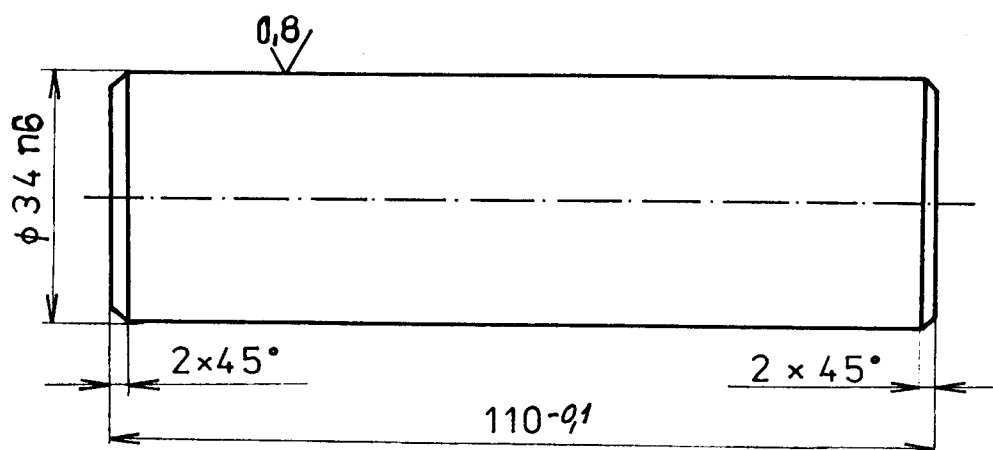


CEMENTOVAT DO HL. 03⁺⁰¹, KALIT, 62 HRC

1								5
VŠST	M: 1:1							
LIBEREC		VAHADLO			KSD-256-1.05		SVJ	



3,2 ✓/✓/✓



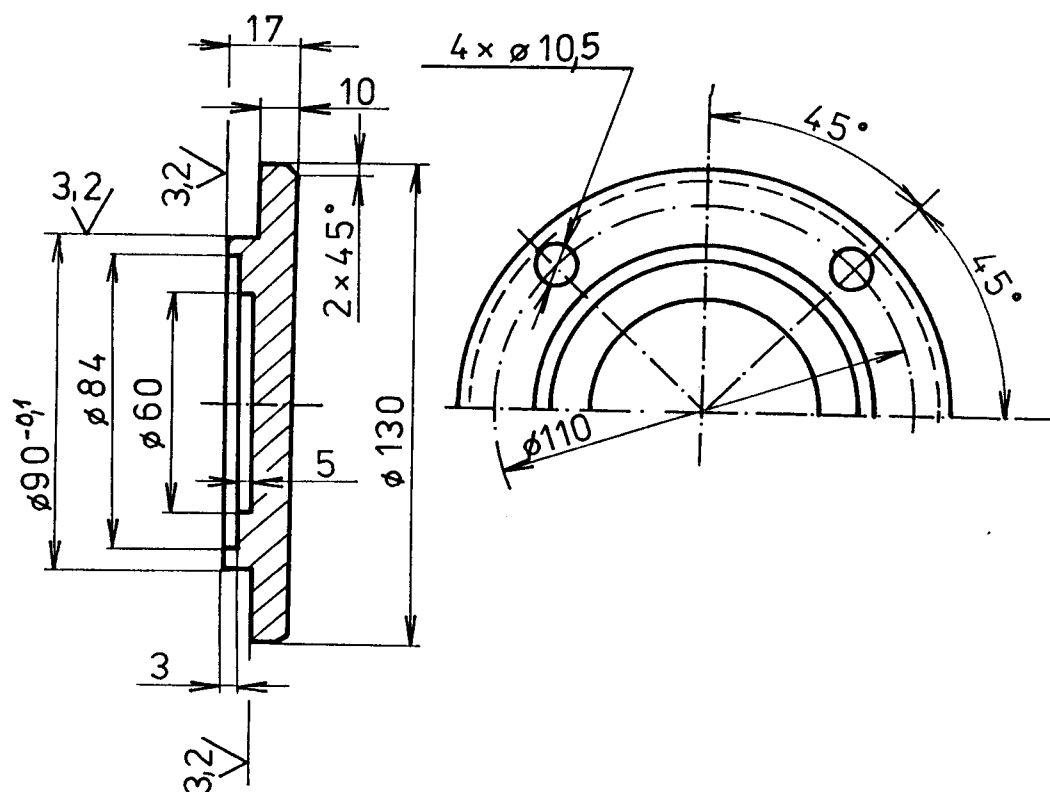
CEMENT. DO HL. $h = 0,3 \pm 0,1$ [mm]; HRC 62÷65; KALIT

1	$\phi 38-115$	11500		ČSN425510		001		6
VŠST	M: 1:1							
LIBEREC	ČEP			KSD-256-1.06			SVJ	

1	ø22-52	12020		ČSN 426510				7
VŠST		M: 1:1						
LIBEREC			ČEP		KSD-256-1.07			SVJ

1	ø22-52	12020		ČSN 426510				7
VŠST		M: 1:1						
LIBEREC			ČEP		KSD-256-1.07			SVJ

6,3

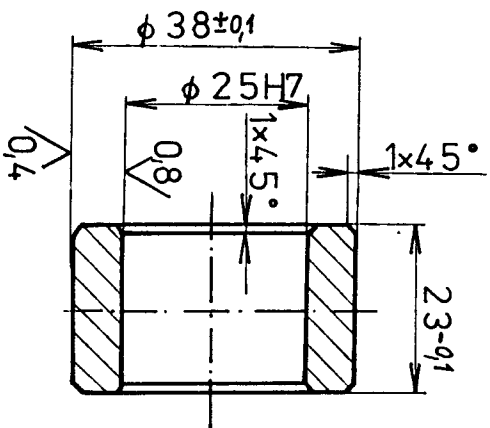


DÍRY PRŮCHOZÍ

1	ø 140-20	11373		ČSN 42 5510	001		8
VŠST	M: 1:2						
LIBEREC	VÍKO I			KSD-256-1.08			SVJ

Technical drawing of a mechanical part, likely a shaft or tube, showing dimensions and tolerances. The drawing includes a cross-section view with a central hole and a longitudinal section view. Key dimensions include diameters ($\phi 90_{-0,1}$, $\phi 82$, $\phi 72 H8$, $\phi 110$, $\phi 130$), lengths (105, 110, 130), and angles ($2 \times 45^\circ$). Surface finish symbols (3,2) are also present.

VRTAT 4xø10 PO 90										
1	ø140-20	11373		ČSN 42 5510	001		9			
VŠST		M:1:2								
LIBEREC		VÍKO II		KSD-256-1.09					SVJ	

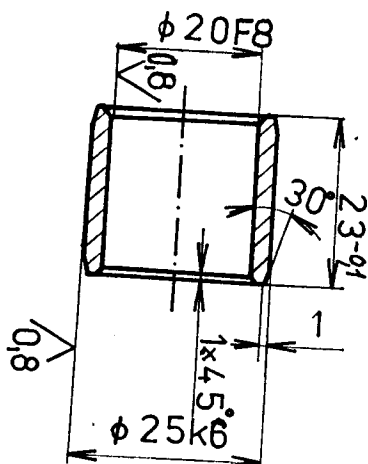


3.2 / V /.

CEMENTOVAT DO HL. 0.3 [mm], KALIT, 62 HRC

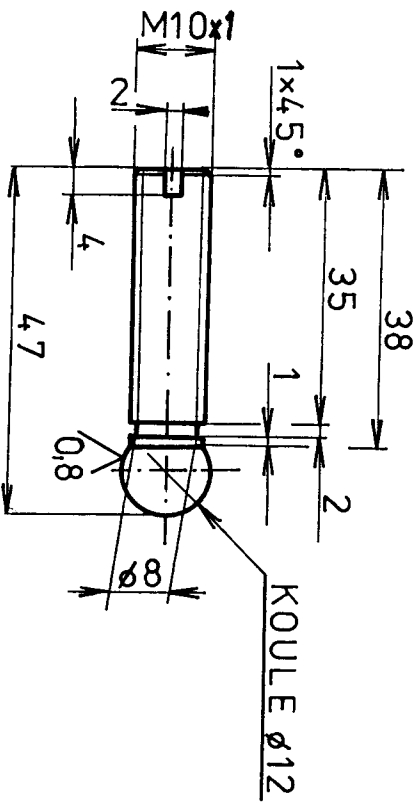
1	ø40-25	12020	ČSN 426510	007	13
VŠST		M: 1:1	KSD-256-1.13		
LIBEREC		KLADKA	SVJ		

32 / / /



1	TRø25,5x32525	423018		ČSN 428711		322		14
VŠST	M: 1:1							
LIBEREC		POUZDRO 3		KSD-256-1.14				SVJ

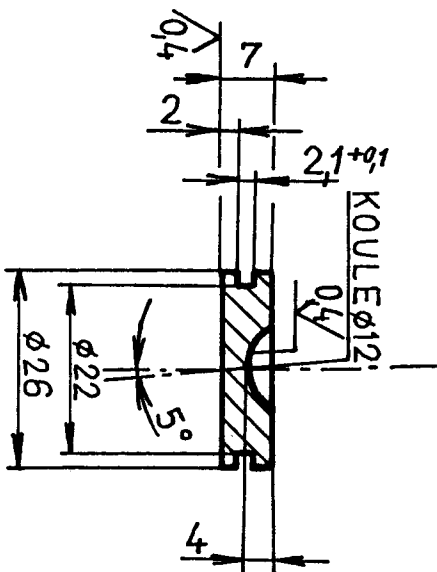
3,2 / V /



KOULI KALIT DO HL. $h = 0,5 \div 0,7$ [mm]; HRC 62 ÷ 65

1	Ø14-50	12020	ČSN426510	007	15
VŠST	M: 1:1				
LIBEREC	ŠROUB		KSD-256-1.15		SVJ

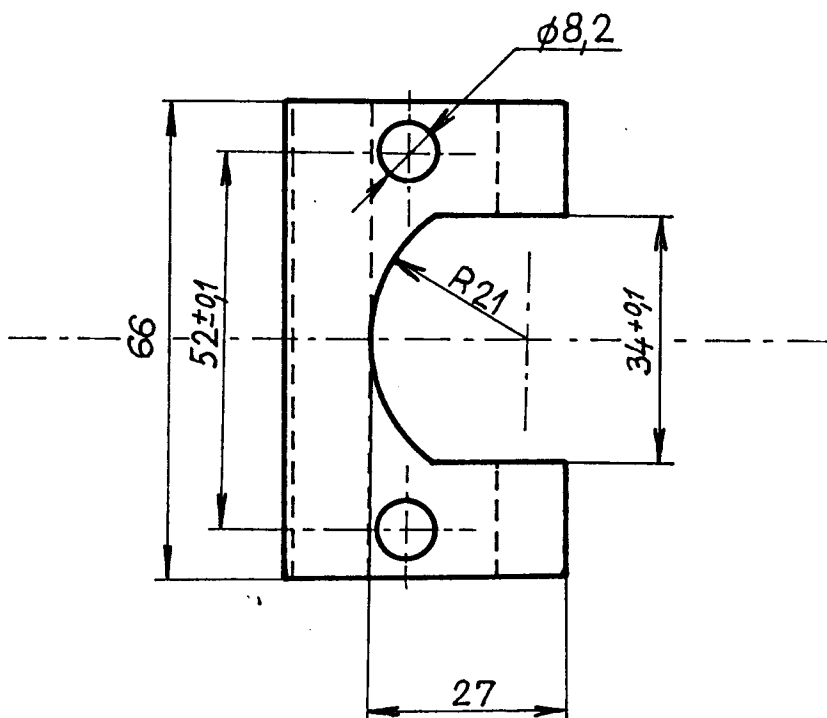
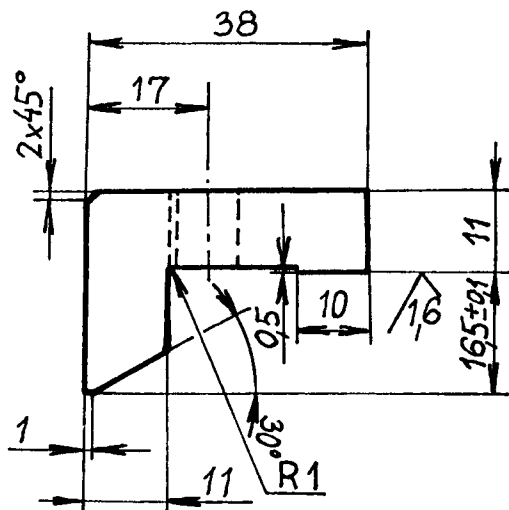
3,2 / V /



CEMENTOVAT DO HL. 0,3 [mm], HRC 60÷62

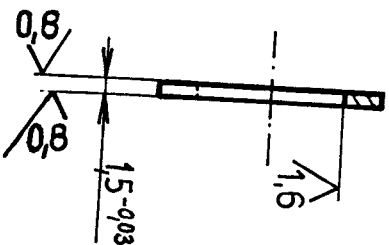
1	Ø 30-10	12020		ČSN 426510	007		17
VŠST	M: 1:1						
LIBEREC		KLUZÁK		KSD-256-1.17			SVJ

1	≠170 x 40	11500		ČSN 425524				18
VŠST LIBEREC	M: 1:2	TĚLESO III.		KSD-256-1.18				SVJ



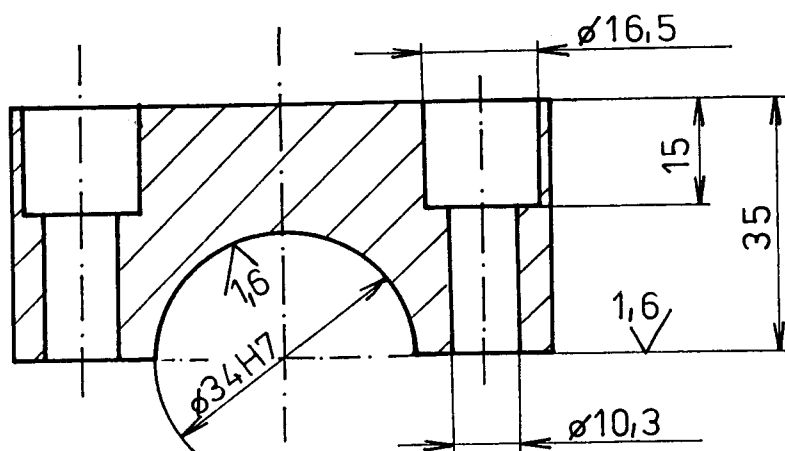
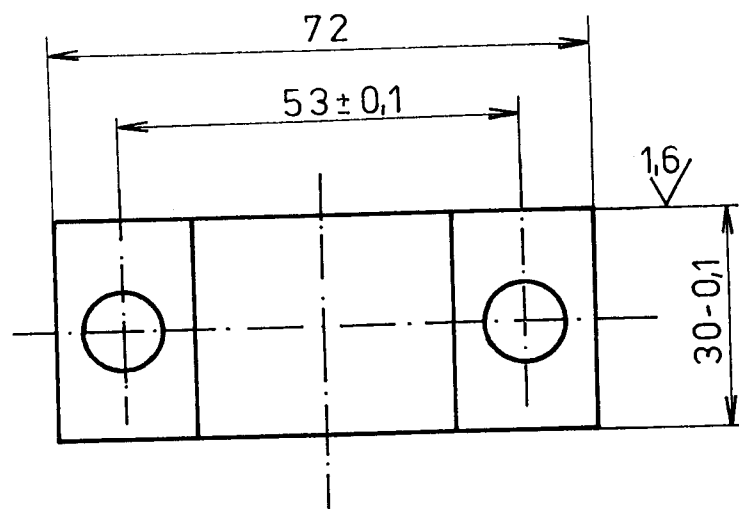
Nekótované hrany 0,5x45°

		11500					19
VŠST	M: 1:1						
LIBEREC		DRŽÁK		KSD-256-1.19			SVJ



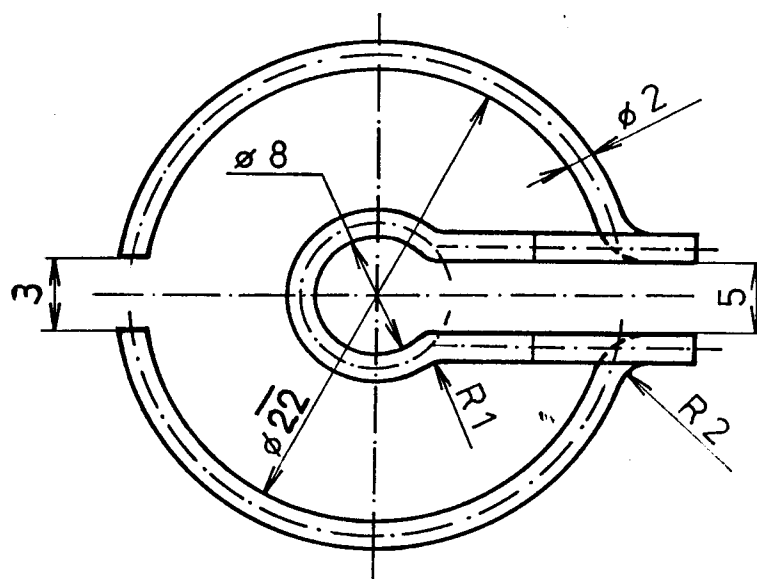
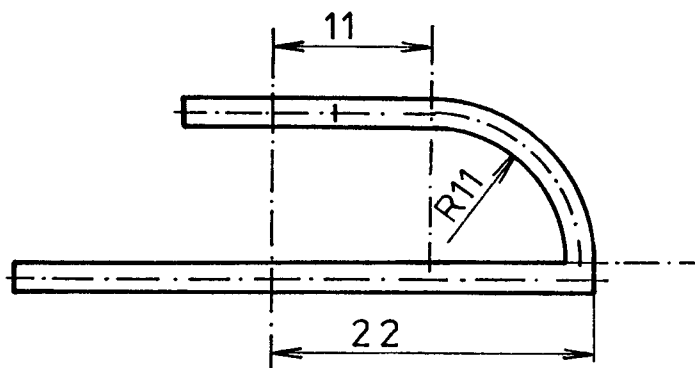
2		12020	ČSN 021702.4					20
VŠST LIBEREC	M: 1:1	KROUŽEK	KSD-256-1.20	SVJ				

3,2 / / /



2	4HR 40	11500		ČSN 42 55 20				21
VŠST	M: 1:1							
LIBEREC		TŘMEN		KSD-256-1.21				SVJ

✓/✓/✓/✓



1	ø 2 - 210	12090	ČSN 426403	22
VŠST	M: 2:1			
LIBEREC		ÚCHYTKA	KSD-256-1.22	SVJ

VÝROBNÍ POSTUPY SOUČÁSTÍ
LABORATORNÍHO MODELU SVJ

Těleso - KSD - 256 - 1.01

- 1/ Dělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat míry 250, 110, 92 mm
- 3/ Svrtat dvojmo s dílci č. v. KSD - 256 - 1.02 a KSD - 256 - 1.18 4x ϕ 10,2 do hloubky 67 mm a zahloubení ϕ 16,5 mm do hloubky 15 a 29 mm
- 4/ Pokračovat vrtákem ϕ 8,4 do hloubky 112 mm (4X)
- 5/ Rozebrat
- 6/ Řezat závity M 10 - 4X do hloubky 45 mm
- 7/ Pevně sešroubovat šrouby 2X M 10X70 mm - pozice 26
2X M 10X85 mm - pozice 27
- 8/ Upnout na lícni desku, soustružit ϕ 84, ϕ 104 a ϕ 90 H7
- 9/ Otočit a vyrovnat na indikátor ($\pm 0,02$ mm)
- 10/ Soustružit ϕ 90 H7
- 11/ Vrtat 8X ϕ 8,4 mm (pro M 10) do hloubky 12 mm pro boční víka č. v. KSD - 256 - 1.08 a KSD - 256 - 1.09
- 12/ Řezat závity M 10 (8X) do hloubky 10 mm
- 13/ Upnout celek 3 částí spolu s dílci (2 ks) č. v. KSD - 256 - 1.21
- 14/ Svrtat dvojmo 2X ϕ 10,2 do hloubky 35 mm
- 15/ Zahloubit 2X ϕ 16,5 do hloubky 15 mm
- 16/ Pokračovat ϕ 8,4 pro M 10 (2X)
- 17/ Vrtat dále 2X ϕ 10,2 mm do hloubky 102 mm
zahloubit 2X ϕ 16,5 mm do hloubky 15 mm
- 18/ Pokračovat do hloubky 147 mm - ϕ 8,4 mm pro M 10
- 19/ Označit
- 20/ Rozebrat
- 21/ Řezat závity 2X M 10 do hloubky 45 mm
- 22/ Sešroubovat pevně s dílci č.v. KSD - 256 - 1.02 a KSD - 256 - 1.18 a s dvěma kusy (označenými) KSD - 256 - 1.21
- 23/ Vyvrtat ϕ 34 H7
- 24/ Rozebrat
- 25/ Vrtat ostatní otvory na tělese - 2X ϕ 6, zahloubit ϕ 8,9 pro M 10X1 - do hloubky 16 mm, dále vrtat ϕ 24 M7, ϕ 38 H7 a dále 2X ϕ 6,6 mm pro M 8
- 26/ Řezat závity 2X M 10X1 do hl. 15 mm, dále závit M 8
- 27/ Odjehit hrany

Těleso 2 KSD - 256 - 1.02 a těleso 3 KSD - 256 - 1.18

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat míry 165, 67, 30 → 0,1 mm
- 3/ Neuvedené operace spolu s dílcem KSD - 256 - 1.01
(viz výr. postup pro KSD - 256 - 1.01)
- 4/ Odjehlít hrany

Vačka KSD - 256 - 1.04

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově s přídavkem 0,3 mm na průměrech 2X ϕ 50j7,
 ϕ 40f7, ϕ 88 (pro tvar vačky)
- 3/ Frézovat tvar vačky s přídavkem 0,3 mm
- 4/ Frézovat drážku - 12 P9
- 5/ Řezat závit M 36X2
- 6/ Cementovat do hl. 0,5 - 0,6 mm (chránit závit M 36x2)
kalit na HRC 60 - 62
- 7/ Brousit ϕ 50 j 7 (2X), ϕ 40 f7
- 8/ Brousit tvar vačky hotově na kopírovacím zařízení podle
matečné vačky v měřítku M 5:1

Vahadlo KSD - 256 - 1.05

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat hotově
- 3/ Vrtat ϕ 8,9 pro M 10x1
- 4/ Vrtat ϕ 20 H7, ϕ 42 H7 vždy s přídavkem 0,3 mm
- 5/ Řezat závit M 10x1, srazit hrany
- 6/ Cementovat do hl. 0,5 mm (chránit závit M 10) , kalit
na HRC 60 - 62
- 7/ Brousit ϕ 20 H7, ϕ 42 H7

Čep KSD - 256 - 1.06

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit ϕ 34 n6 s přídavkem 0,3 mm hotově
- 3/ Cementovat do hl. 0,4 mm, kalit na HRC 60 - 62
- 4/ Brousit ϕ 34 n6

Čep KSD - 256 - 1.07

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově - ϕ 20 n6 s přídavkem 0,3 mm
- 3/ Cementovat do hloubky 0,4 mm, kalit na HRC 58 - 62
- 4/ Brousit ϕ 20 n6

Víko 1 - KSD - 256 - 1.08 a víko 2 - KSD - 256 - 1.09

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově
- 3/ Vrtat otvory ϕ 10,5 mm po 90°
- 4/ Srazit hrany

Pouzdro 1. - KSD - 256 - 1.12

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově
- 3/ Zalisovat do otvoru ve vahadle - KSD - 256 - 1.05
- 4/ Vystružit ϕ 34 f8

Kladka KSD - 256 - 1.13

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově - ϕ 38 $\pm$ 0,1 a ϕ 25 H7 vždy s přídavkem 0,3 mm
- 3/ Cementovat do hl. 0,4 mm, kalit na HRC 62 $\pm$ 2
- 4/ Brousit ϕ 38 $\pm$ 0,1 a dále ϕ 25 H7

Pouzdro 3. - KSD - 256 - 1.14

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově
- 3/ Zalisovat do otvoru ve vahadle KSD - 256 - 1.05
- 4/ Vystružit ϕ F8

Šroub KSD - 256 - 1.15

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit kouli ϕ 12, vyleštit
- 3/ Soustružit ϕ 10 pro M 10x1 s přídavkem 3 mm
- 4/ Cementovat do hl. 0,5 mm
- 5/ Soustružit závit M 10x1, ϕ 8
- 6/ Frézovat drážku 2 mm
- 7/ Kalit na HRC 60 - 62
- 8/ Přeleštit kouli ϕ 12

Kluzák KSD - 256 - 1.17

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově (včetně koule ϕ 12), tloušťka 7mm s přídavkem 0,2 mm
- 3/ Cementovat do hl. 0,5 mm, kalit na HRC 60 - 62
- 4/ Brousit míru 7 mm
- 5/ Vyleštit kouli ϕ 12 mm

Držák KSD - 256 - 1.19

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat hotově
- 3/ Vrtat hotově (2x ϕ 8,2 mm)
- 4/ Srazit hrany

Kroužek KSD - 256 - 1.20

- 1/ Upíchnout z tyče s přídavkem 0,3 mm (míra 1,5 mm)
- 2/ Cementovat do hloubky 0,4 mm, kalit na HRC 60 - 62
- 3/ Brousit na míru 1,5 - 0,03 mm

Třmen KSD - 256 - 1.21

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat míry 72, 35, 30 - 0,1 mm hotově
- 3/ Neuvedené operace spolu s dílci č. v. KDS - 256 - 1.01, KDS - 256 - 1.02, KDS - 256 - 1.18 (viz výr. postup KDS - 256 - 1.01)
- 4/ Odjehlit hrany

Úchytka KSD - 256 - 1.22

- 1/ Oddělit drát
- 2/ Ohnutí do tvaru dle výkresu
- 3/ Kalit

Těleso KSD - 256 - 2.01

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Frézovat tvar na míru 40 mm
frézovat plošky šíře 12 mm na míru $34^{+0,1}_{-0,1}$ mm
míra $60 \pm 0,1$ mm s přídavkem 0,3 mm
míra $29 \pm 0,02$ mm s přídavkem 0,3 mm
- 3/ Rýsovat pro otvory $\phi 12^{+0,002}_{-0,001}$ a $\phi 14$ H6 a označit
- 4/ Vrtat otvor $\phi 12^{+0,002}_{-0,001}$ s přídavkem 0,3 mm a otvor $\phi 14$ H6 s přídavkem 0,3 mm
- 5/ V dělicím přístroji frézovat $\phi 40$ F8 s přídavkem 2mm a oba rádiusy 20 hotově
- 6/ Soustružit $\phi 40$ F8 s přídavkem 0,3 mm
soustružit zápichy hotově, střední zápich podle detailu C (pod úhlem 30°)
soustružit $\phi M30 \times 1,5$ s přídavkem 3 mm
- 7/ Cementovat do hl. 0,4 - 0,5 mm
- 8/ Svratat s dílci č. v. KSD - 256 - 2.06, vystředit pomocí vyrobeného středícího trnu ($\phi 12$ h7, $\phi 17$ g5), nejprve označit vrtákem $\phi 4,2 - 4,3$, dále vrtat vrtákem $\phi 3,2$ pro M 4 do hloubky 12 mm
dále vrtat ostatní $\phi 3,2$ pro M 4, dále všechny označené kanálky
- 9/ Řezat závit M 30x1,5 hotově
- 10/ Soustružit zápich šíře 3,8 hotově
- 11/ Srazit hrany
- 12/ Kalit na 62 ± 2 HRC
- 13/ Brousit otvory $\phi 12^{+0,002}_{-0,001}$, $\phi 14$ H 6
brousit $\phi 40$ F 8 a obě spodní čela
po novém upnutí brousit plochu H na míru $60 \pm 0,1$ mm a dále brousit na míru $29 \pm 0,02$ mm
- 14/ Zaslepit vyčerněné části otvorů
- 15/ Vyvrtat $\phi 3,2$ otvor H 4, do kterého zasáhlo zaslepení, vyříznout závit.

Držák trysky KSD - 256 - 2.02

- 1/ Oddělit materiál s přídatkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově, délka 40 mm s přídatkem 0,3 mm, ϕ h11 a ϕ 28 h9 s přídatkem 0,3 mm
- 3/ Řezat závit M 19x0,75, sržit hrany
- 4/ Vyvrtat díry 2x ϕ 2,5 A12 pro kolíky, dále díry ϕ 2,5 (kanály), ϕ 1,5, ϕ 2
- 5/ Cementovat do hl. 0,5 mm (chránit závit M19x0,75) kalit na HRC 52 - 56
- 6/ Brousit plochy S (na míru 40)
- 7/ Brousit ϕ 28 h9, ϕ 22 h11
- 8/ Zaslepit (vyčernění) část otvoru ϕ 1,5

Matice KSD - 256 - 2.04

- 1/ Oddělit materiál s přídatkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově - ϕ 28 $^{+0,05}_{-0,00}$ s přídatkem 0,3 mm
- 3/ Frézovat sražení 1,5 x 45° po 60°
- 4/ Řezat závit M 30 x 1,5
- 5/ Cementovat do hl. 0,5 mm (chránit závit M 30 x 1,5) Kalit na HRC 52 - 56
- 6/ Brousit ϕ 28 $^{+0,05}_{-0,00}$

Píst KSD - 256 - 2.04

- 1/ Oddělit materiál s přídatkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově ϕ 12 $^{+0,003}_{-0,003}$ mm
- 3/ Cementovat do hl. 0,4 mm kalit na 62±2 HRC
- 4/ Brousit a lapovat na míru ϕ 12 $^{+0,003}_{-0,003}$
- 5/ Vzájemně zabíhat při nízkých otáčkách v oleji s protikusem č. v. KSD - 256 - 2.01
- 6/ Odstranit pomocný čep (technologickou část) ϕ 6 mm a dokončit hlavu pístu

Vodící trn KSD - 256 - 2.05

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově, míra 49 s přídavkem 0,3 mm
 ϕ 17 g5 s přídavkem 0,3 mm
 míra $4,5^{+0,03}_{-0,00}$ s přídavkem 0,3 mm
- 3/ Frézovat hotově, míra $4,5^{+0,03}_{-0,00}$ s přídavkem 0,3 mm
- 4/ Cementovat do hl. 0,4 mm
 kalit na HRC 62^{+0}_{-5}
- 5/ Brousit ϕ 17 g5
 brousit rozměr $4,5^{+0,03}_{-0,00}$
- 6/ Brousit na rozměr 49

Vodící pouzdro KSD - 256 - 2.06

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově - ϕ 17 H6 s přídavkem 0,3 mm, míru 40 s přídavkem 0,3 mm
- 3/ Vrtat otvory ϕ 4,3 a sražení 60° (4x po 90°)
- 4/ Cementovat do hl. 0,4 mm
 kalit na 62^{+0}_{-5} HRC
- 5/ Brousit ϕ 17 H6 - plochu S
- 6/ Brousit na míru 40 spodní plochu

Plášť cívky KSD - 256 - 2.13

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově

Cívka KSD - 256 - 2.14

- 1/ Vyrobit přípravek k výrobě cívky (ϕ 10^{+0⁰⁵}, ϕ 33)
- 2/ Vyrobit pertinaxová čela cívky - tl. 0,7 mm, vnitřní ϕ 11,2, vnější ϕ 33^{-0¹/₂} mm
- 3/ Vyrobit střed cívky z papíru navinutého na přípravek ϕ 10 prosyceného epoxidem, přípravek ϕ 10 musí být natřený separátorem, potom zakrýt folií a těsně převázat. Po vytvrzení epoxidu soustružit na čepu ϕ 10, po mírném ohřevu čepu stáhnout
- 4/ Sestavit dle výkresu do přípravku
- 5/ Navíjet drát tl. 0,8, při navíjení závitů potřít jemně epoxidem střed cívky a po navinutí každé vrstvy jemně potřít navinutý drát. Těsně dotahovat, po navinutí poslední vrstvy natřít epoxidem, zakrýt folií a těsně převázat. Po vytvrzení opatrně zarovnat povrch soustružením.

Víčko cívky KSD - 256 - 2.15

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově
- 3/ Vrtat 2x ϕ 3,2
- 4/ Řezat závity 2x M4
- 5/ Srazit hrany

Vodící pouzdro KSD - 256 - 2.16

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově - ϕ 6 H7 s přídavkem 0,1 mm , míra 20 s přídavkem 0,2 mm
- 3/ Vrtat ϕ 4,3 - 4x po 90°
zahloubení 4x 60°
- 5/ Brousit ϕ 6 H7
- 6/ Brousit na míru 20

Šoupátko KSD - 256 - 2.17

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově, ϕ 6 h7 s přídavkem 0,2 mm
- 3/ Vrtat díry ϕ 3,2 pro M 4, hloubka 8 mm
- 4/ Řezat závity M4 do hl. 6 mm, srazit hrany
- 5/ Cementovat do hl. 0,4 mm (chránit závity M4)
kalit na HRC 52 - 56
- 6/ Brousit ϕ 6 h7, brousit zápichy 2x 1x1 mm

Kužel šoupátka KSD - 256 - 2.18

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově s řezáním závitu

Víčko ventilu KSD - 256 - 2.20

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově
- 3/ Vrtat otvory ϕ 4,3 po 90°
- 4/ Srazit hrany

Talířek KSD - 256 - 2.21

- 1/ Oddělit materiál s přídavkem 3 mm
- 2/ Soustružit hotově, míra 1,5 s přídavkem 0,1 na broušení
- 3/ Brousit dosedací plochu - na míru $1,5 \pm 0,1$

```

screen 9
DIM VHS(27), VH(27), PH(27), VZ(27), MIT(1000), PT(1000)
VH(2)=500:VH(3)=250:VH(4)=12:VH(5)=16:VH(6)=.5:VH(7)=1370.5173:VH(10)=35
VH(11)=.9:VH(12)=.5:VH(13)=3:VH(8)=.5:VH(9)=.4:VH(14)=29.8:VH(15)=19:VH(17)=65.93
VH(16)=33.38:VH(18)=20.8875:VH(19)=4.739:vh(20)=22.2:vh(23)=64.8:vh(24)=66.7
VH(21)=71:VH(22)=70.5:VH(25)=64.8+70
PI=3.141592654
RO=850:eps=1.7e+9
I=0:DP=0

```

VHS:

```

VHS(2)="OTÁCKY VÁKOVÉHO HRÍDELE" [1/min]"
VHS(3)="OBJEM VSTRIKOVANÉ DÁVKY" [mm^3/zdvih]"
VHS(4)="PRŮMĚR PÍSTKU" [mm]"
VHS(5)="PRŮŘEZ PŘEPOUSTECÍHO VENTILKU" [mm^2]"
VHS(6)="PRŮŘEZ VSTRIK. OTVORU" [mm^2]"
VHS(7)="OBJEM KANÁLKU" [mm^3]"
VHS(8)="SOUC. PRŮTOKU NA TRYSCĚ (max.)" [ - ]"
VHS(9)="SOUC. PRŮTOKU NA PŘEP. VENT. (max.)" [ - ]"
VHS(10)="OTVÍRACÍ TLAK" [MPa]"
VHS(11)="RYCHLOST PÍSTKU PRI 'TPD'" [m/s]"
VHS(12)="TÍNICÍ TLAK PALIVA" [MPa]"
VHS(13)="PROTÍTLAK VE VALCI" [MPa]"
VHS(14)="PRŮMĚR VÁCKY" [mm]"
VHS(15)="PRŮMĚR KLADKY" [mm]"
VHS(16)="UHĚL TAN CASTI" ""
VHS(17)="uhel HAR. CASTI" ""
vh$(18)="souradnice str. krivosti - x" ""
vh$(19)=" y" ""
vh$(20)="polomer krivosti" ""
VHS(21)="VAHADLO R1" ""
VHS(22)="VAHADLO R2" ""
vh$(23)="SOURADNICE cepu vahadla - x" ""
vh$(24)=" y" ""
vh$(25)="VZDALENOST OSY PÍSTKU OD OSY VÁCKY" ""

```

ZADAVANI:

```

SCREEN 9
CLS:?:?
FOR I=2 TO 25
PRINT " "; VHS(I), USING "####.##"; VH(I); PRINT " : "; INPUT VX
IF VX=0 THEN 1
VH(I)=VX
1 NEXT I
input "nazev souboru : ", h$

```

```

COLOR 13:LOCATE 23,25:PRINT " ZADANI JE VPRÁDKU : ? [A/N]"
2 AS=INKEY$:IF AS<>" " THEN 12
GOTO 2
12 IF AS="N" OR AS="n" THEN GOTO ZADAVANI
IF AS="A" OR AS="a" THEN GOTO VYPOCET
GOTO 2

```

VYPOCET:

```

open "c:\\"+h$+".prn" for output as#1
write #1,"uhel","zdvih","rychlost","tlak","St","zd jehla","a jehla","vst davka","sv ventylku"
CLS
kp=239280
PH(2)=VH(2)/60:PH(3)=VH(3)/1E+9:PH(4)=VH(4)/1000:PH(5)=VH(5)/1E+6
PH(6)=VH(6)/1E+6:PH(7)=VH(7)/1E+9:PH(8)=VH(8):PH(9)=VH(9):PH(10)=VH(10)*1E+6
PH(11)=VH(11):PH(12)=VH(12)*1E+6:PH(13)=VH(13)*1E+6:PH(14)=VH(14)/1000
PH(15)=VH(15)/1000:PH(16)=VH(16):PH(17)=VH(17):ph(18)=vh(18)/1000:ph(19)=vh(19)/1000
ph(20)=vh(20)/1000:ph(21)=vh(21)/1000:ph(22)=vh(22)/1000:ph(23)=vh(23)/1000
ph(24)=vh(24)/1000:ph(25)=vh(25)/1000
SP=PI*PH(4)^2/4:RR=0:RT=0
ul=sqr(ph(23)^2+ph(24)^2)
gx=((ph(14)+ph(15))^2+ph(21)^2-ul^2)/2/(ph(14)+ph(15))/ph(21)
g=pi+atn(sqr(1-gx^2)/gx)
all=atn(ph(24)/ph(23))

```

```

al2x=ph(21)*sin(g)/ul
al2=atn(al2x/sqr(1-al2x^2))
om0=all+al2-pi/2
y0=(ph(14)+ph(15))*cos(om0)
e0=(ph(14)+ph(15))*sin(om0)
yl=y0:e=e0
k=ph(14)/cos(33.9*pi/180)
a=sqr(k^2+ph(15)^2-2*k*ph(15)*cos(pi-33.9*pi/180))
th=(a^2+k^2-ph(15)^2)/2/a/k
th=pi/2-atn(th/sqr(1-th^2))
gama=(ph(21)^2+ul^2-a^2)/2/ph(21)/ul
gama=pi/2-atn(gama/sqr(1-gama^2))
delta=atn(ph(23)/ph(24))
u2=sqr(ph(21)^2+ph(24)^2-2*ph(21)*ph(24)*cos(gama+delta))
om0=(a^2+ph(23)^2-u2^2)/2/a/ph(23)
om0=pi/2-atn(om0/sqr(1-om0^2))
om0=om0-pi/2
al=33.9*pi/180-th
beta2=0+(al-om0)*180/pi
theta=atn(ph(18)/ph(19))
gama0x=(ph(21)^2+ul^2-(ph(14)+ph(15))^2)/2/ph(21)/ul
gama0=atn(sqr(1-gama0x^2)/gama0x)
psk=sqr(ph(18)^2+ph(19)^2)
z0=sqr(ph(22)^2-(ph(25)-ph(23))^2)
ps0=atn(z0/(ph(25)-ph(23)))
window (0,0)-(100,20)
line (0,0)-(100,0)
line (0,0)-(0,10)
vg=0:sv=ph(5):vtx=0:fp0=14.72*ph(10)/le+6:fp=fp0:q=0
kk=(2*pi*ph(2)/60*.0018)*180/pi:kontrola=0
kk=0.11

```

FOR fis=0 TO 90 STEP kk

```

  fir=fis*pi/180
  if fis>=(8-om0*180/pi) and fis<beta2 then
    om=atn(e/yl)
    alfa=fir-8*pi/180+om
    yl=(ph(14)/cos(alfa)+ph(15)/cos(alfa))*cos(om)
    e=sqr(ph(21)^2-(ph(24)-yl)^2)-ph(23)
    y=yl-y0
    z=y*(ph(23)+e)/(ph(25)-ph(23))
    z3=z
  end if
  if fis>beta2 then
    eta=fir-delta
    xsk=psk*cos(pi/2+fir-theta)
    ysk=psk*sin(pi/2+fir-theta)
    b=sqr((ph(23)+xsk)^2+(ph(24)-ysk)^2)
    lambda=atn((ph(23)+xsk)/(ph(24)-ysk))
    gam1=lambda-delta
    gam2=(b^2+ph(21)^2-(ph(15)+ph(20))^2)/2/ph(21)/b
    gam2=pi/2-atn(gam2/sqr(1-gam2^2))
    gam=gam1+gam2
    z=z0-ph(22)*sin(ps0-gam+gam0)-.00000507
  end if
  locate 1,1
  print fis,z*1000
  line (fis,z*1000)-(fis,z*1000)
  dz=z-z5
  z5=z
  vxl=(dz)/(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
  if vxl<3 then vx=vxl
  line (fis,vx*2)-(fis,vx*2),3
  vl=dz*pi*ph(4)^2/4
  vg=vg+vl
  vp=ph(7)-vg+.01367*pi/4*ph(4)^2
  if vtx<ph(3) then
    if vx>=ph(11) or kontrola=1 then

```

```

kontrola=1
sv=sv-(ph(5)/.0005)*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
if sv<0 then sv=0
end if
end if
if vtx>ph(3) then
sv=sv+(ph(5)/.0022)*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
if sv>ph(5) then sv=ph(5)
end if
if (vtx<ph(3) and s>0) or (sv>0 and p<=ph(13) and j=0) then
if vtx>ph(3) then s=s+1
pl=p
vv=vl-ve
p=(vv^2*ro/2/ph(9)^2/sv^2/(kk*pi/180/2/pi/ph(2))^2)+ph(12)
dp=pl-p
ve=vp*dp/eps
fp=fp0+kp*j
f=p*14.72e-6
if f>=fp0 then aj=(f-fp)/0.0069
dj=1/2*aj*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))^2
j=j+dj
goto 5
end if
if (sv=0 or p>ph(13) or j>0) and s=0 then
pl=p
if p>ph(12) then vv=ph(9)*sv*sqr(2/ro*(p-ph(12)))*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
if vtx<ph(3) then
fp=fp0+kp*j
if f<fp0 and q=0 then fp=fp:q=1
f=p*14.72e-6
if f>=fp then ajo=(f-fp)/0.0069
dj=1/2*ajo*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))^2
j=j+dj
if j>=.0003 then j=.0003
a=ajo
end if
if vtx>ph(3) then
fp=fp0+kp*j
f=p*14.72e-6
if f<=fp0 then ajz=(fp-f)/0.0069
dj=1/2*ajz*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))^2
j=j-dj
if j<0 then j=0
a=ajz
end if
st=pi*j*(.0019-.5*j*sin(60*pi/180))*sin(30*pi/180)
if p>ph(13) and vtx<ph(3) then vt=ph(8)*st*sqr(2/ro*(p-ph(13)))*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
if vtx>ph(3) and j>0 then vt=ph(8)*st*sqr(2/ro*(p-ph(13)))*(kk*pi/180/2/pi/ph(2))
vtx=vtx+vt
vo=vv+vt
ve=vl-vo
dp=ve*eps/vp
p=p+dp
goto 5
end if
' ? "vypocet skoncen":end
5 vvv=vvv+vv
line (fisl,vtx*2e+7)-(fisl,vtx*2e+7),7
line (fisl,sv*1e+6)-(fisl,sv*1e+6),6
line (fisl,j*10000)-(fisl,j*10000),5

line (fisl,p3/1000000)-(fisl,p/1000000),4
fisl=fis:p3=p

?p/1000000
?f/14.72
tlak=p/1000000
if tlak<0 then tlak=0

```

write #1,fis,z*1000,vx*60,tlak,st*1e+6,j*1000,a,(vtx*1e+9)/25,sv*1e+6

if vx=0 and vtx>ph(3) then end

next fis

'goto zadavani