

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro

Jiřího Hnídky

odbor

04-1-04 Stavba výrobních strojů a zařízení

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

Název tématu: Návrh stavebnice hydraulických mechanismů a vyšetření
vlastností mechanismu s řízením rychlosti větvením toku

Pokyny pro vypracování:

1. Výběr typických obvodů hydraulických mechanismů - vybavení typisovanými prvky
2. Návrh a celkové uspořádání pracoviště, včetně el. větve
3. Vyšetření vlastností hydraulických mechanismů s řízením rychlosti větvením toku. Teoretický rozbor, konstrukce pomocných zařízení, návrh měřících metod - vlastní měření
4. Zhodnocení výsledků měření

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro ~~státní~~
závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne
13. července 1962-Věstník MŠK VIII, číslo 24 ze dne
31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ustřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 8

V. 114/72 S

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 10 výkresů

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

Kopáček J.: Hydraulické mechanismy. VŠB Ostrava 1970

Prokeš J.: Hydraulické mechanismy. ČVUT Praha 1970

Cerha J.: Hydraulické mechanismy v oboru výrobních strojů. VŠST
Liberec 1971

Katalogové listy n.p. Nářadí Vrchlabí; ZPA Nový Bor; ZPA Trutnov

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Cerha

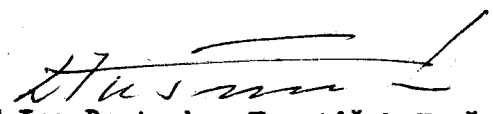
Konzultanti: Ing. Jiří Burian

Datum zahájení diplomové práce: 18.10.1971

Datum odevzdání diplomové práce: 7. 7. 1972




Doc. Ing. Vojtěch Dráb, CSc.
vedoucí katedry


Prof. Ing. Dr. techn. František Kotšmíd
děkan

OBSAH.

Název.	Strana.
1. ÚVOD	1
2. ROZBOR PRAKTICKÝCH OBVODU.	4
2.1. Hydraulický obvod JFHS	4
2.2. Hydraulický obvod AB 63	6
2.3. Hydraulický obvod SP 12	8
3. VYBRANÁ ZAPOJENÍ HYDRAULICKÝCH MECHANISMU	8
3.1. Stupňovitá změna rychlosti	10
3.2. Blokování motoru v závislosti na poloze	13
3.3. Blokování motoru v závislosti na tlaku	13
3.4. Jištění proti poklesu tlaku	18
3.5. Samosvorný mechanismus ovládaný hydraulicky	20
3.6. Vrtání s vyprazdňováním	22
3.7. Synchronizace rychlosti motorů	25
4. CELKOVÁ KONCEPCE PRACOVIŠTĚ.	28
4.1. Hydraulický agregát	28
4.2. Umístění hydr. prvků	29
4.3. Umístění mikrospínačů	30
4.4. Měření rychlosti a dráhy	31
4.5. Řídící el. obvod	32
4.6. Zapojení cívek el. magnetů	34
4.7. Celková úprava pracoviště	34
4.8. Závěr	35
5. ŘÍZENÍ RYCHLOSTI VĚTVENÍM TOKU	36
5.1. Statická měření	36
5.1.1. Static. charakteristika IHA 3	36
5.1.2. St. char. VS 1-15	39
5.1.3. Rychlostní char. JHVJ 50 s VS 1-15 na vstupu	40
5.1.4. Použití charakteristik	45
5.1.5. Rych. char. s VS 1-15 na výstupu	46
5.1.6. Rych. char. s VSS 1-315 na vstupu	46
5.1.7. Rych. char. s JHRMs 10 na vstupu	48
5.1.8. Závěr	48
5.2. Dynamická měření	51
5.2.1. Střídavý šoupátko	52
5.2.2. Skoková změna zatížení VS 1-15 na vstupu	52

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS
Fakulta strojní		DP - VS-56/72

Název	Strana
5.2.3. Skoková změna zatížení,VSS 1-315 na vstupu	57
5.2.4. Skoková změna zatížení,JHRMs 10 na vstupu	57
5.2.5. Závěr	57
5.2.6. Rozběh motoru s VS 1-15 na výstupu	59
5.2.7. Brždění motoru	62
5.2.8. Měření kapacity hadice	64
6. ZÁVĚR	66
Seznam použité literatury	68
Příloha 1.	

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	1
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS -56/72	

1. ÚVOD.

Vyspělá moderní společnost klade na výrobu velké nároky. Přitom však požadavky trhu rok od roku stoupají, a proto se stále musí zvyšovat objem výroby. Zvýšení lze dosáhnout několika způsoby. Jmenujme alespoň některé z nich. Jsou to např. používání nových technologií, vícesměnný provoz a zavádění automatizace do výroby. Zatímco první možnost je vázána stavem výzkumu a druhá dostatkem pracovních sil, existují v poslední oblasti dost velké možnosti. A je to právě automatizace, která může v našem státě částečně řešit nedostatek pracovních sil. Navíc použití poloautomatů a automatů přináší některé další výhody:

- odstraňuje se namáhavá práce
 - snižuje se negativní vliv člověka na kvalitu výroby
 - jeden člověk může ovládat více strojů najednou atd.
- Poloautomatický či automatický pracovní cyklus lze zajistit třemi základními způsoby:

1. elektricky

tento způsob je vhodný v těch zařízeních, kde je třeba rozvádět energii na větší vzdálenosti a nejedná se přitom o velké síly. Potom jsou elektrické mechanismy ekonomicky nejvýhodnější

2. pneumaticky

výhodou tohoto systému je, že ve většině závodů je k dispozici stlačený vzduch. Pro větší síly však rozměry zařízení vycházejí dost velké neboť z bezpečnostních důvodů nelze použít velký tlak vzduchu

3. hydraulicky

velmi výhodný systém, protože lze použít velké tlaky kapaliny, a proto i pro velké síly jsou rozměry zařízení přijatelné

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	2
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

Protože všechny systémy mají své výhody a nevýhody, používají se jejich kombinace, pomocí kterých se nevýhody jednotlivých systémů potlačují. V praxi se nejvíce rozšířilo používání elektrohydraulických systémů. Přitom elektrická část tvoří řídicí systém a hydraulická zajišťuje vlastní pracovní funkce.

V současné době je používání hydraulických mechanismů / dále jen HM / ulehčeno tím, že existují specializované závody na výrobu hydraulických prvků. Tyto prvky jsou typizovány a odstupňovány podle některých charakteristických veličin / např. množství, tlak, světlost, krouticí moment atd. /. Práce konstruktéra je tudíž ulehčena tím, že pro navržený obvod si vyhledá v katalogu potřebné prvky, přičemž i pro jejich propojení jsou typizovány různé armatury a hadice. Jako zdroje může použít některý z vyráběných hydraulických agregátů, které se skládají z čerpadla poháněného elektromotorem, přepouštěcího či pojistného ventilu a kontrolního manometru.

Všimněme si nyní některých případů použití HM v poloaautomatickém či automatickém pracovním cyklu.

Velkou oblastí použití HM je upínání obrobků. Se stálým zvyšováním rezné rychlosti a posuvu dochází ke zvětšování rezných sil. Tomu je třeba přizpůsobit i upínače, které musí být schopny zachytit tyto síly. S výhodou se zde používají HM, které nejen že tyto síly vyvinou, ale zároveň umožňují zkrácení vedlejších časů a odstraňují fyzickou námahu člověka. Navíc rozměry zařízení jsou vzhledem k použití velkých tlaků malé a lze použít dálkové ovládání, což se s výhodou uplatňuje u výrobních linek.

HM se velmi často používají pro pohon stolů obráběcích strojů hlavně tam, kde se jedná o reversní pohyb měnící se rychlostí. Pomocí HM lze totiž velmi jednoduše měnit rychlost i směr pohybu a zároveň použít např. brždění v krajních polohách, což se s výhodou uplatňuje tam, kde se jedná o pohyb velkých hmot. Celý cyklus lze automatizovat pomocí soustavy narážek a mikrosplnačů.

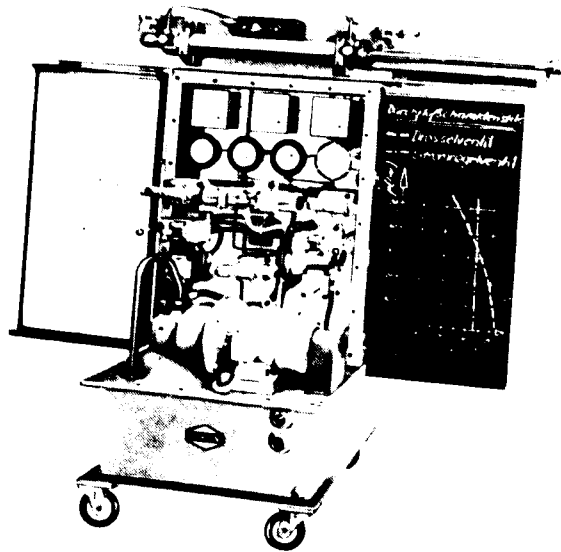
Další oblastí použití HM, která se rozvíjí hlavně

v poslední době, je kopírování. Tento způsob výroby je výhodný pro hromadnou či sériovou výrobu součástí složitějších tvarů. Ústředním členem kopírovacích systémů je snímací dotek a rozvodné šoupátko. Podle typu šoupátka dělíme kopírovací systémy na jedno, dvou a čtyřhranné. Přitom šoupátko tvoří řídicí orgán, který řídí směr toku kapaliny k jednotlivým motorům ovládajícím pohyb nástroje.

Uvedné příklady nejsou samozřejmě jediné, ve kterých se u výrobních strojů používají HM. Například řazení převodů u těžkých strojů a jiné pomocné funkce mohou být vykonávány HM. Používání HM není omezeno pouze na oblast výrobních strojů. Můžeme se s nimi setkat např. u zvedacích zařízení, stavebních strojů, různých dopravních prostředků atd. Celkově lze říci, že HM pronikly do všech oblastí strojírenské výroby. Dokonce si funkci některých zařízení bez existence HM ani nedovedeme představit.

Z této úvahy vyplývá závěr, že HM se staly běžnými konstrukčními prvky, a proto je zapotřebí seznámit budoucí s jejich praktickým užíváním. Pro názornou výuku je vhodné, mohou-li si studenti ověřit poznatky získané v teoretické části studia, na praktických obvodech. Právě k tomuto účelu má sloužit navrhovaná stavebnice, která má umožnit sestavování typických hydraulických obvodů a to i po elektrické stránce. Kromě sestavování těchto obvodů bude na stavebnici možno prověřovat statické či dynamické charakteristiky jednotlivých hydraulických prvků.

V současné době vyrábějí některé firmy zabývající se výrobou hydraulických prvků podobné stavebnice, které používají buď pro výchovu vlastních specialistů, nebo je dodávají jako učební pomůcku. Jako příklad si uveďme výrobek západoněmecké firmy HERION - WERKE KG Stuttgart. Na obr. 1 je fotografie tohoto zařízení, které výrobce označuje jako Hydro-Lehraggregat. V prospektu je uvedeno, že zařízení má sloužit jako pomůcka pro výuku, protože umožňuje praktické seznámení se základními prvky hydraulických obvodů a s jejich funkcí. Výrobce nabízí celkem čtyři provedení a kromě toho poskytuje na zvláštní přání další vybavení.



obr. 1

2. ROZBOR PRAKTICKÝCH OBVODŮ.

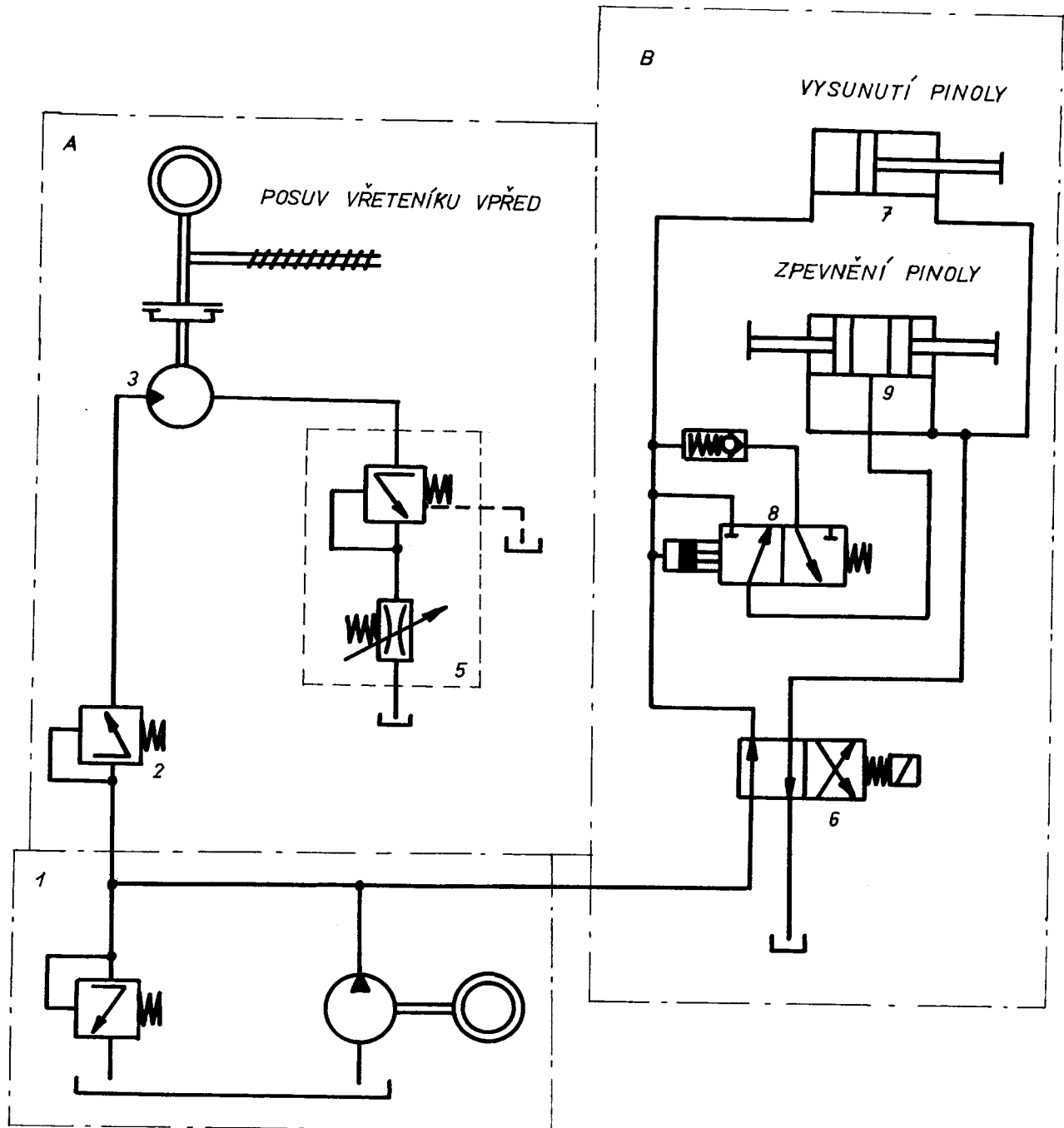
Účelem tohoto rozboru je poukázat na typické příklady použití HM v praktických obvodech. Podíváme-li se totiž na libovolný hydraulický obvod, zjistíme, že se sládá z některých typických seskupení hydraulických prvků, které zabezpečují vykonávání jednotlivých funkcí.

2.1. Hydraulický obvod frézovací jednotky JFHS/obr.2/.

Frézovací jednotky jsou typizované prvky moderních obráběcích strojů a automatických výrobních linek. Skládají se z lože se šroubem, vřeteníku, náhonové skříně, posuvové skříně a narážkového systému. Používají se hlavně pro dokončovací frézovací operace.

Zdroj tlakového oleje 1 se skládá z čerpadla poháněného elektromotorem a přepouštěcího ventilu, který slouží k nastavení maximálního tlaku. Obvod se dále dělí na dvě části. Část označená A slouží k pohonu šroubu. Přepouštěcí ventil 2 udržuje tlak v druhé větvi na potřebné hodnotě, která je nutná k dokonalému zpevnění pinoly. Je-li tlak oleje

HYDRAULICKÝ OBVOD JFHS



VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	6
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

vyšší, olej protéká přes přepouštěcí ventil k rotačnímu hydromotoru, který přes spojku pohání vřetení k pracovnímu posuvem. Rychloposuv obstarává elektromotor 4. Na výstupu motoru je zařazen škrtící ventil se stabilizací tlakového spádu 5, který slouží k řízení otáček hydromotoru. Větev B slouží k ovládání pinoly. Olej do ní přitéká přes dvupolohový elektromagnetický rozvaděč, který slouží k reversaci /6/. Odtud je veden do hydraulického motoru 7, který vysunuje pinolu. Jakmile dojde k vysunutí pinoly, začne v obvodu stoupat tlak a dojde k přestavení hydraulicky ovládaného rozvaděče 8, který uvede do činnosti hydromotor 9 a tím dojde ke zpevnění pinoly. Po skončení operace dojde k přestavení rozvaděče 6, tím poklesne tlak a dojde k přestavení rozvaděče 8, který uvolní pinolu a pinola se zasune. Celý proces je automaticky řízen pomocí nárazek.

2.2. Hydraulický obvod AB 63/obr.3/.

AB 63 je jednovřetenový soustružnický automat, který je určen pro obrábění složitějších tvarů obrobků v sériové a hromadné výrobě. Je výhodný pro obrábění obrobků, které se pro složitý tvar obrábějí více druhy nástrojů. Tento obvod je návrh rekonstrukce.

Zdroj tlakového oleje tvoří hydraulický agregát A, který se skládá z čerpadla poháněného elektromotorem, přepouštěcího ventilu, filtru a kontrolního manometru. Ze zdroje je olej veden do bloku B, který slouží k ovládání předního suportu. V suportu jsou dva přímočaré motory s oboustrannou pístní tyčí /2 a 4/, které mají směr pohybu řízen pomocí třípolohových elektrohydraulických rozvaděčů /1 a 3/. Na výstupu z motorů je zařazen blok C, který slouží ke stupňovitému řízení rychlosti. Pomocí rozvaděčů 5 a 6 jsou do obvodu postupně vřazovány škrtící ventily 7, 8 a 9. Protože se jedná o ventily s proměnným průtokovým průřezem, lze rychlost v jednotlivých stupních plynule měnit. Pro řízení rychlosti je navržena ještě druhá alternativa, která se však od první liší pouze zapojením třípolohového rozvaděče 6. Dále se používá tlakového oleje k upínání a ovládání brzdy a spojek vřeteníku. Zde se jedná pouze o řízení směru toku

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra XOS	8
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

pomocí třípolohového resp. dvoupolohových rozvaděčů

2.3. Hydraulický obvod SP 12 /obr. 4/.

SP 12 je soustružnický kopírovací poloautomat pro vysoce produktivní soustružení obrobků hřídelového tvaru /do průměru 120 mm a délky 500 mm/ s kopírováním podle šablony nebo vzorového kusu. Jeho rychlá seřiditelnost umožňuje použití jak ve velkosériové tak i malosériové výrobě.

Zdroj tlakového oleje A tvoří dvě spřažená čerpadla poháněná elektromotorem, která mají ve společném sání zařazen filtr. Na výstupu mají obě čerpadla přepouštěcí ventil a kontrolní manometr. Ze zdroje je tlakový olej veden do kopírovacího suportu, který se skládá ze snímače a hydraulického ovládání suportu a nožové hlavy. Dále se tlakový olej používá k ovládání brzdy vřetene, spojky řazení a sklíčidla. Směr toku oleje je řízen pomocí dvoupolohových elektromagnetických rozvaděčů. Hydraulického pohonu se využívá také k řízení L-cyklu křížového suportu pomocí cyklovací kostky. Na výstupu z cyklovací kostky je opět použito stupňovité řízení rychlosti.

Závěrem této kapitoly lze říci, že ve všech třech obvodech se opakovala některá typická zapojení HM /např. stupňovité řízení rychlosti/ i řízení některých funkcí /např. upínání, ovládání spojek a brzdy atd./. Pro časový rozvrh průběhu jednotlivých funkcí by bylo zapotřebí doplnit hydraulická schémata elektrickými. To však účelem této kapitoly nebylo.

3. VÝBĚRÁ ZAPOJENÍ HYDRAULICKÝCH MECHANISMŮ.

Protože nelze navrhnout takovou stavebnici, která by umožňovala sestavení veškerých hydraulických obvodů, byl proveden výběr typických obvodů, které se v praxi nejčastěji vyskytují. Všechny tyto obvody bude možno na stavebnici sestavit a pomocí narážkového systému a mikrospínačů zajistit i časový rozvrh průběhu jednotlivých funkcí. Přitom vybavení stavebnice umožní použití prvků různých provedení.

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	10
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

3.1. Stupňovitá změna rychlosti /obr. 5/.

Velmi často se vyskytující zapojení HM. Používá se k řízení rychlosti hydraulických motorů.

Popis funkce:

Jako zdroj tlakového oleje je použit hydraulický agregát, který se skládá z jednoduchého zubového čerpadla 1 poháněného elektromotorem 2, přepouštěcího ventilu 3, filtru 4 a kontrolního manometru 5. Přepouštěcí ventil slouží k nastavení maximálního tlaku oleje. Ze zdroje je tlakový olej veden k rozvaděči 6, který slouží k řízení směru pohybu motoru 7. Řízení rychlosti je zařazeno na výstupu z motoru. Pomocí rozvaděčů 8 a 10 jsou do obvodu vřazovány škrťací ventily 9 a 11.

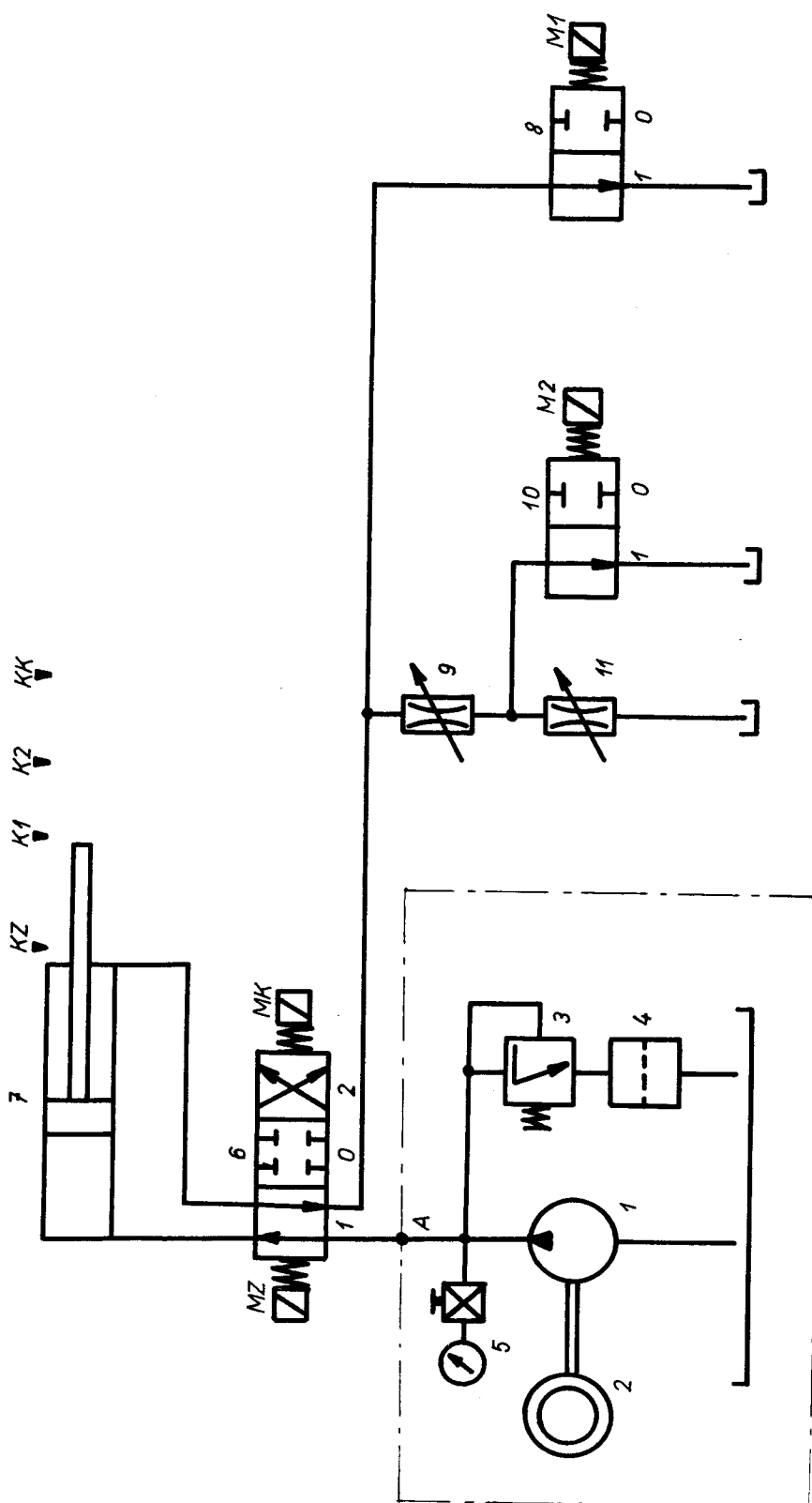
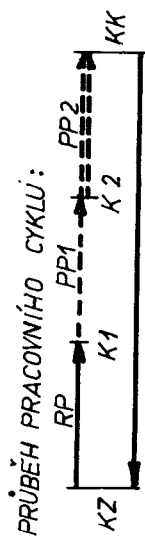
Po stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče 6 do polohy 61 a motor se pohybuje vpřed rychloposuvem. Po stisknutí mikrospínače K1 se přestaví rozvaděč 8 do polohy 80, olej protéká přes škrťací ventil 9 a rozvaděč 10 do nádrže a motor se pohybuje prvním pracovním posuvem. Po stisknutí mikrospínače K2 se uzavře rozvaděč 10 a olej protéká přes oba škrťací ventily. Motor se pohybuje druhým pracovním posuvem. Po sepnutí koncového vypínače KK dojde k přestavení rozvaděče 6 do polohy 62 a motor se vrátí rychloposuvem do výchozí polohy.

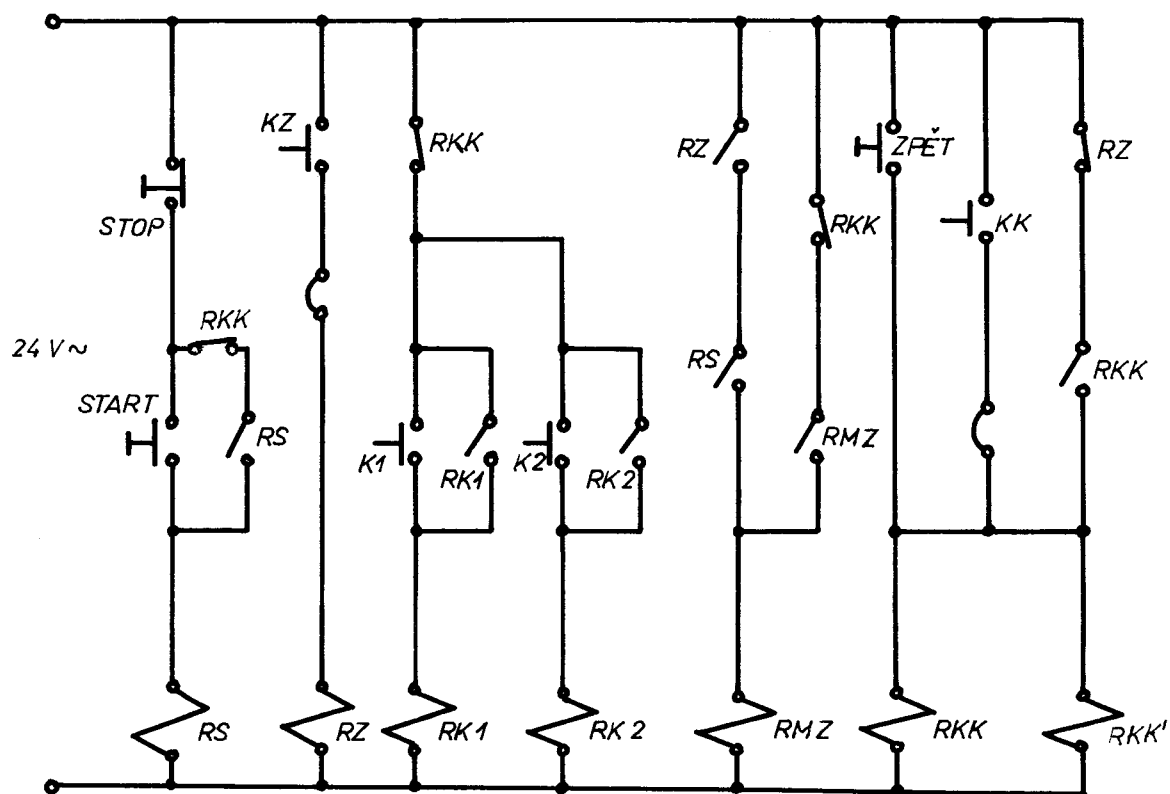
Protože jsou v obvodu použity škrťací ventily s proměnným průtokovým průřezem, lze velikost obou pracovních posuvů plynule měnit.

Elektrická část se skládá ze dvou obvodů. Řídící obvod /obr. 6/ je napájen střídavým napětím 24 V. Skládá se z koncových vypínačů, mikrospínačů, relé a ovládacích tlačítek. Pomocí relé jsou zapínány cívky rozvaděčů, které tvoří vlastní výkonný obvod napájený střídavým napětím 220 V /obr. 7/.

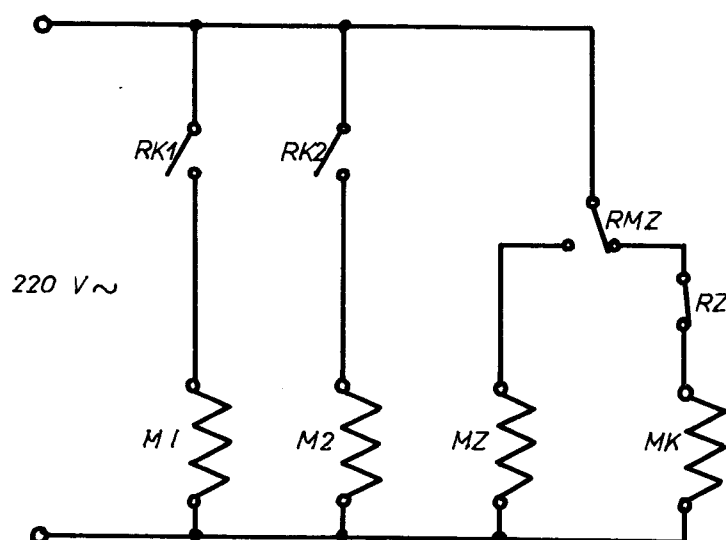
V popisu elektických schémat jednotlivé indexy značí:

T1 tlačítko
K mikrospínač
KZ, KK . koncové vypínače
R relé
M cívky elektromagnetů rozvaděčů





obr. 6



obr. 7

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	13
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

3.2. Blokování pohybu motoru v závislosti na poloze /obr. 8/.

U složitějších obvodů se často setkáváme s požadavkem blokování pohybu jednoho motoru v závislosti na určitém parametru. V tomto případě se jedná o blokování jednoho hydromotoru v závislosti na poloze druhého.

Popis funkce:

Do bodu A je přiváděn tlakový olej z hydraulického agregátu. Odtud je veden do třípolohového elektromagnetického rozvaděče 1, který slouží k řízení směru pohybu motoru 2. Při stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče do polohy 11 a motor 2 se začne pohybovat vpřed rychloposuvem, zatímco motor 4 je v klidu. Jakmile dojde ke stisknutí mikrospínače K1, přestaví se rozvaděč 3 do polohy 31 a motor 4 se začne pohybovat vpřed také rychloposuvem. Po stisknutí mikrospínače K2 se rozvaděč 6 přestaví do polohy 60. Tím se na výstup zařadí škrťací ventil 7 a oba motory se dále pohybují pracovním posuvem. Protože se jedná o škrťací ventil s proměnným průtokovým průřezem, lze regulovat velikost pracovního posuvu. Po sepnutí koncových vypínačů KK dojde k přestavení rozvaděče 1 do polohy 12 a zároveň rozvaděče 6 do polohy 61 a oba motory se vracejí rychloposuvem zpět do výchozí polohy.

Elektrická část tvoří opět dva obvody. Na obr. 9 je obvod řídicí, na obr. 10 je zapojení cívek elektromagnetů.

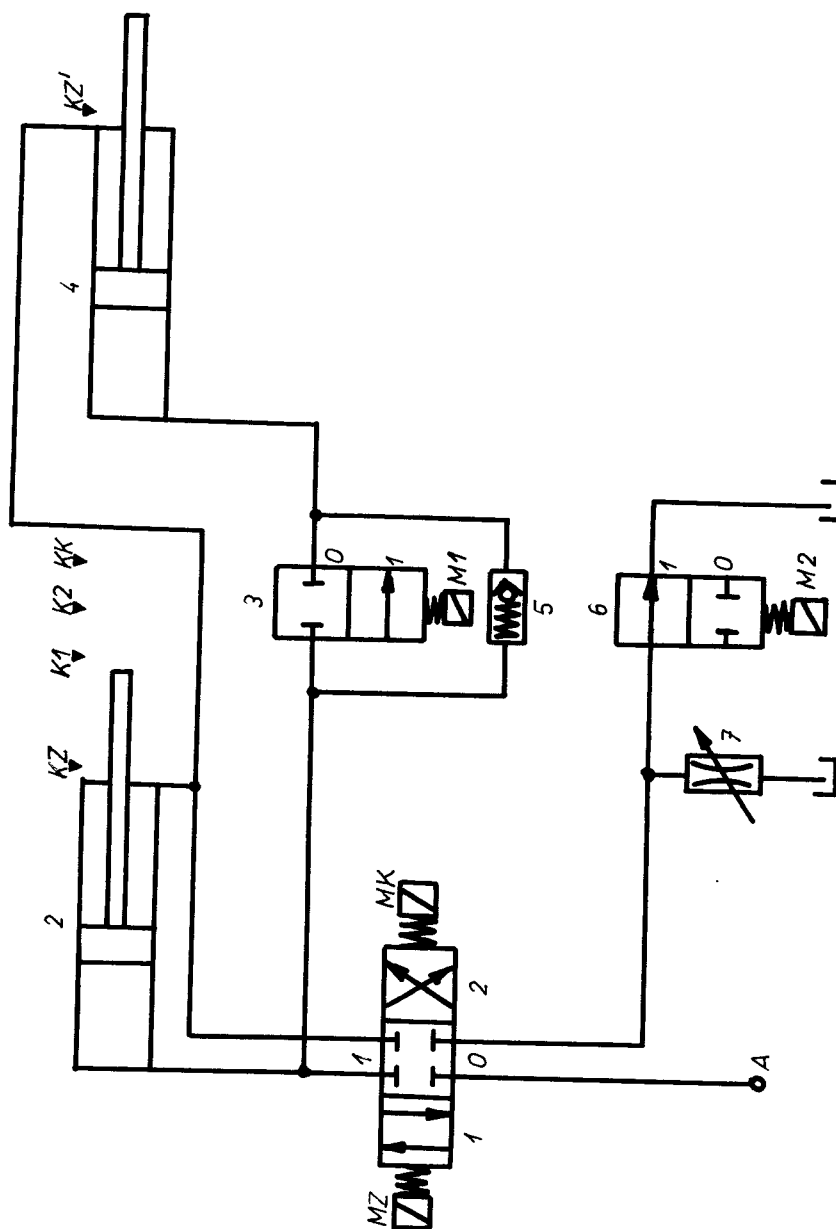
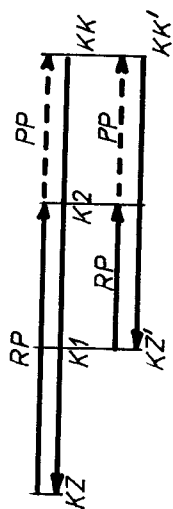
3.3. Blokování pohybu v závislosti na tlaku /obr. 11/.

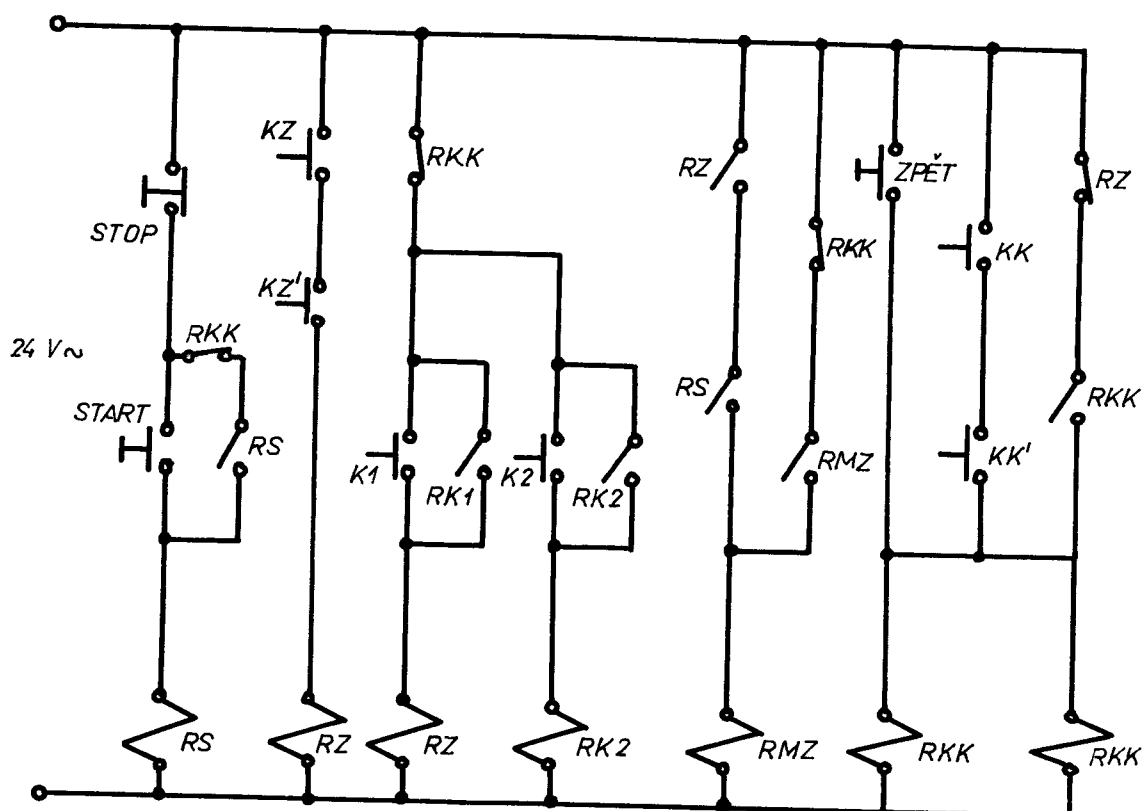
Opět se jedná o případ blokování pohybu motoru v závislosti na parametru, kterým je tentokrát tlak. Tento obvod se vyskytuje v těch případech, kdy je použito např. hydraulické upínání. Pokud není obrobek upnut požadovanou silou, která je úměrná tlaku, je blokována další funkce obvodu.

Popis funkce:

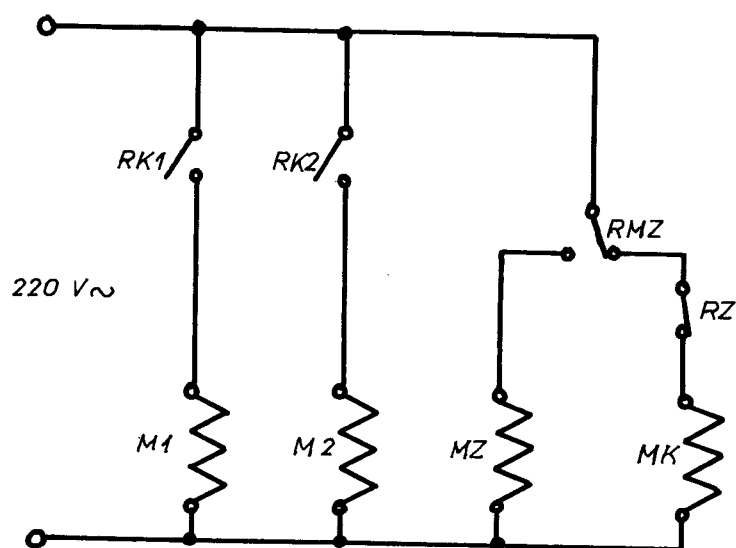
Tlakový olej je přiváděn do bodu A, ze kterého

PRŮBĚH PRACOVNÍHO CYKLU:



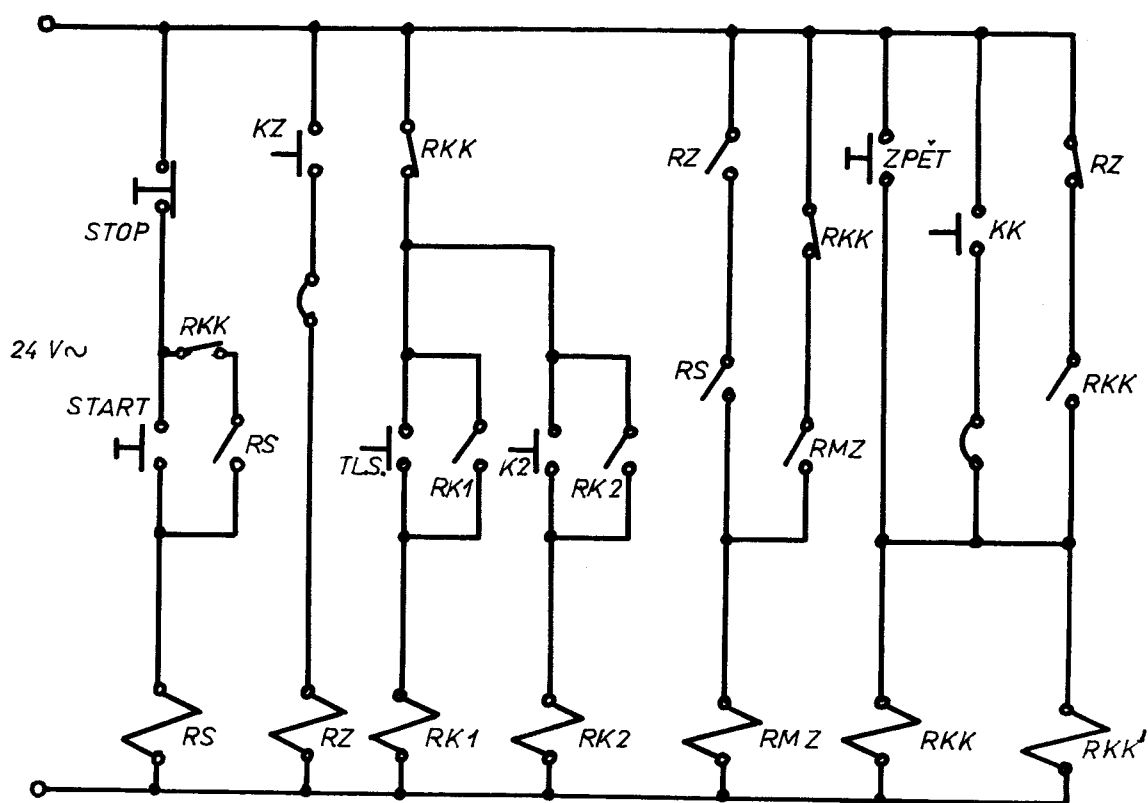


obr. 9

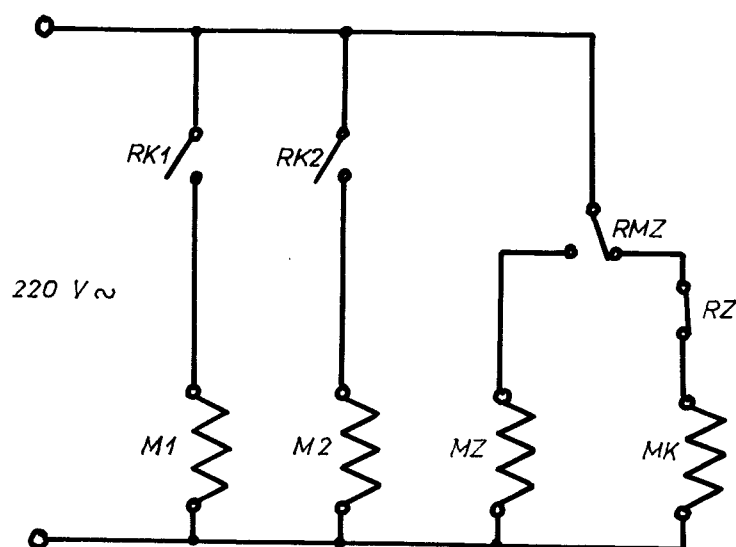


obr. 10





obr. 12



obr. 13

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	18
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

je veden do třípolohového rozvaděče 1. Při stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče do polohy 11 a motor 2 se rozjede vpřed. Motor 5 stojí, protože přívod oleje je uzavřen rozvaděčem 4, který je v poloze 40. Jakmile motor 2 dojede k pevnému dorazu, začne v obvodu stoupat tlak. Když tlak dosáhne hodnoty, na kterou je nastaven tlakový spínač, dojde pomocí elektrické vazby k přepnutí rozvaděče 4 do polohy 41 a motor 5 se začne pohybovat vpřed rychloposuvem. Po stisknutí mikropsínače K2 dojde k přestavení rozvaděče 7 z polohy 71 do polohy 70 a tím je na výstup motoru zařazen škrťací ventil 9. Motor 5 se dále pohybuje pracovním posuvem. Jakmile dojde ke stisknutí koncového vypínače KK, přestaví se rozvaděč 1 do polohy 12 a oba motory se vrátí rychloposuvem do výchozí polohy.

U tohoto obvodu se vyskytuje ještě jedna alternativa zapojení HM. Nahradíme-li rozvaděč 4 a zpětný ventil 6 přepouštěcím ventilem 10 a zpětným ventilem 11, můžeme vypustit tlakový spínač 3. Velikost upínacího tlaku je potom řízena nastavením přepouštěcího ventilu. Pracovní cyklus je i pro tento způsob zapojení shodný s předchozím.

Na obr. 12 je řídicí obvod napájený napětím 24 V. Na obr. 13 je zapojení cívek elektromagnetů.

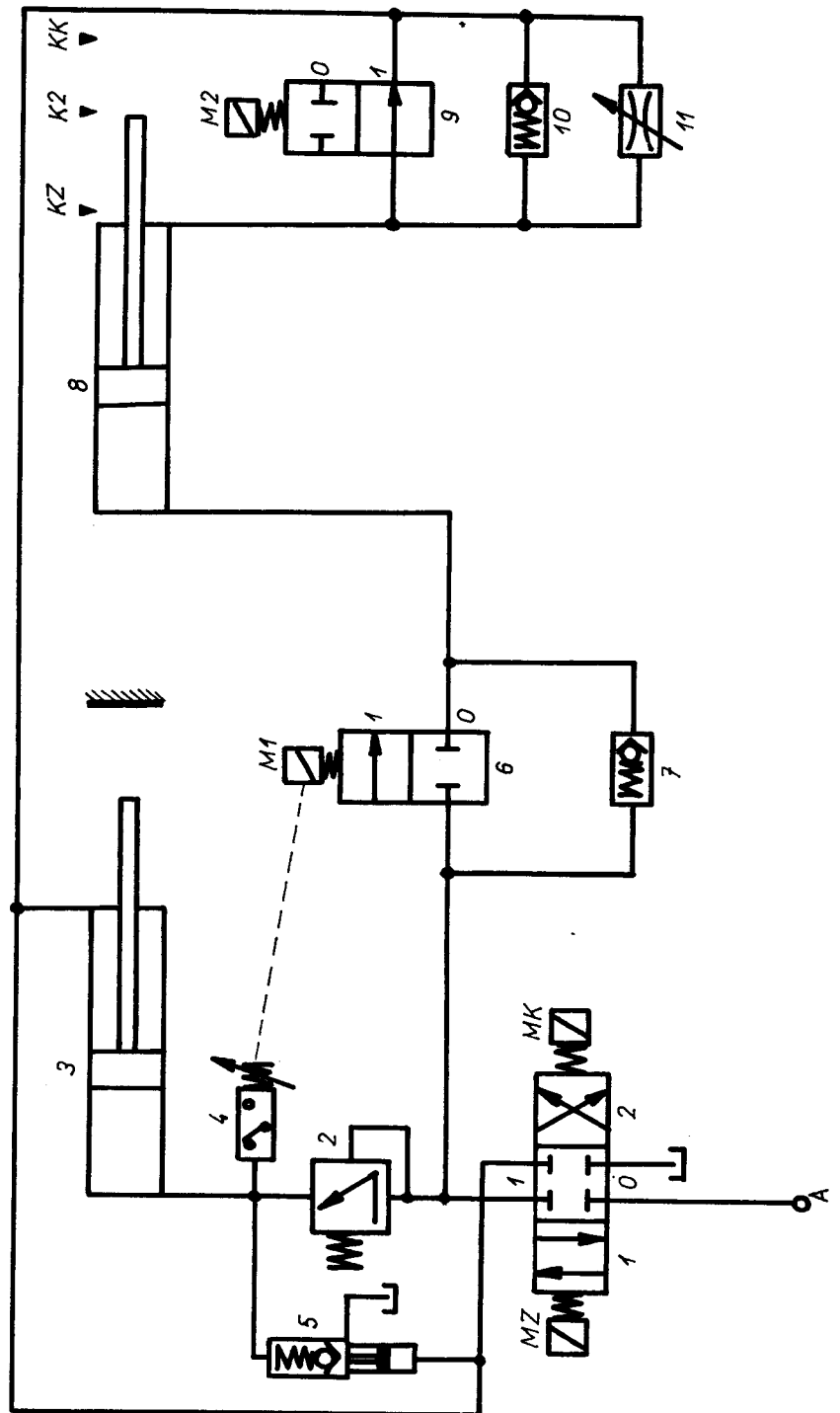
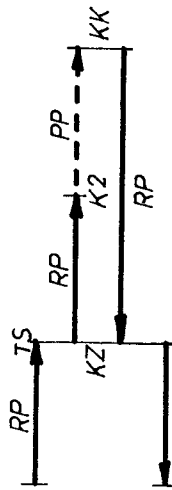
3.4. Jištění části obvodu proti poklesu tlaku /obr.14/.

U některých praktických obvodů se setkáváme s požadavkem, aby v určité části obvodu neklesal tlak, i když ve zbytku k jeho poklesu dochází. Jedná se například o upínače, ve kterých vyžadujeme určitou minimální sílu během celé operace.

Popis funkce:

Tlakový olej je z hydraulického agregátu přiváděn do bodu A, ze kterého je veden do třípolohového rozvaděče 1, který slouží k řízení směru pohybu motorů. Dojde-li ke stisknutí tlačítka START, přestaví se rozvaděč 1 do polohy 11 a olej teče přes přepouštěcí ventil 2 do motoru 3.

PRŮBĚH PRACOVNÍHO CYKLU :



VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	20
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

Přepouštěcí ventil má v tomto případě právě funkci jistit část obvodu proti poklesu tlaku. Motor 3 se pohybuje vpřed tak dlouho, dokud nenajede na pevný doraz. V tom okamžiku začne stoupat tlak a pomocí tlakového spínače a elektrické vazby dojde k přestavení rozvaděče 6 z polohy 60 do polohy 61, jestliže tlak dosáhne požadované hodnoty. Motor 8, který byl do té doby v klidu, se začne pohybovat vpřed rychloposuvem. Jakmile dojde ke stisknutí spínače K2, přestaví se rozvaděč 9 z polohy 91 do polohy 90 a motor 8 se dále pohybuje pracovním posuvem. Jelikož je použit škrticí ventil s proměnným průtokovým průřezem, lze velikost pracovního posuvu plynule měnit. Po sepnutí koncového vypínače KK se přestaví rozvaděč 1 do polohy 12 a oba motory se vracejí zpět rychloposuvem. Z motoru 3 teče olej do nádrže přes hydraulicky řízený zpětný ventil 5.

Pokles tlaku v obvodu je vyvozován pomocí změny zatížení motoru 8, který je zatěžován kataraktem. Katarakt je řízen pomocí impulsně ovládaného rozvaděče RPJ 1-2206-B2. Jestliže poklesne na motoru 8 síla, poklesne tlak oleje v bodě B obvodu. Při správné funkci přepouštěcího ventilu 2 by v bodě C neměl poklesnout tlak. Ke ztrátě vzniklých netěsností může být do obvodu zařazen akumulátor. Kontrola tlaku je prováděna pomocí kontrolního manometru.

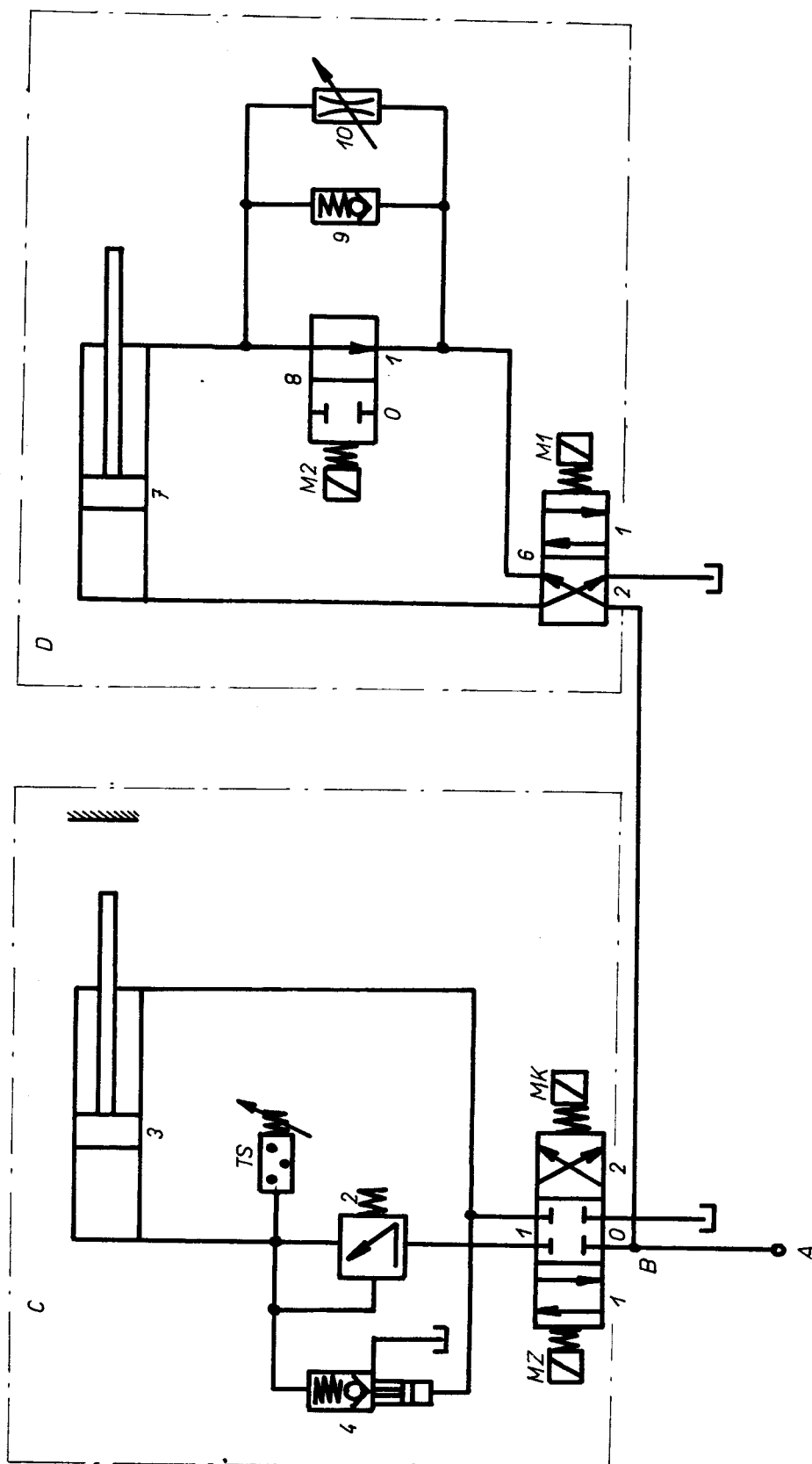
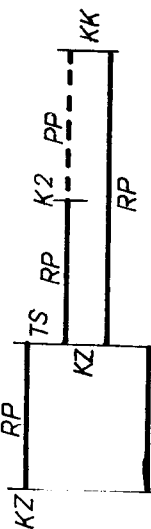
Schéma řídicího obvodu je shodné s obr. 12 a také zapojení cívek elektromagnetů je shodné se zapojením na obr. 13.

3.5. Samosvorný tuhý mechanismus ovládaný hydraulicky /obr. 15./.

Toto zapojení se vyskytuje v takových obvodech, kde potřebujeme, aby jeden motor stál v určité poloze, zatížen určitou silou, zatímco zbytek obvodu vykonává nějaký pracovní cyklus.

Tlakový olej je přiváděn do bodu A z hydraulického agregátu. V bodě B se obvod dělí na dvě větve. Větev C slouží k upínání. Rozvaděč 1 slouží k řízení směru pohybu motoru 3. Po stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče do polohy 11 a olej protéká přes redukční ven-

PRŮBĚH PRACOVNÍHO CYKLU:



VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	22
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

til 2 do motoru 3. Redukční ventil je do obvodu zařazen proto, aby snižoval pracovní tlak oleje pro pomocnou funkci, kterou je v daném případě upínání. Motor 3 se pohybuje vpřed tak dlouho, dokud nedojde k upnutí. To vyvolá stoupnutí tlaku a pomocí tlakového spínače dojde k přestavení rozvaděče 6 z polohy 62 do polohy 61. Tím se uvede do pohybu motor 7, který byl do té doby držen tlakovým olejem v krajní poloze. Pohybuje se rychloposuvem tak dlouho, dokud nedojde ke stisknutí mikrospínače K2, který uzavře rozvaděč 8. Olej potom proudí do nádrže přes škrtící ventil s proměnným průtokovým průřezem /10/ a motor se pohybuje pracovním posuvem. Jakmile dosáhne krajní polohy, dojde ke stisknutí koncového vypínače KK. Rozvaděče 1 a 6 se přestaví do polohy 12 resp. 62 a oba motory se vrací zpět do výchozí polohy. Ve větvi C protéká olej přes hydraulicky řízený zpětný ventil 4.

Elektrická zapojení jsou stejná jako u předchozích dvou obvodů. Řídící obvod je na obr. 12, obvod cívek na obr. 13.

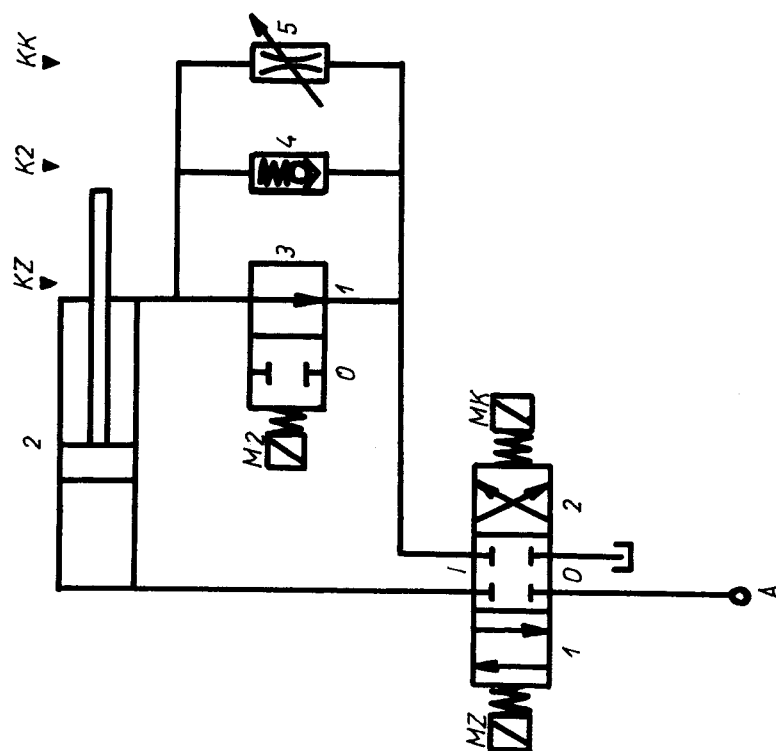
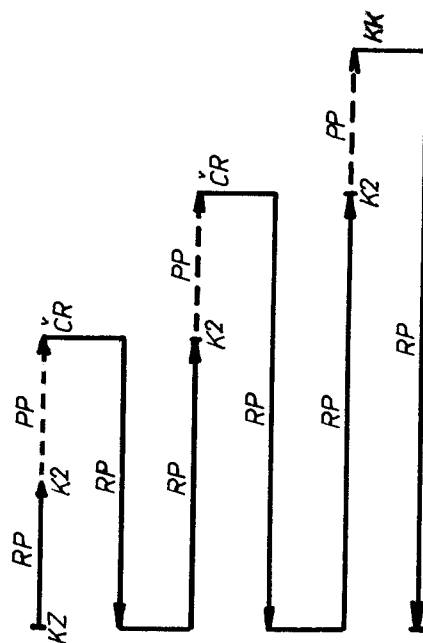
3.6. Vrtání s vyprazdňováním /obr. 16 /.

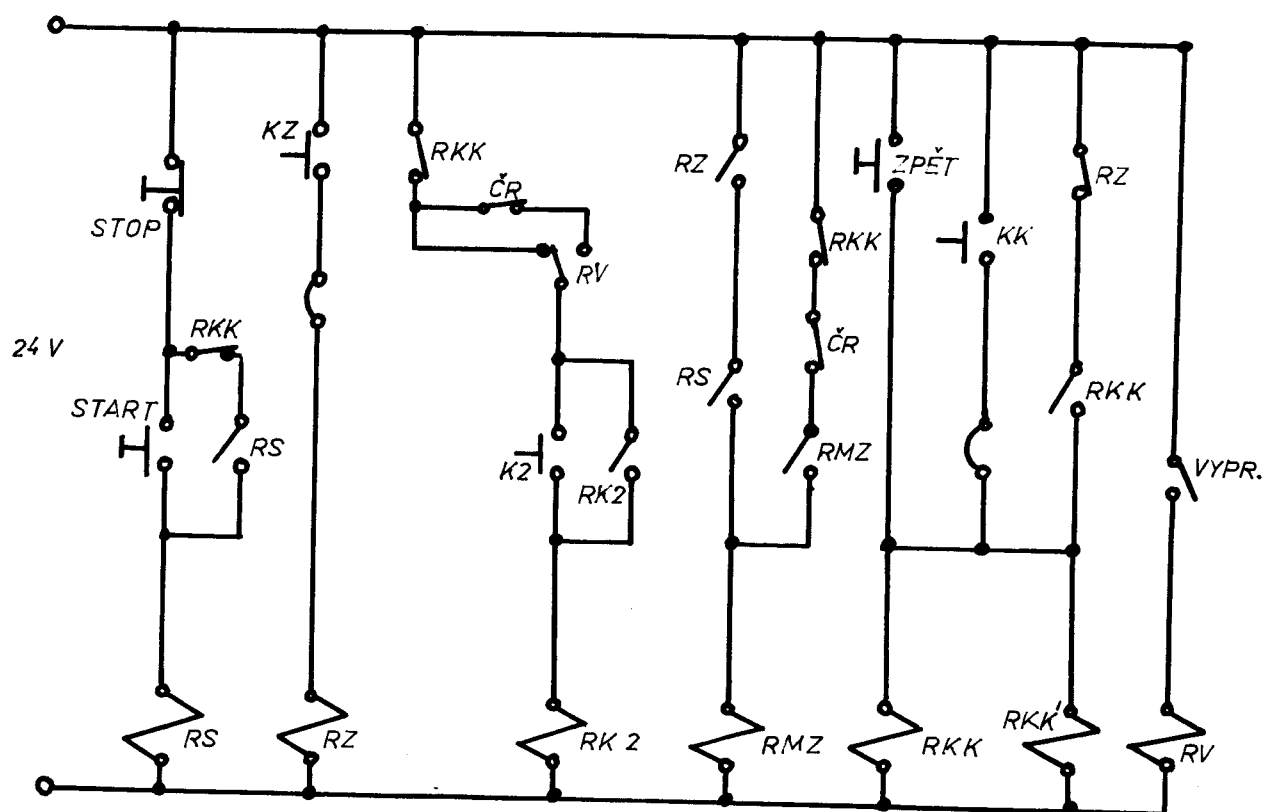
Tento obvod je názorným příkladem použití kombinace hydraulických a elektrických prvků k dosažení automatického pracovního cyklu.

Popis funkce:

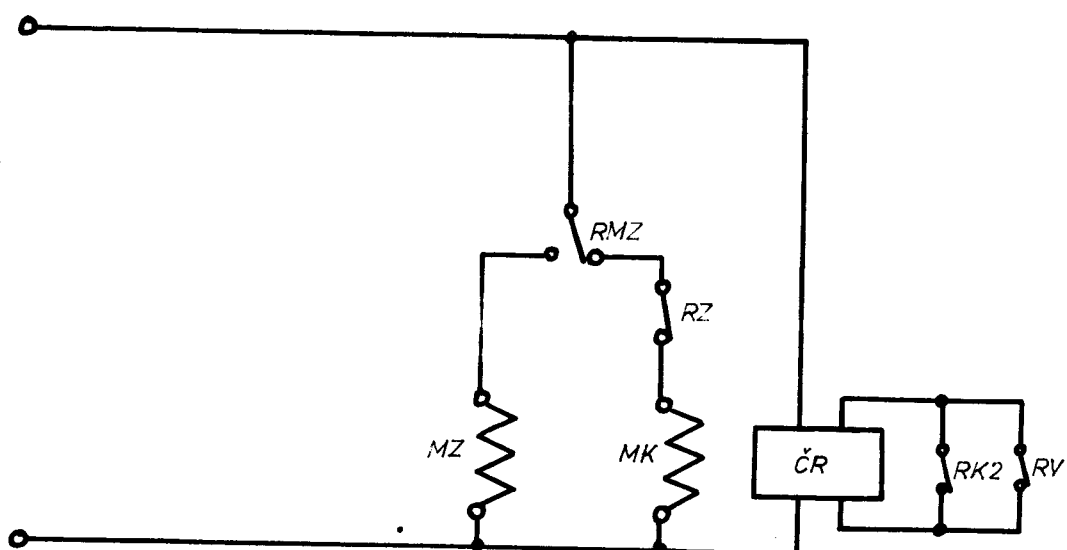
Do bodu A je přiváděn tlakový olej z hydraulického agregátu. Z něho je veden do třípolohového rozvaděče, který řídí směr toku oleje. Po stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče z polohy 10 do polohy 11 a motor se rozjede rychloposuvem vpřed. Po stisknutí mikrospínače K2, dojde k přestavení rozvaděče 3 z polohy 31 do polohy 30 a motor se dále pohybuje pracovním posuvem. Délka trvání pohybu tímto posuvem je určena nastavením časového relé. Po jeho rozpojení dojde k přestavení rozvaděčů 1 a 3 do polohy 12 resp. 31 a motor se vrací zpět do výchozí polohy. Jakmile dosáhne této krajní polohy, přestaví se rozvaděč 1 opět do polohy 11 a motor se pohybuje vpřed rychloposuvem až do místa, ve kterém ukončil předchozí fázi cyklu. Zde opět dojde

PRŮBĚH PRACOVNÍHO CYKLU:





obr. 17



obr. 18

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	25
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

k stisknutí mikrospínače K2 a motor se dále pohybuje pracovním posuvem /rozvaděč 3 se přestaví do polohy 30 a doba trvání úseku je opět řízena časovým relé/ až do krajní polohy. Po opětném přestavení rozvaděčů se motor vrátí a vykoná ještě jednu část cyklu. Po vrácení do výchozí polohy se celý cyklus zastaví. Posunutí počátku práce časového relé je dáno posuvnou narážkou, která ovládá spínač K2. Velikost pracovního posuvu je dána nastavením škrticího ventilu 5, který má proměnný průtokový průřez.

Řídicí obvod je na obr. 17 a obvod zapojení cívek elektromagnetů je na obr. 18.

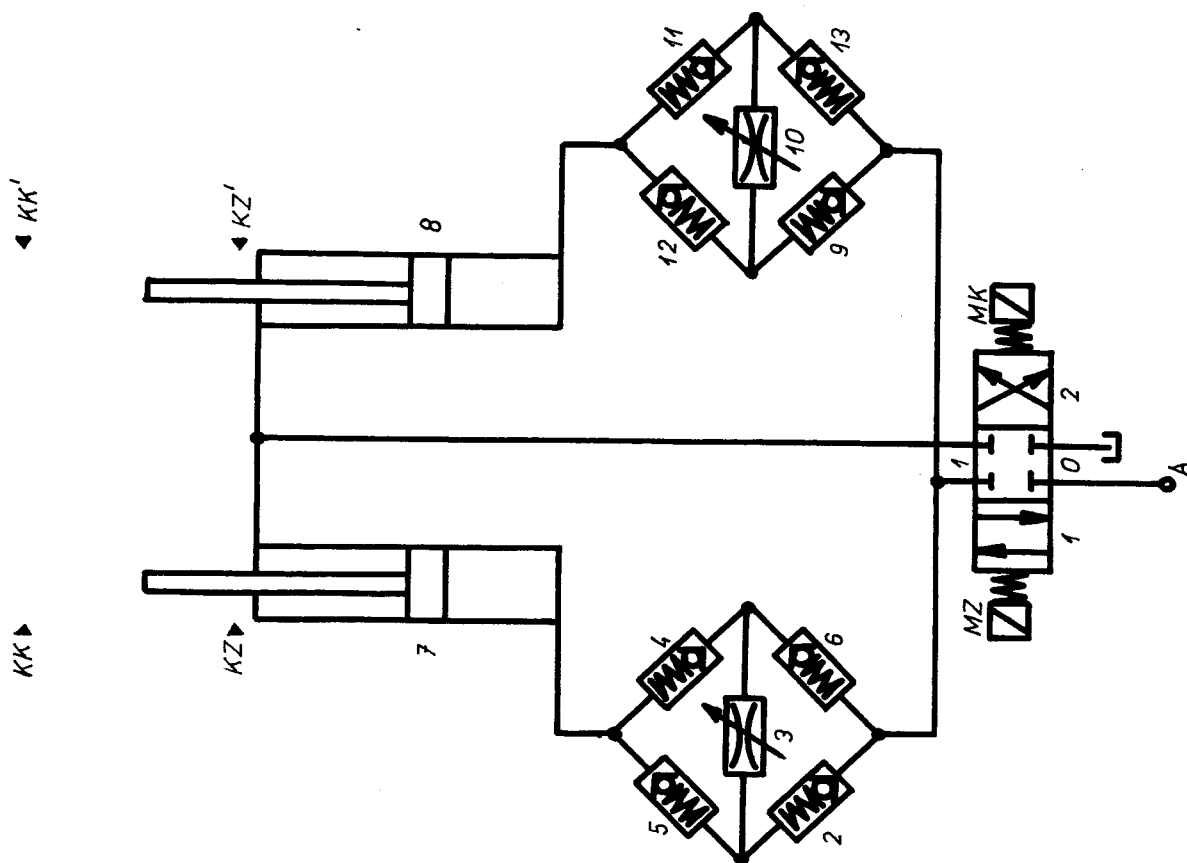
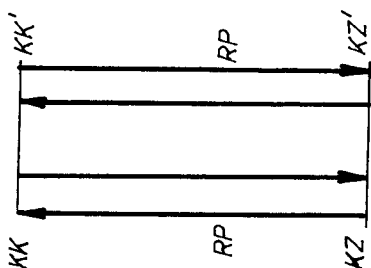
3.7. Synchronizace rychlosti motorů /obr. 19/.

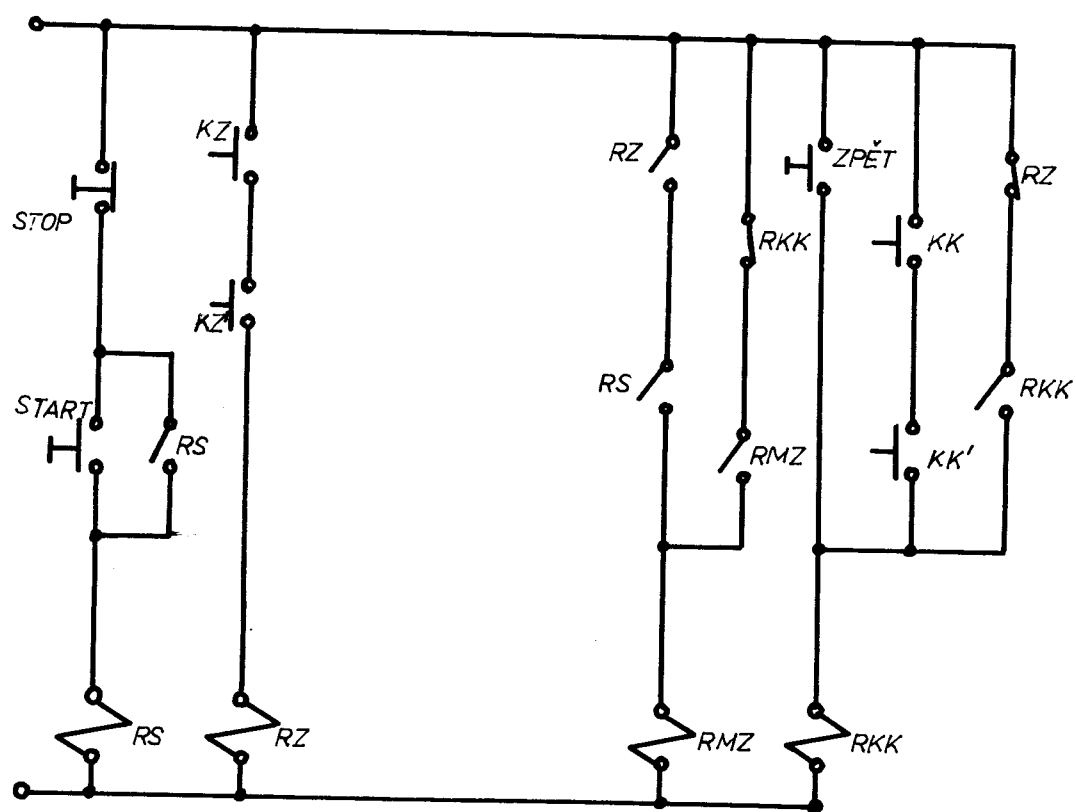
Často se v praxi setkáme se zapojením více motorů na jedno čerpadlo, přičemž je kladen požadavek na synchronizaci jejich pohybů. Zatížení na motorech je přitom různé. Tento způsob používá k synchronizaci hydraulické usměrňovače.

Popis funkce:

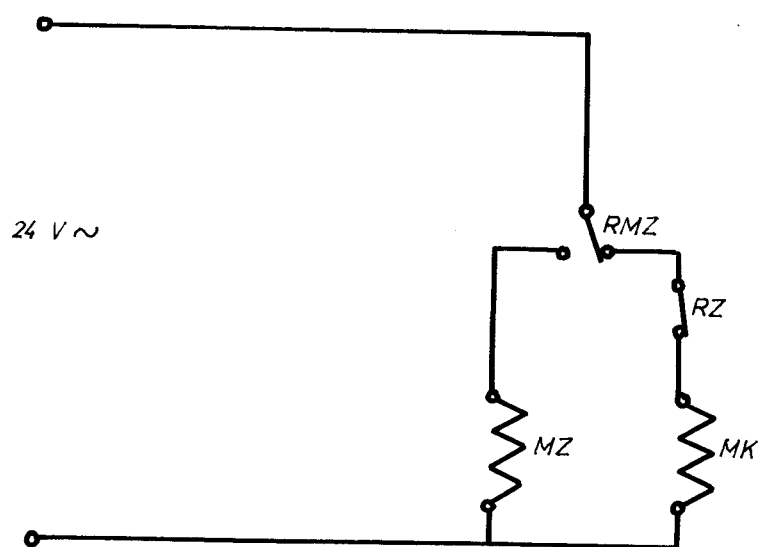
Do bodu A je z hydraulického agregátu přiváděn tlakový olej, který je veden do rozvaděče 1. Po stisknutí tlačítka START dojde k přestavení rozvaděče 1 do polohy 11 a tlakový olej je veden do motorů 7 resp. 8 přes hydraulické usměrňovače HU 1 resp. HU 2. Tyto usměrňovače se skládají ze čtyř zpětných ventilů a škrticího ventilu. Zpětné ventily usměrňují tok oleje a škrticí ventily slouží k vlastní synchronizaci rychlosti. Zde se naskytují dvě možnosti, které jsou závislé na zatížení motorů. Je-li zatížení motorů sice různé, ale konstatní, lze stejnou rychlost obou motorů nastavit pomocí různého otevření škrticích ventilů, které mohou být bez stabilizace. Mění-li se však velikost zatížení s časem, je třeba použít škrticí ventily se stabilizací tlakového spádu. Při pohybu motorů vpřed teče olej postupně přes zpětný ventil 2, škrticí ventil 3 a zpětný ventil 4 do motoru 7 a stejný smysl průtoku je i v druhé části. Po stisknutí koncových vypínačů se oba motory vracejí zpět stejnou rychlostí. Jejich velikost je dána nastavením škrticích ventilů. Olej

PRŮBĚH PRACOVNÍHO CYKLU :





obr. 20



obr. 21

protéká přes zpětný ventil 5, škrťací ventil 3 a zpětný ventil 6 do nádrže. Obdobný je průtok i ve druhém usměrňovači. Tento způsob synchronizace rychlosti inzeruje západoněmecká firma ATE.

Elektrické zapojení řídicího obvodu je na obr. 20 a zapojení elektromagnetů je na obr. 21.

3.8. Závěr.

Výběr těchto elementárních obvodů není samozřejmě kompletní. Prakticky v každé knize o hydraulických pohonech se vyskytuje mnoho obvodů od jednoduchých až po složité. Účelem této práce však není vytvoření takové stavebnice, která by umožnila realizaci všech takovýchto obvodů.

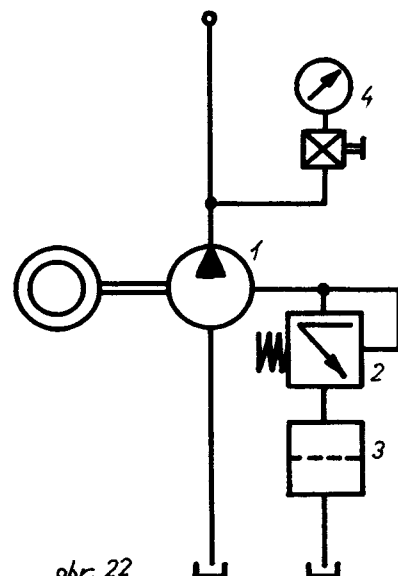
4. CELKOVÁ KONCEPCE PRACOVIŠTĚ.

Uspořádání pracoviště je ovlivněno umístěním v dílně a velikostí stolu. V původní koncepci se počítalo s výrobou stolu z I-profilů. Protože však výrobní možnosti školních dílen jsou omezené, bylo by zapotřebí zadávat výrobu tohoto stolu některému národnímu podniku. Hlavní překážkou však byl nedostatek profilu požadované velikosti. Proto byla použita polovina stolu z hoblovky, která byla k dispozici přímo v dílně. Určitou nevýhodou tohoto řešení je velká váha stolu. Počítá se však se stálým umístěním tohoto stolu.

4.1. Hydraulický agregát.

Jako zdroj tlakového oleje je použit hydraulický agregát IHA 3, který je na obr. 22. Skládá se ze zubového čerpadla poháněného elektromotorem, přepouštěcího ventilu, filtru a kontrolního manometru.

- 1...čerpadlo JHZJ 16
- 2...přepouštěcí ventil JHRT 40
- 3...filtr F 402 Z76
- 4...kontrolní manometr

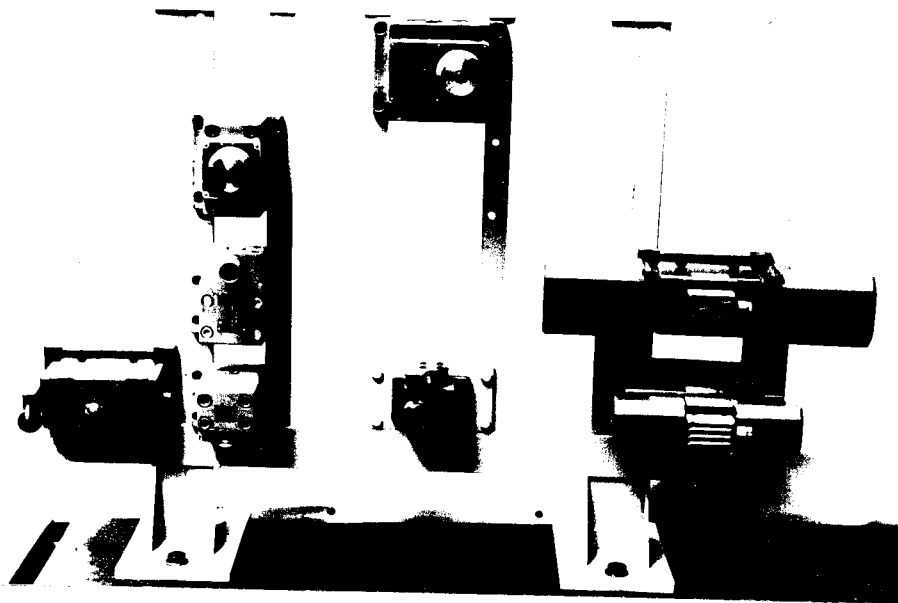


obr. 22

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	29
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

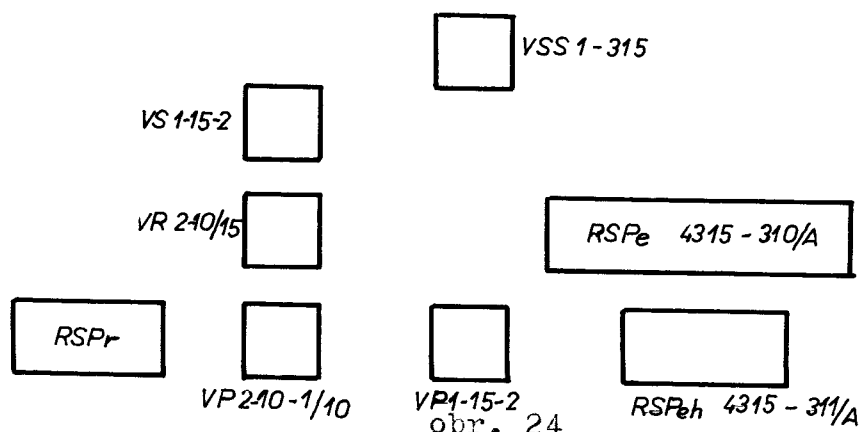
4.2. Umístění hydraulických prvků.

Hydraulické prvky jsou umístěny na stojanu, který je svařen z válcovaných profilů. Na obr. 23 je fotografie tohoto stojanu s některými prvky. Ostatní prvky budou namontovány, až bude vyřízena jejich objednávka. Seznam prvků je v příloze 1.

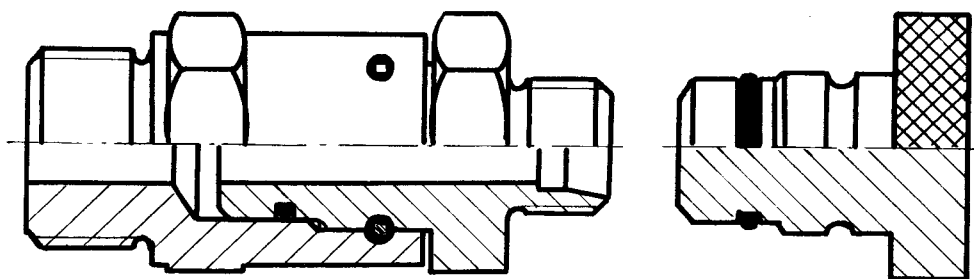


obr. 23

Na dalším obrázku je popis těchto prvků. Rozmístění prvků je provedeno tak, aby ručně ovládané prvky byly co nejbližší okraji stolu. Kromě toho, že je tím umožněno jejich snadnější ovládání, snižuje se i možnost znečištění obsluhujících osob. Rozvaděče ovládané elektricky jsou na vzdálenější straně, protože elektrická část bude stabilně připojena a nebude nutné provádět do ní žádné zásahy.



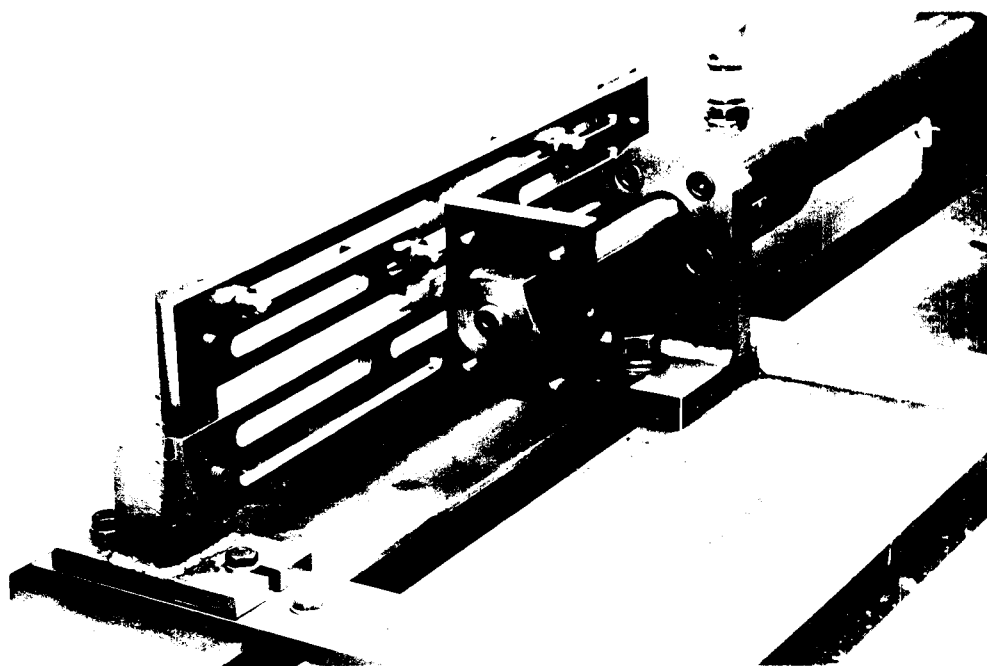
Pro rychlejší sestavování jednotlivých obvodů bude použito rychlospojek dle obr. 25.



obr. 25

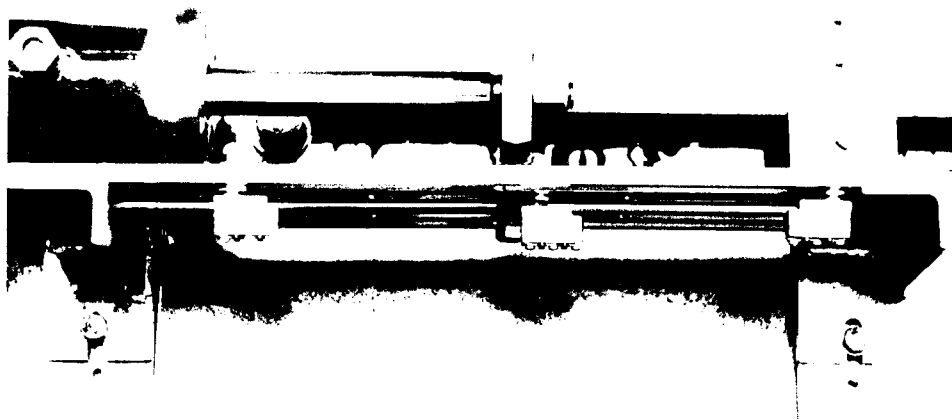
4.3. Umístění mikropínačů.

Pro ovládání jednotlivých funkcí jsou použity mikropínače B 611-2B, které vyrábějí Novoborské strojírny n.p. Nový Bor. Jsou umístěny na lištách, které umožňují jejich umístění po celém zdvihu hydromotoru. Lišty zároveň slouží k vedení kamene, který zabráňuje pootočení pístu. Mikropínače jsou ovládány hrotem na jednom z čel spojky. Na obr. 26, 27 a 28 je zachycena celá tato oblast v různých pohledech.



obr. 26

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	31
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	



obr. 27



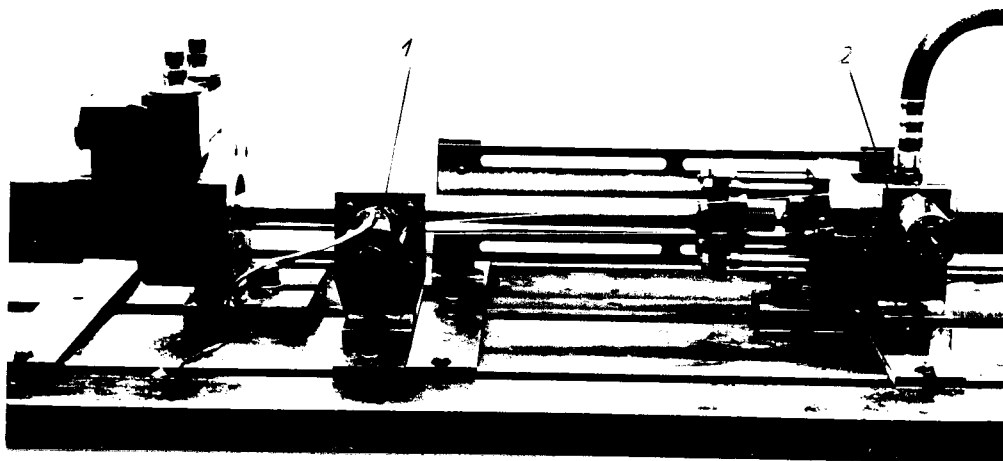
obr. 28

4.4. Měření rychlosti a dráhy.

Protože stavebnice má umožňovat také měření různých charakteristik, je vybavena snímačem rychlosti /tachodynamo K5A/ a spirálovým potenciometrem pro měření dráhy. Pohyb hydromotoru je přenášén na tyto snímače pomocí lanka a kladiček. Na obr. 29 je fotografie motoru JHVJ 50 s kataraktem a oběma snímači. Tachodynamo je označeno posicí 1 a potenciometr 2. Měření pomocí těchto snímačů může být použito spíše pro informaci. Přesnější měření je nutné provádět

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	32
Fakulta strojní	a měření rychlosti	DP - VS-56/72	

dět s dokonalejšími snímači. Podrobněji je tato otázka probrána v kapitole Měření.



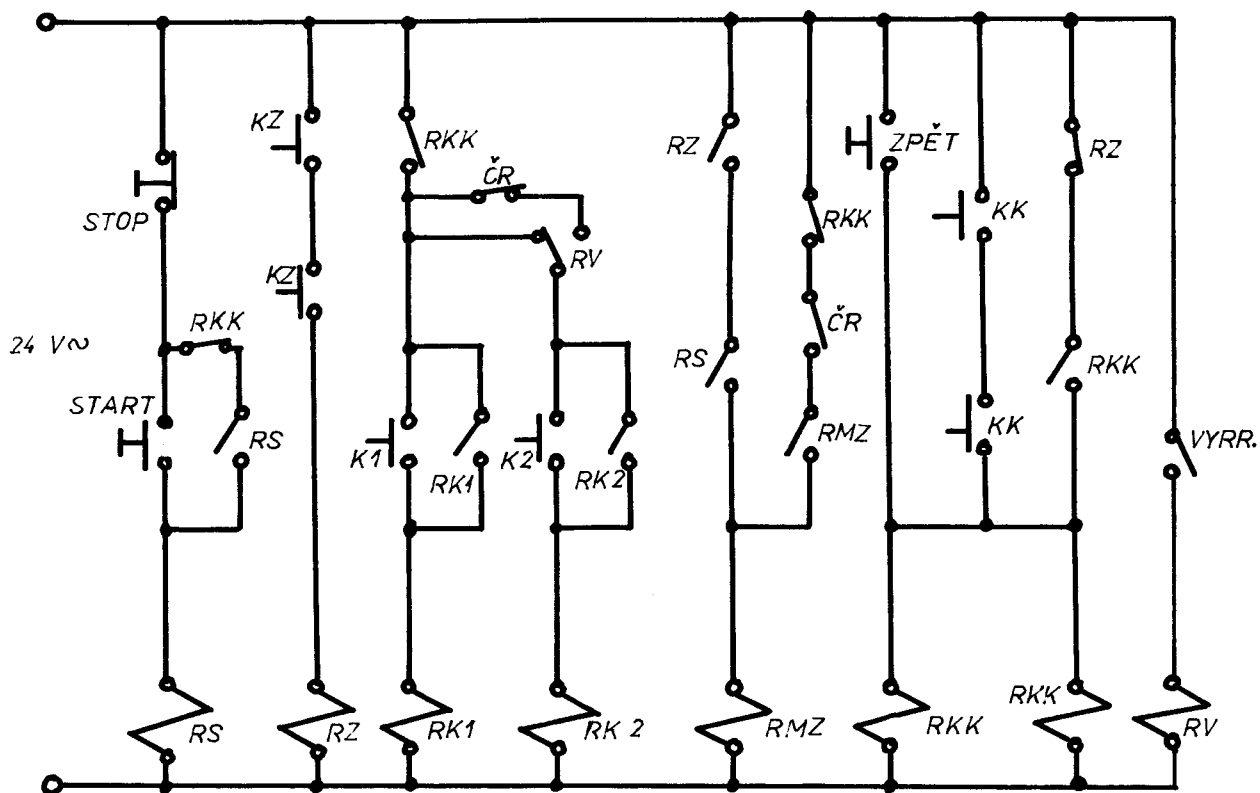
obr. 29.

4.5. Řídicí elektrický obvod.

Obvod napájený střídavým napětím 24 V. Použití tohoto napětí je ovlivněno tím, že zařízení má sloužit pro výuku a tudíž z hlediska bezpečnosti je třeba použít pro řídicí obvod toto napětí. Všechny sedm řídicích obvodů lze realizovat pomocí zapojení na obr. 30. Jednotlivé obvody se skládají z prvků, které jsou osazeny v tomto hlavním obvodu. Jejich zapojování bude realizováno na svorkovnici pomocí speciálních kabelů. Všechny prvky řídicího obvodu budou umístěny ve skřínce, jejíž zapojení splňuje stávající normy pro elektroinstalaci.

Použité prvky:

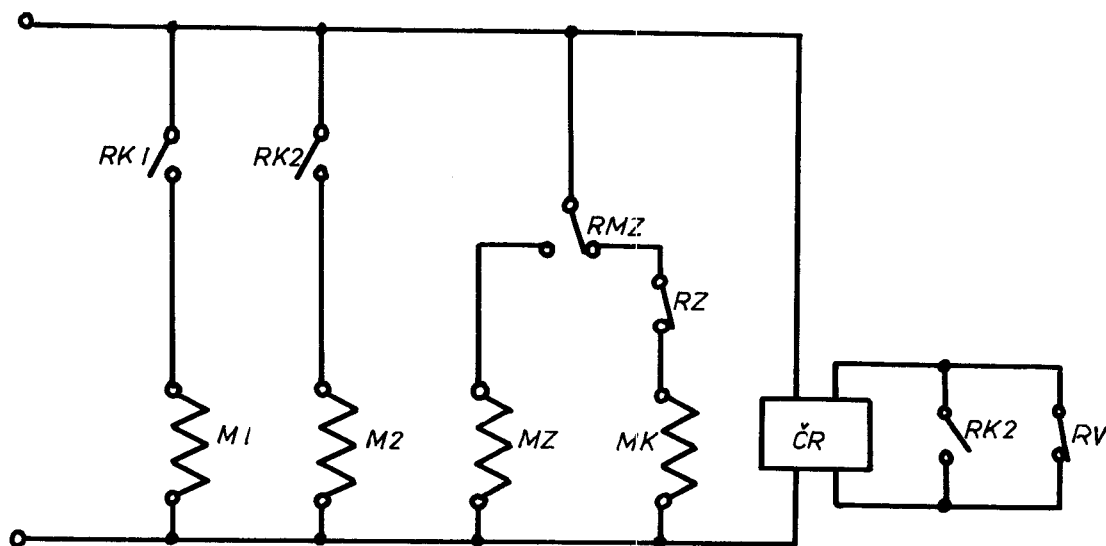
pomocné relé	RP 92 KB-3P-24 V/50Hz
časové relé	TD 11
tlačítka	236 Au 10
	236 Au 10
	236 Au 01
pojistky	
signální žárovka	



obr. 30

4.6. Zapojení cívek elektromagnetů.

Podobně jako u řídicího obvodu lze všechna zapojení cívek realizovat pomocí obvodu, který je na obr. 31. Pro jednotlivé hydraulické obvody se zapojují, podle schémat uvedených v textu, cívky elektromagnetů na odpovídající svorky relé. Cívky elektromagnetů jsou napájeny střídavým napětím 220 V.

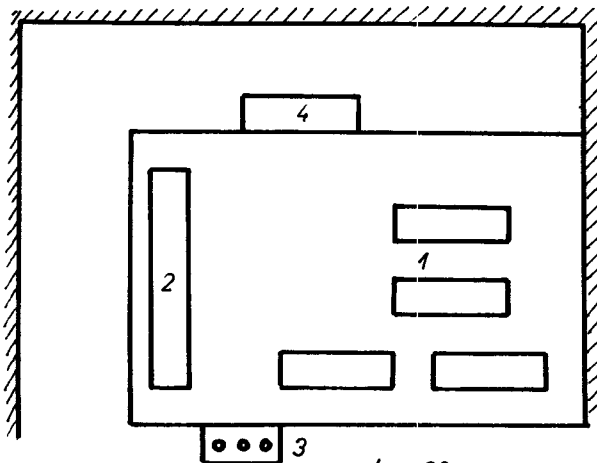


obr. 31

4.7. Celková úprava pracoviště.

Na obr. 32 je schéma pracoviště, tak jak je realizováno v dílnách KOS. Jednotlivé posice na obr. značí:

- 1...stůl s hydromotory, kataraktem a pom. zař.
- 2...panel s prvky
- 3...ovládací tlačítka řídicího obvodu
- 4...skříňka s elektrickými prvky



obr. 32

4.8. Závěr.

Jak už bylo uvedeno dříve, nelze na této stavebnici realizovat libovolná zapojení HM. Výběr typických obvodů byl proveden tak, aby se pomocí nich daly předvést základní zapojení HM a jejich funkce. Navíc je stavebnice vybavena pouze přímočarými hydromotory. Nelze proto však říci, že by bylo použití rotačních motorů vyloučeno. Hydromotory jsou na stole upevněny pomocí šroubů v T drážkách a jestliže budou k dispozici rotační motory jedná se o jednoduchou výměnu. Stojan s prvky je konstruován tak, aby se nechal v případě potřeby umístit na delší stranu stolu. Prvky jsou připevněny na stojanu pomocí šroubů a lze je tudíž nahrazovat podle potřeby jinými /pokud se liší rozteč děr je třeba pouze vyrobit novou desku/.

Kromě předvádění základních obvodů lze na stavebnici provádět i měření různých charakteristik. Pro informativní a méně přesná měření je stavebnice vybavena tachodynamem a spirálovým potenciometrem. Pro přesná měření je třeba použít přesnější měřicí přístroje. Pro upevnění některých z nich lze využít stojanů z příslušenství. Stavebnice je dále vybavena kataraktem, kterým je možné vyvozovat libovolné zatížení motorů. Pro měření jsou v příslušenství nástavce s ovory pro snímače tlaku /M 14x1,25/ a snímače tlaku měřicí aparatury KE 2. Důkazem toho, že lze použít stavebnici i pro náročnější měření je následující kapitola 5.

Při práci je třeba bezpodmínečně dodržovat bezpečnostní předpisy a veškeré zásahy provádět při vypnutém zdroji oleje i proudu. Kromě toho je třeba dbát na čistotu pracoviště a to hlavně hydraulické části.

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	36
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

5. ŘÍZENÍ RYCHLOSTI VĚTVENÍM TOKU.

Řízení rychlosti je jednou z velkých předností HM. Může být prováděno buď jako plynulé, nebo jako stupňovité. Protože stupňovité řízení je ve většině případů vlastně použitím několika plynulých změn, nebudeme se tímto způsobem dále zabývat. Způsob řízení rychlosti byl popsán již v kapitolách 2. a 3. Plynulá změna rychlosti se provádí buď škrcením nebo objemovou regulací. V této kapitole bude věnována pozornost pouze řízení rychlosti škrcením, protože řízení rychlosti objemovou regulací vyžaduje použití čerpadla s proměnným geometrickým objemem, které není součástí stavebnice.

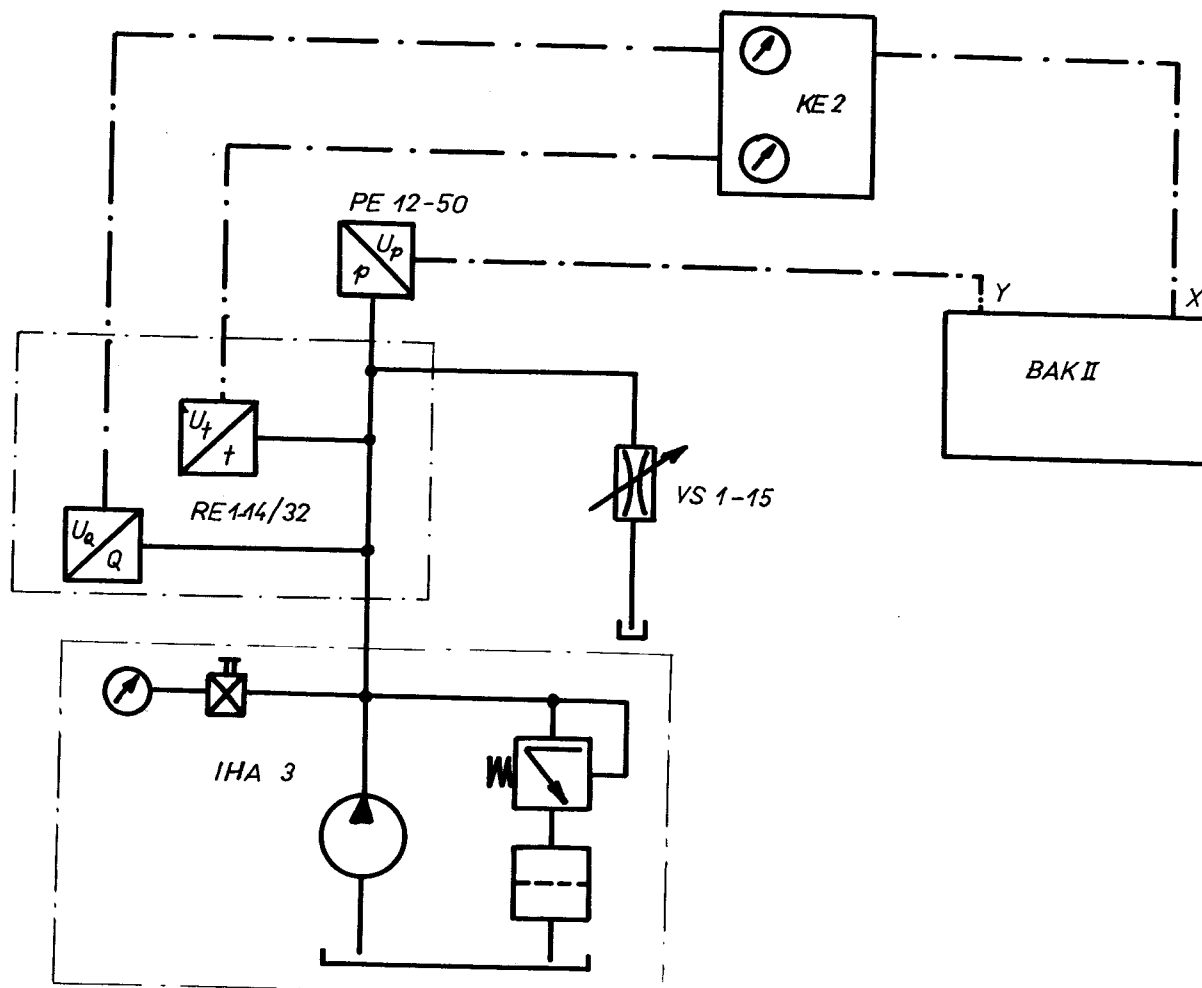
5.1. Statická měření.

Statická měření umožňují posouzení prvku, zda jde o prvek lineární či nelineární. Ve všech případech šlo o spojitě metody měření, t.j. měnila se spojitě veličina vstupní a snímala se změna veličiny výstupní.

5.1.1. Statická charakteristika hydraulického agregátu IHA 3. /obr. 34/

Jedná se o hydraulický agregát, který byl již popsán v kapitole 4 a jehož schéma je na obr. 26. Čerpadlo a přepouštěcí ventil tvoří zdroj tlaku, který má udržovat konstantní tlak bez ohledu na odebírané množství.

Vlastní měření charakteristiky bylo prováděno pomocí obvodu, jehož zapojení je na obr. 33. Z hydraulického agregátu IHA 3 je olej veden přes sondu RE 1-14/32 a škrticí ventil VS 1 - 15 zpět do nádrže. Sonda obsahuje snímače na měření tlaku, množství a teploty. Elektrické signály z této sondy byly vedeny do soupravy KE 2, kde bylo možné provádět optické odečítání množství i teploty na ukazatelích. Pro snímání tlaku bylo použito samostatného snímače PE 12-50, který mění tlakový signál na napětí. Napětí U_q a U_p byla vedena na svorky souřadnicového zapisovače BAK II. Zapojení bylo provedeno tak, že na vodorovné ose se odečítala velikost množství Q a na svislé ose tlak p . Při měření bylo postupně měněno nastavení přepouštěcího ventilu na 10,



obr. 33

20,30,40 a 50 kp/cm^2 . Při těchto konstantních nastaveních přepouštěcího ventilu se měnilo otevření štkícího ventilu a tím i tlak a množství. Měření bylo prováděno jak pro zavírání tak i pro otvírání ventilu. Tím bylo možné zjistit hysterezi. Tato však byla velmi malá, a proto není v grafu uvedena. Ze závislosti $p = f/Q$ byl určen vnitřní odpor jak čerpadla, tak i přepouštěcího ventilu. Pro výpočet odporu platí tyto vztahy:

VP:

$$R_p = \frac{\Delta p}{\Delta Q} = \tan \alpha$$

Čerpadlo:

$$R_v = \frac{\Delta p}{\Delta Q} = \cot \beta$$

Hodnota vnitřního odporu čerpadla je konstantní:

$$R_v = 3,73205 \text{ kp cm}^{-2} / \text{dm}^3 \text{ min}^{-1}$$

Hodnota vnitřního odporu přepouštěcího ventilu se mění

s jeho nastavením. Výsledky jsou seřazeny v následující tabulce:

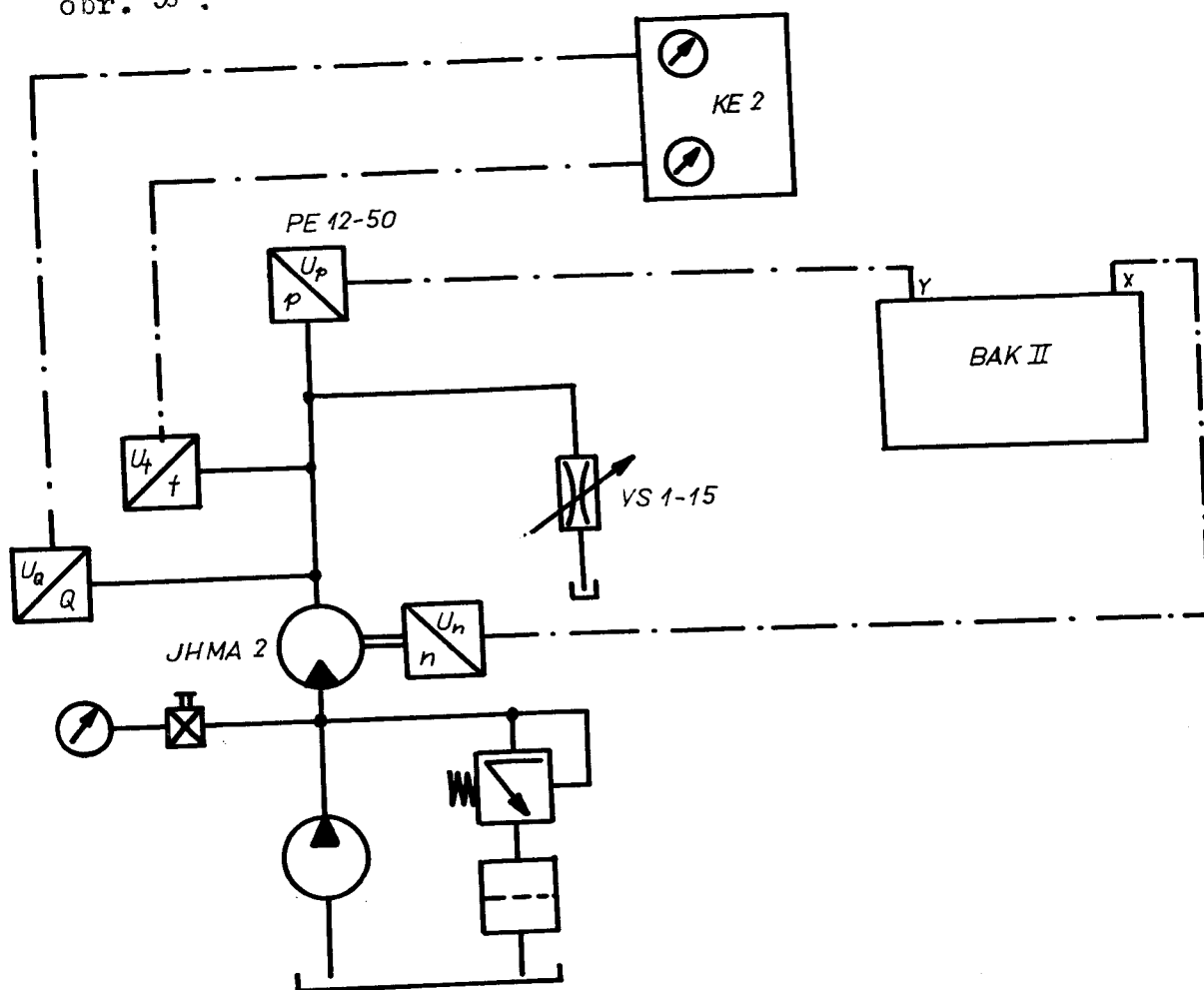
TAB. I

Tlak nastavený na VP	10	20	30	40	50
Vnitřní odpor R_v	0,069	0,087	0,113	0,113	0,140

Z charakteristiky je zároveň vidět, že se nejedná o ideální zdroj tlaku, protože se vzrůstajícím množstvím klesá tlak. Poněkud větší tlaková difference je dána tím, že v agregátu je použit jednoduchý, přímo řízený zpětný ventil.

5.1.2. Statická charakteristika škrticího ventilu s proměnným průtokovým průřezem VS 1-15.

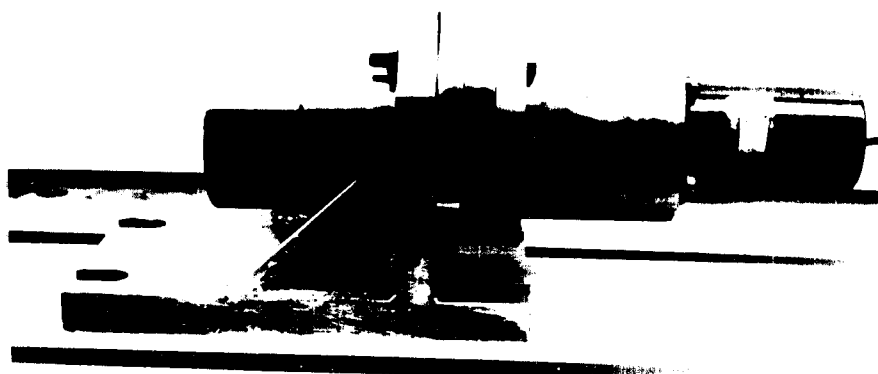
Pro měření této charakteristiky nebylo možné použít sondu RE 1-14/32, protože při nižších dodávaných množstvích nebyla tato sonda schopna s dostatečnou přesností měřit množství. Obvod byl proto přebudován podle obr. 35.



obr. 35

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	40
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

Jestliže porovnáme tento obvod s předcházejícím, vidíme, že množství tentokrát nebylo měřeno sondou/sloužila pouze pro kontrolu Q a t /, ale nepřímo pomocí rotačního hydromotoru JHMA 2 a tachodynamu K5A. Pomocí tachodynamu byly měřeny otáčky, které se měnily na napětí vedené na svorky zapisovače. Ocejšchování stupnice bylo provedeno pomocí údajů získaných sondou pro větší dodávaná množství, protože tyto byly dostatečně přesné. Na obr. 36 je hydromotor s tachodynamem.



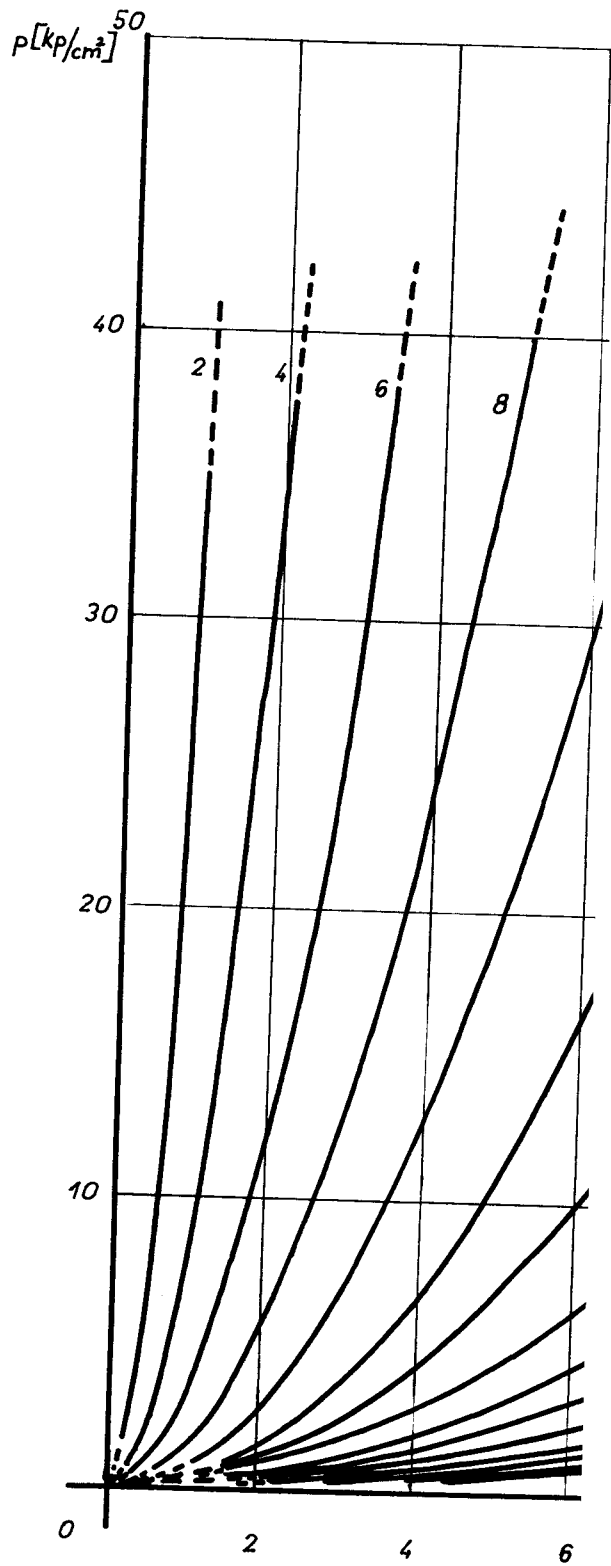
obr. 36.

Vlastní měření bylo prováděno tak, že škrticí ventil byl vždy konstantně otevřen a plynule se měnilo nastavení přepouštěcího ventilu. Měření bylo provedeno pro otevření škrticího ventilu v rozsahu 1 otáčka 2 dílky až 2 otáčky 10 dílků, což odpovídá rozsahu 336° až 900° . Získaná statická charakteristika je na obr. 37. Pomocí charakteristiky ŠV a charakteristiky zdroje lze řešit řízení rychlosti větvením toku, což bude ukázáno dále.

5.1.3. Rychlostní charakteristika přímočarého motoru JHVJ 50 se škrticím ventilem VS 1-15 na vstupu.

Rychlostní charakteristika je závislost, která udává, jak se mění rychlost motoru se změnou zatížení. Měření bylo prováděno na obvodu, jehož schéma zapojení je na obr. 38. Na obr. 39 je fotografie obvodu bez zdroje a zapiso-

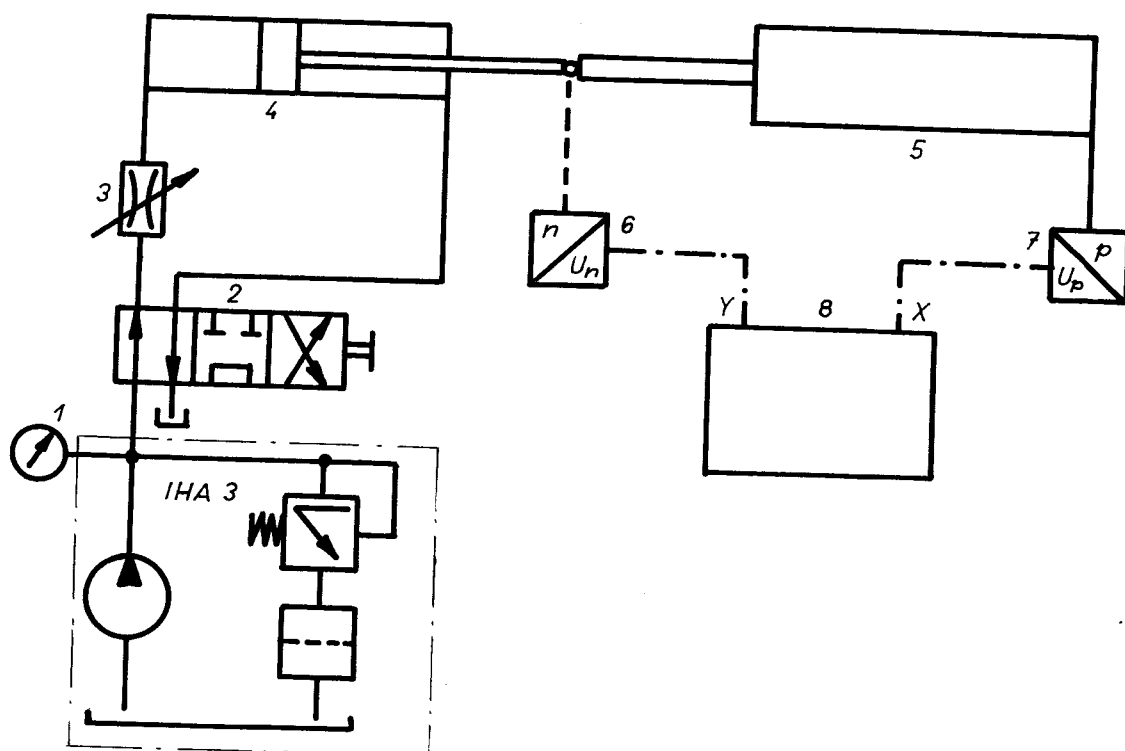
CHARAKTERISTIK



OLEJ OT 3C
 0200 20 1250
 $t = 20^{\circ}\text{C}$
 $v = 25 \text{ cm}^3$

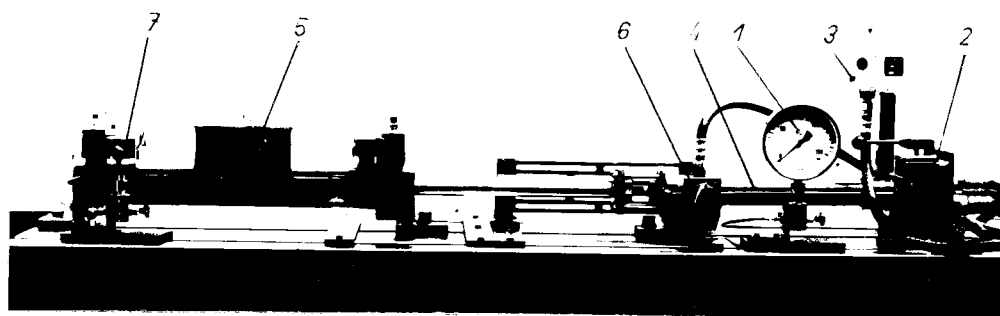
[mm] 0

10 20

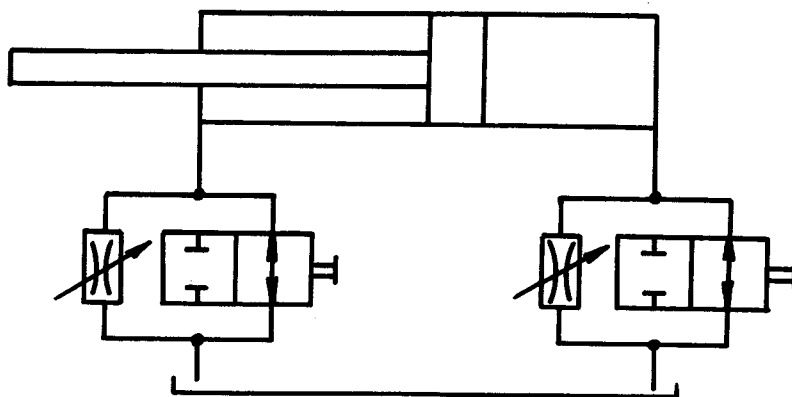


obr. 38.

vače. Ze zdroje byl tlakový olej veden přes rozvaděč RSPR /2/ a škrticí ventil VS 1-15 /3/ do přímočarého hydromotoru JHVJ 50 /4/ a zpět do nádrže. Na kontrolním manometru 1 bylo kontrolováno nastavení přepouštěcího ventilu zdroje. Motor byl zatěžován pomocí kataraktu 5, jehož schéma je na obr. 40. Rychlost i síla byly snímány nepřímě. Místo rychlosti byly měřeny otáčky tachodynama K5A /6/, které byly převáděny na napětí přiváděné na souřadnici y zapisovače BAK II/8/. Na souřadnici x bylo přiváděno napětí ze snímače tlaku PE 12-50, kterým byl snímán tlak v kataraktu. Na obr. 41 je úprava ta-

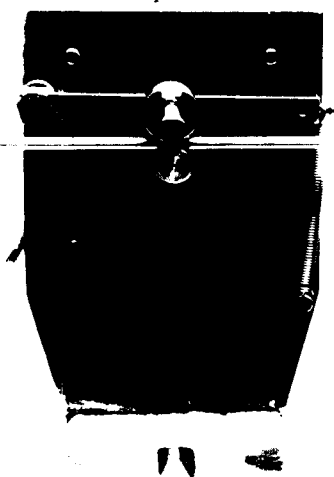


obr. 39

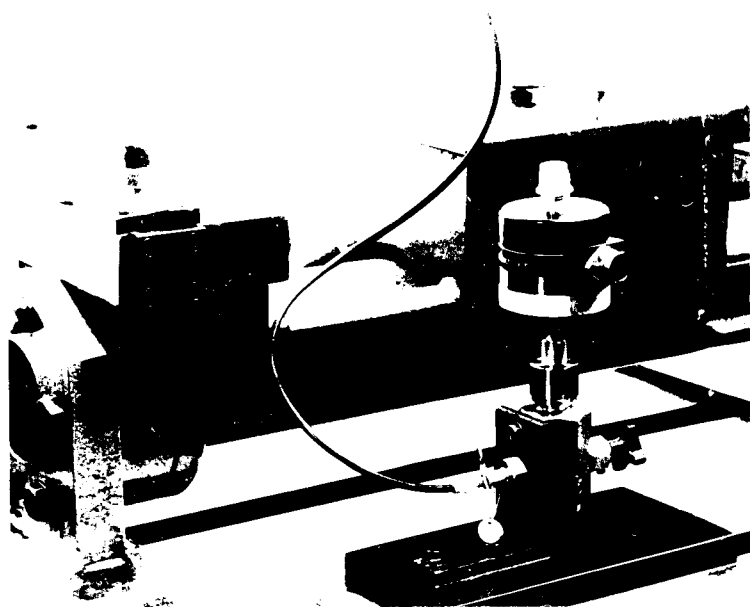


obr. 40

chodynama pro snímání rychlosti. Na obr. 42 je část kataraktu a snímač tlaku PE 12-50, který mění tlakový signál na elektrický. Jedná se o výrobek západoněmecké firmy HYDROTECHNIK KG. Výrobkem stejné firmy je i měřicí sonda RE 1-14/32 a souprava KE 2.

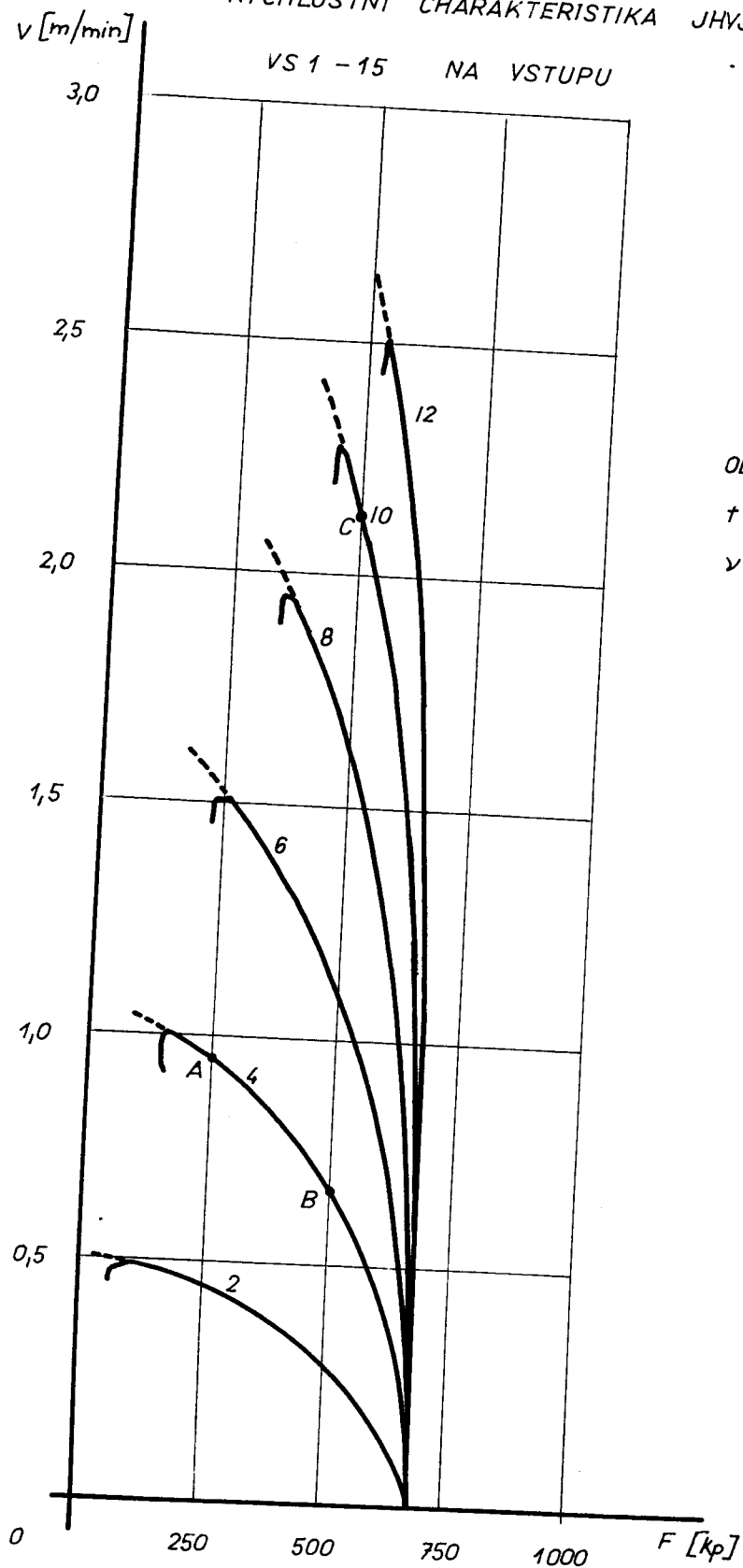


obr. 41.



obr. 42.

Měření bylo prováděno pro nastavení přepouštěcího ventilu $p_0 = 40 \text{ kp/cm}^2$. Změna zatížení byla řízena škrtícím ventilem kataraktu. Celkem bylo provedeno 6 měření pro otevření škrtícího ventilu 1 otáčka 2 dílky až 1 ot. 12 dílků, což odpovídá $\varphi = 396^\circ \div 576^\circ$. Naměřené rychlostní charakteristiky jsou v grafu na obr. 43.

RYCHLOSTNÍ CHARAKTERISTIKA JHVJ 50
VS 1 - 15 NA VSTUPU

OLEJ OT 3C ČSN 65 6620

 $t = 50^{\circ}\text{C}$ $\nu = 22 \text{ cSt}$

5.1.4. Použití statických charakteristik zdroje a škrtícího ventilu k odvození rychlostní charakteristiky.

Protože výrobce dodává charakteristiky zdroje i škrtícího ventilu, lze rychlostní charakteristiku odvodit graficko-počtářskou metodou. V této kapitole bude proveden důkaz.

Z rychlostní charakteristiky byly odečteny souřadnice několika bodů. Síla byla přepočtena na potřebný tlakový spád na motoru p_m . Tento spád vyneseme na svislou osu statické charakteristiky zdroje a z tohoto bodu vyneseme statickou charakteristiku škrtícího ventilu při stejném otevření. Potom odečteme souřadnice průsečíku této křivky s charakteristikou zdroje, která odpovídá stejnému nastavení přepouštěcího ventilu. Z odečteného množství můžeme pro známou plochu pístu hydromotoru spočítat jeho rychlost. Grafický způsob je naznačen na obr. 44.

Kontrola je provedena pro body označené na obr. 43 jako A, B, C.

Hodnoty odečtené z rychlostní charakteristiky:

	$F / \text{kp}/$	$v / \text{m}/\text{min}/$
A	250	0,955
B	500	0,676
C	500	2,14

Hodnoty vypočtené:

	A	B	C
$p_m / \text{kp}/\text{cm}^2/$	12,75	25,5	25,5

Pro tyto hodnoty bylo pomocí statických charakteristik odečteno množství:

$Q / \text{l}/\text{min}/$	1,8	1,3	4,25
----------------------------	-----	-----	------

Těmto hodnotám odpovídá pro motor JHVJ 50 rychlost:

$v / \text{m}/\text{min}/$	0,917	0,663	2,16
----------------------------	-------	-------	------

Rozdíly, které jsou mezi vypočtenými a naměřenými hodnotami, činí maximálně 4. Jsou způsobeny rozdílem odporu, který

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	46
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

je dán průtokem dvěma různými obvody.

5.1.5. Rychlostní charakteristika přímočarého motoru

JHVJ 50 se škrťacím ventilem VS 1-15 na výstupu.

Proměření této charakteristiky bylo provedeno pomocí obvodu, jehož schéma je shodné s obr. 38. Pouze škrťací ventil VS 1-15, označený na obr. číslicí 3 byl umístěn, místo na vstupu, na výstupu mezi hydromotorem a rozvaděčem. Měření bylo prováděno postupně pro otevření škrťacího ventilu 1 ot. 2 dílky ÷ 1 ot. 10 dílků, což odpovídá otevření $\varphi = 396^\circ \div 540^\circ$. Přepouštěcí ventil zdroje byl nastaven na tlak $p_0 = 40 \text{ kp/cm}^2$. Získané charakteristiky jsou na obr. 45.

Při měření této charakteristiky bylo provedeno cejchování obou stupnic. Hodnota tlaku byla nastavována na kontrolním manometru a údaj PE 12-50 byl zaznamenáván na pomocnou stupnici. Hodnota síly se vypočítala ze známé plochy pístu a tlaku. Cejchování rychlosti bylo provedeno tak, že na pomocnou stupnici byla vynášena rychlost odpovídající určitým hodnotám napětí, které bylo měřeno na voltmetru. Potom byly pro tyto hodnoty napětí změřeny otáčky tachodynamu a z otáček a obvodu kladičky byla spočítána rychlost. Obě pomocné stupnice jsou též na obr. 45.

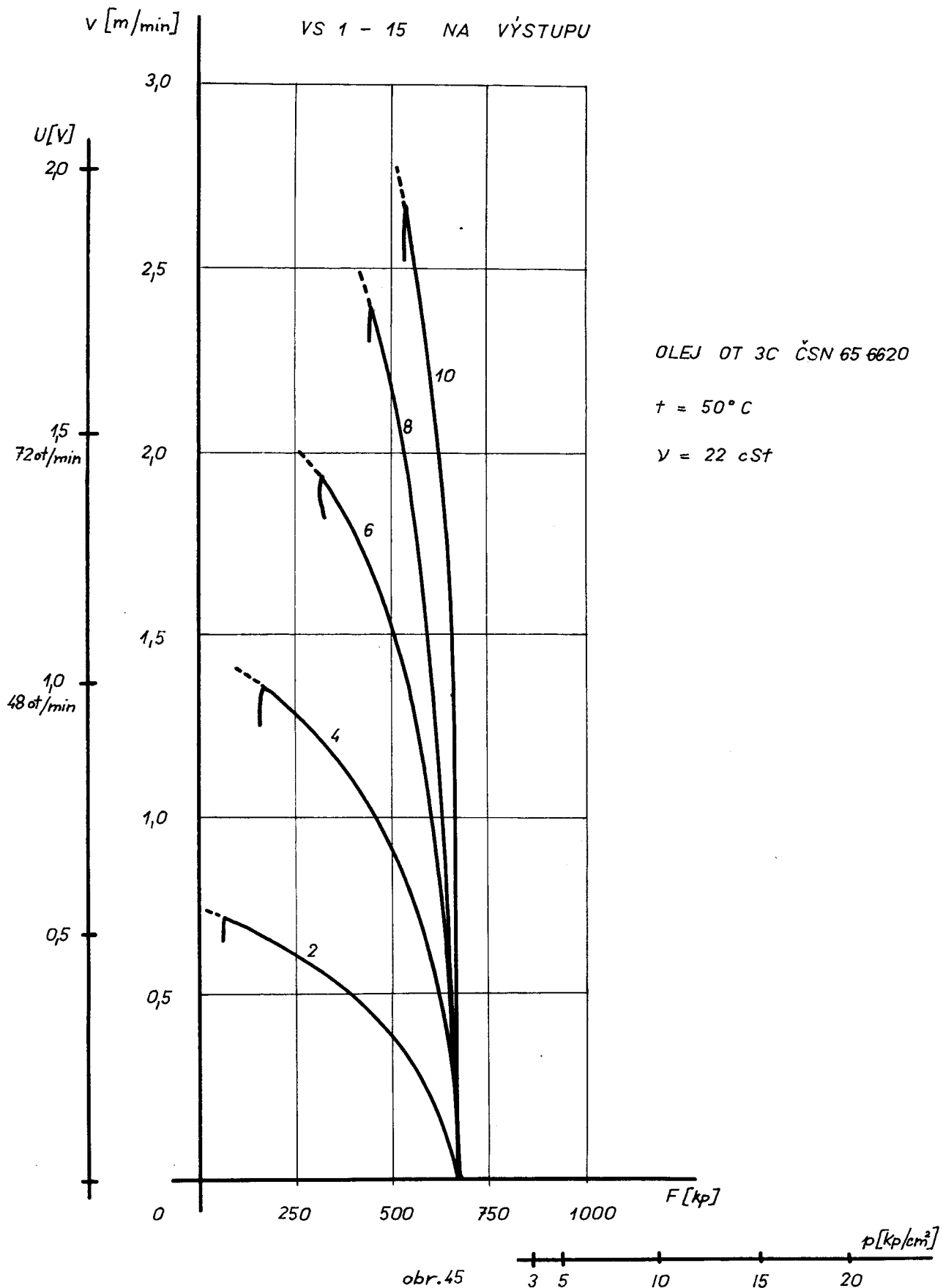
Průměr kladičky $d = 9 \text{ mm}$

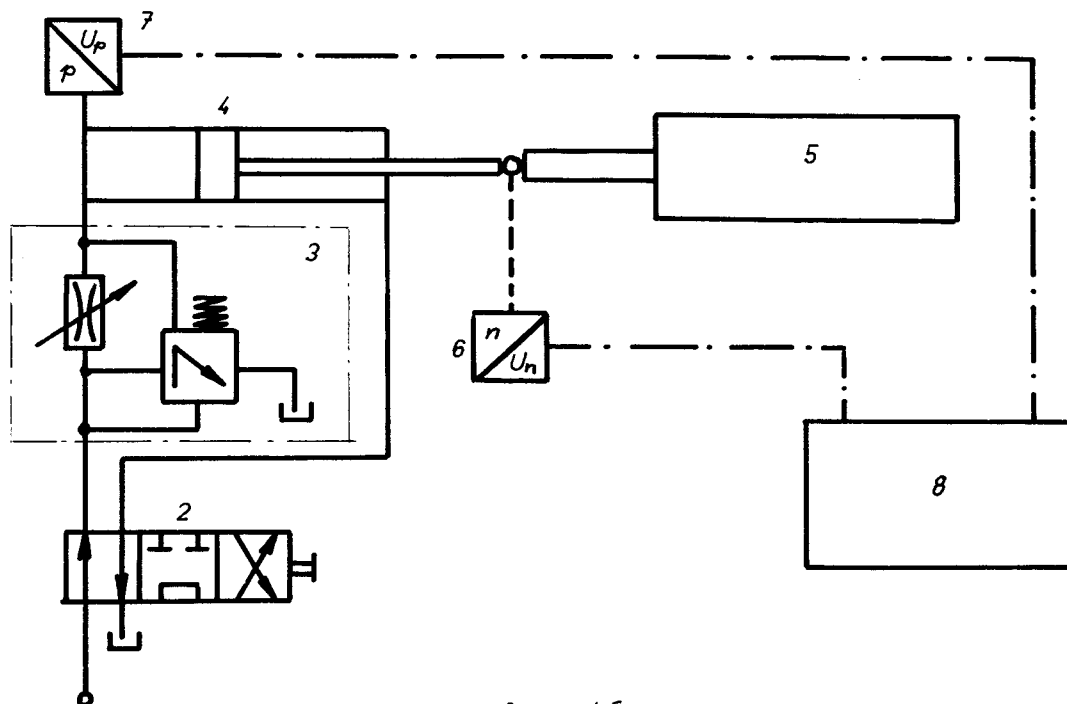
Průměr pístu kataraktu $D = 80 \text{ mm}$

5.1.6. Rychlostní charakteristika přímočarého hydro-motoru JHVJ 50 se škrťacím ventilem VSS 1-315 na vstupu.

Škrťací ventil VSS 1-315 je se stabilizací tlakového spádu. Proměření charakteristiky bylo provedeno pomocí obvodu, jehož schéma je na obr. 46. Ze zdroje IHA 3 byl tlakový olej veden přes rozvaděč RSPR /2/ a škrťací ventil /3/ do motoru JHVJ 50 /4/ a z něho zpět do nádrže. Motor byl zatěžován pomocí kataraktu 5. Rychlost byla snímána tachodynamem K5A /6/ a tlak snímačem PE 12-50 /7/. Údaje byly vedeny na zapisovač BAK II /8/. Přepouštěcí ventil zdroje byl nastaven na tlak $p_0 = 50 \text{ kp/cm}^2$.

RYCHLOSTNÍ CHARAKTERISTIKA JHVJ 50





obr. 46

Měření bylo provedeno pro otevření ventilu 16 dílků $\div$ 1 ot. 8 dílků, což odpovídá pootočení ovládacího elementu $\varphi = 324^\circ \div 504^\circ$. Naměřené charakteristiky jsou na obr. 47.

5.1.7. Rychlostní charakteristika hydromotoru JHVJ 50 se škrticím ventilem JHRM_s 10 na vstupu.

Škrticí ventil JHRM_s 10 má proměnný průtokový průřez a stabilizaci tlakového spádu. Měření bylo prováděno pomocí obvodu, který byl shodný s obvodem na obr. 46. Přepouštěcí ventil zdroje IHA 3 byl nastaven na tlak $p_0 = 50 \text{ kp/cm}^2$. Měření bylo provedeno pro otevření 7; 7,5; 8; 8,5 dílků. Získaná rychlostní charakteristika je na obr. 48.

5.1.8. Závěr.

Řízení rychlosti pomocí ventilu bez stabilizace tlakového spádu je možné v těch případech, kde se vyskytuje zatížení konstantní, nebo jeho hodnota kolísá v malém rozsahu. Z naměřených charakteristik ventilu VS 1-15 je zřejmé, že při větším otevření ventilu vyvolá malá změna zatížení velkou změnu rychlosti, což je pro praktické použití ve většině případů nevýhodné.

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	51
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

Na rozdíl od předchozího případu mají škrťací ventily se stabilizací tlakového spádu tu výhodu, že jsou velmi málo citlivé ke změně zatížení. Z grafu je vidět, že v oblasti blízké maximálnímu zatížení motoru vyvolává malá změna síly velkou změnu rychlosti. Je to dáno tím, že v této oblasti nepracuje stabilizace. Průběh charakteristik se nejvíce liší právě v oblasti, kdy začíná pracovat stabilizace. Zatímco u VSS 1-315 je přechod velmi ostrý, přechodová oblast ventilu JHRMs 10 je delší. Rozdíl vyplývá z odlišné konstrukce vlastního škrťacího elementu. Dále je vidět, že stabilizace tlakového spádu není naprosto ideální. Toto kolísání je však proti škrťacím ventilům bez stabilizace velmi malé. Z toho vyplývá, že v těch případech kde vyžadujeme stálou rychlost bez ohledu na zatížení, musíme použít škrťací ventil se stabilizací tlakového spádu.

Měření rychlostních charakteristik dále ukázalo, že škrťací ventily kataraktu při větších rychlostech nestály propouštět všechny olej do nádrže, což se projevilo tím, že nebylo možné změřit celý průběh charakteristik.

5.2. Dynamická měření.

V minulé kapitole byla prováděna měření statických charakteristik, t.j. měnila se plynule vstupní veličina a byla snímána odezva. Používání HM se však poslední dobou rozšířilo i do takových oblastí, kde mají rozhodující význam dynamické vlastnosti jak jednotlivých prvků, tak i celých obvodů. Proto se provádějí měření dynamických charakteristik, které podávají obraz o chování prvku či obvodu, jestliže na jeho vstup přivedeme časově proměnný signál. V praxi se používají dva typy signálů, sinusový signál a pravouhlý skok, které umožňují jednodušší matematické výpočty. Odezvu zpracováváme ve formě přechodové nebo frekvenční charakteristiky. Porovnání vstupního a výstupního signálu získáme obraz o dynamických vlastnostech prvku či obvodu. Podmínkou měření je, že dynamické vlastnosti měřících přístrojů nesmí ovlivňovat výsledky měření.

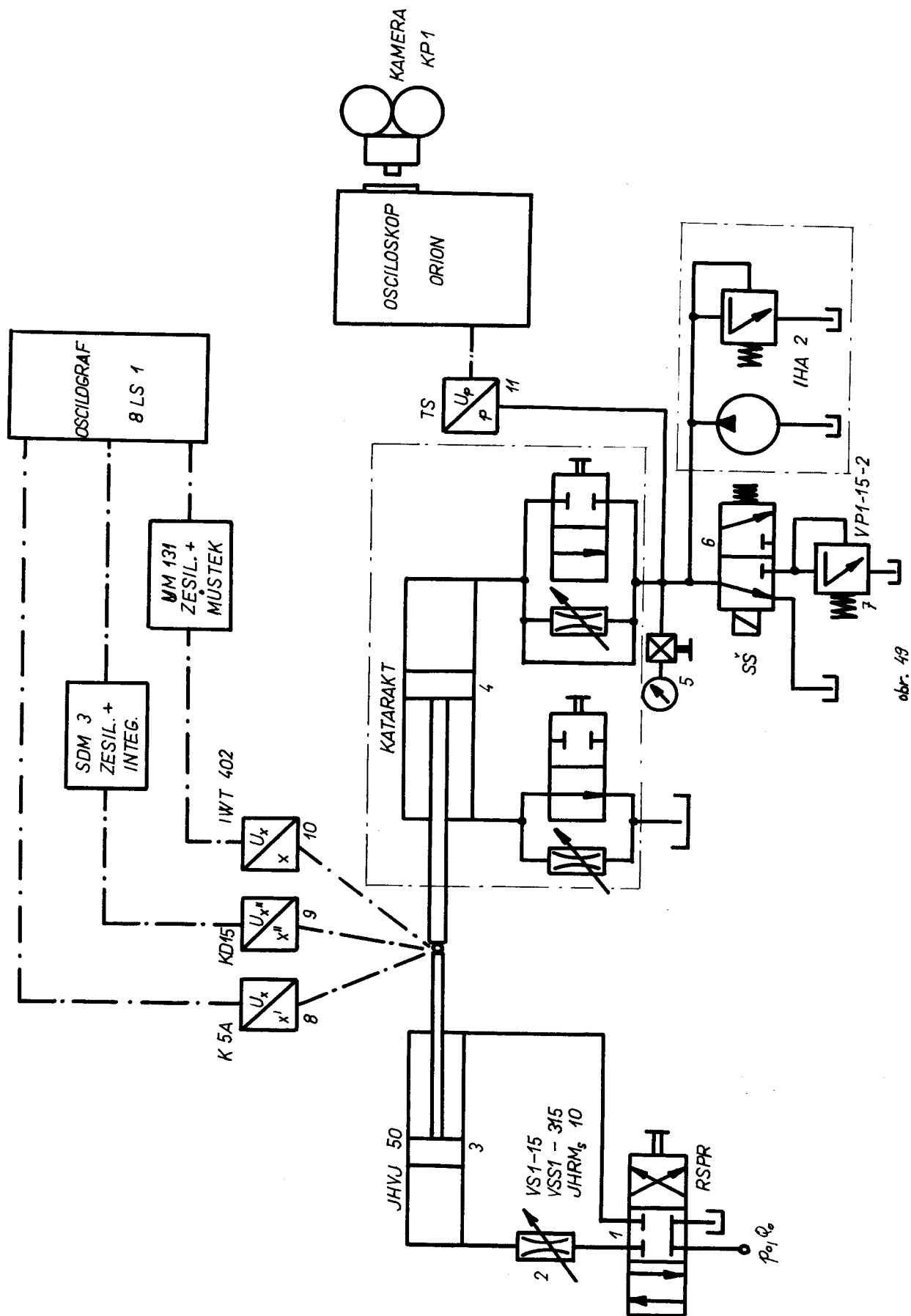
VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	52
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

5.2.1. Střílecí šoupátko.

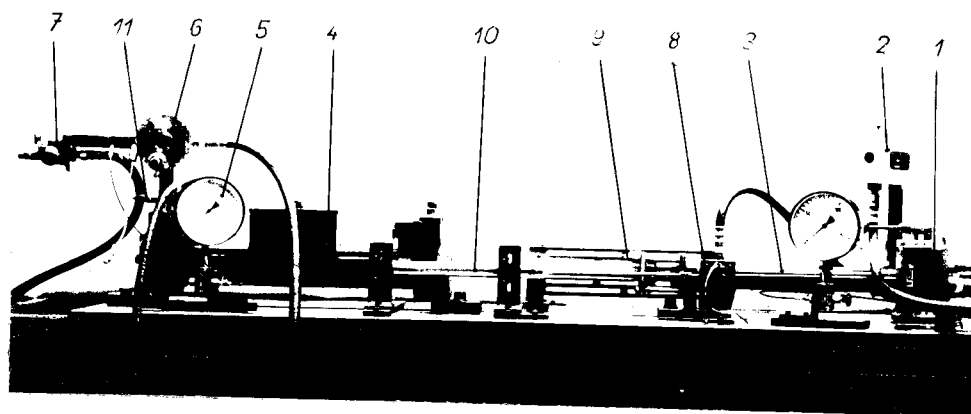
Pro vytváření skokových změn bylo použito střílecí šoupátko, vyráběné n.p. Nářadí ve Vrchlabí, které bylo upraveno v našich dílnách. Jedná se prakticky o dvoupolohový třícestný rozvaděč, který je ovládán elektromagnetem a silnou pružinou, čímž se podle údajů výrobce snížila přestavná doba na $T = 0,002 \div 0,004$ s, což je asi 20-krát méně než u normálního rozvaděče. Při měření byl nejdříve používán elektrický odpal, který však vznik poruch, které se projevovaly na oscilografickém záznamu, a proto bylo použito ručního odpalu. Navíc došlo během několika málo měření k velmi výraznému opotřebení západky, která přidržuje šoupátko v horní natažené poloze. K odpalu bylo proto používáno šroubováku, kterým byla přidržována západka. Je proto nanejvýš pravděpodobné, že čas na přestavení byl poněkud větší a mohl i kolísat v dost velkém rozsahu. Protože však nebylo k dispozici jiné střílecí šoupátko a výroba nové západky nemohla být v krátkém čase realizována, bylo měření provedeno s tím, co bylo k dispozici.

5.2.2. Skoková změna zatížení motoru JHVJ 50 se škrtícím ventilem VS 1-15 na vstupu.

Měření bylo prováděno pomocí zapojení, jehož schéma je na obr. 49. Jako zdroj tlaku byl použit hydraulický agregát IHA 3, ze kterého byl tlakový olej veden přes rozvaděč RSPR, škrtící ventil VS 1-15 do motoru JHVJ 50 a zpět do nádrže. Motor byl zatěžován pomocí kataraktu, který byl již používán při měření statických charakteristik. Tentokrát však škrtící ventil i rozvaděč byly přemostěny a tím vyřazeny z činnosti a olej byl veden do střílecího šoupátka. Jestliže bylo šoupátko otevřené, protékal olej do nádrže volně, při zavření protékal přes ventil přepouštěcí VP 1-15-2, který byl nastaven na tlak 10 kp/cm^2 , do nádrže. Mezi šoupátko a katarakt byl přiváděn tlakový olej z pomocného zdroje IHA 2, jehož přepouštěcí ventil byl nastaven na maximální hodnotu tlaku. Tuto úpravu si vyžádala skutečnost, že při přímém zapojení střílecího šoupátka



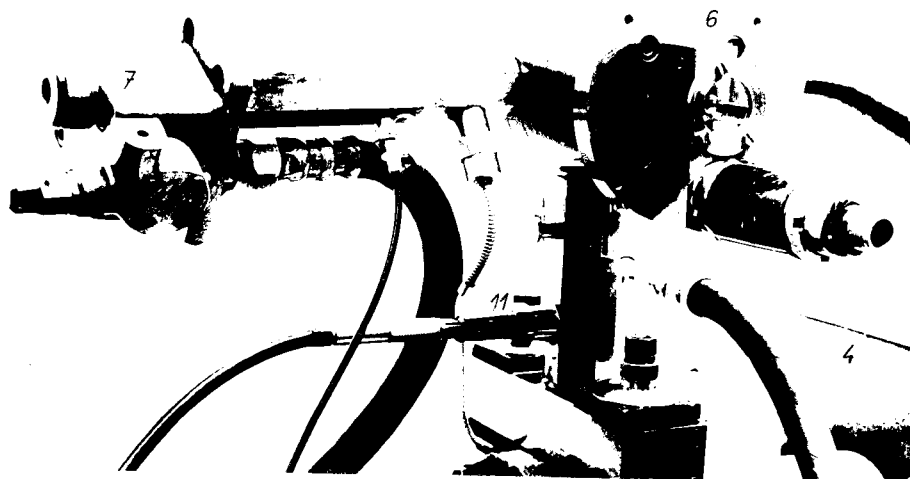
na výstup z kataraktu stoupl tlak na hodnotu 10 kp/cm^2 za 1,6 s, což v žádném případě nemohlo být považováno za dynamický děj. Po úpravě se čas zkrátil na 0,4 s. Při vlastním měření byla snímána dráha a rychlost a průběh stoupnutí tlaku na kataraktu. Na obr. 50 je pohled na uspořádání hydraulických prvků a snímačů.



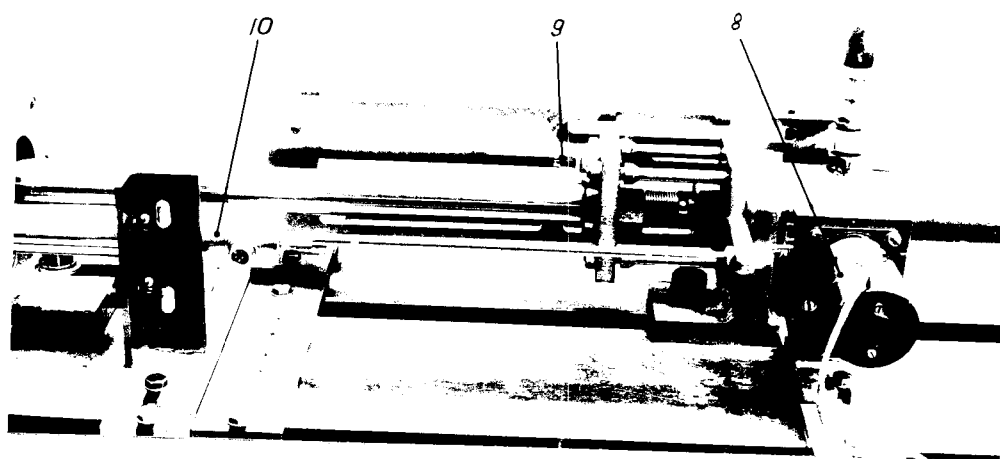
obr. 50

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1....rozvaděč RSPr | 7....přepouštěcí ventil VP1-15-2 |
| 2....škrťací ventil VS 1-15 | 8....tachodynamo K5A |
| 3....hydromotor JHVJ 50 | 9....snímač KD 15 |
| 4....katarakt | 10....snímač IWT 402 |
| 5....kontrolní manometr | 11....tlakový snímač 6326 |
| 6....střílecí šoupátko | |

Na obr. 51 je detailní záběr umístění střílecího šoupátka na kataraktu.

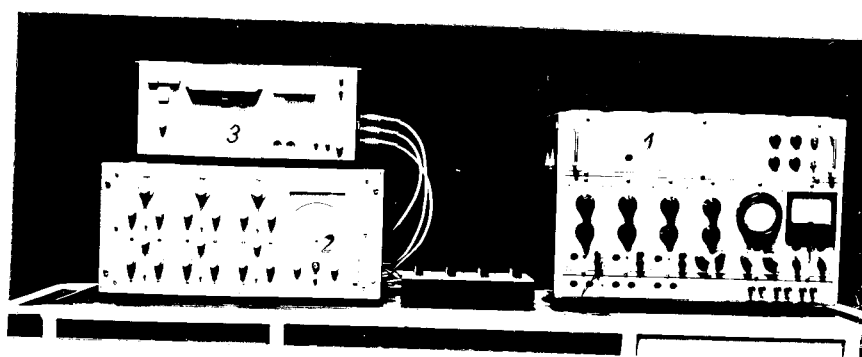


obr. 51



obr. 52

Na obr.52 je detailní záběr umístění snímačů. Pos. 8 je označeno tachodynamo K5A, které bylo použito pro snímání rychlosti. Jedná se o dynamo, které dává napětí přímo úměrné otáčkám hřídele. Napětí z tachodynamu bylo přímo vedeno na oscilograf 8 LS-1. Pos.10 je označen indukční snímač dráhy IWT 402. Údaj ze snímače byl nejprve veden do zesilovače UM 131 a odtud na oscilograf. Pos. 9 je označen snímač KD 15, pomocí kterého bylo měřeno zrychlení. Signál byl veden do SDM 3, kde bylo provedeno zesílení a integrace, a dále na oscilograf. Tím byla prakticky měřena změna rychlosti, nikoliv její absolutní hodnota. Na obr. 53 jsou použité přístroje.



obr. 53

1....SDM 3

2....UM 131

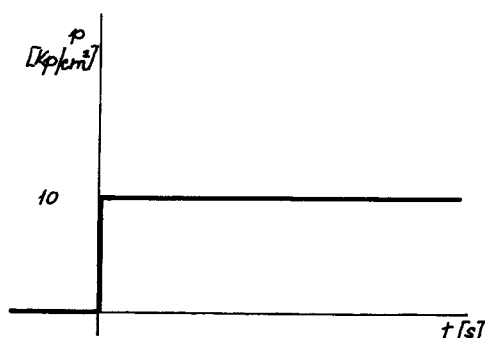
3....8 LS 1

Oscilograf 8 LS 1 je osmismyčkový, t.j. může najednou zaznamenávat průběh osmi veličin v závislosti na čase. V našem případě byly využity pouze tři smyčky. Na první byl přiváděn

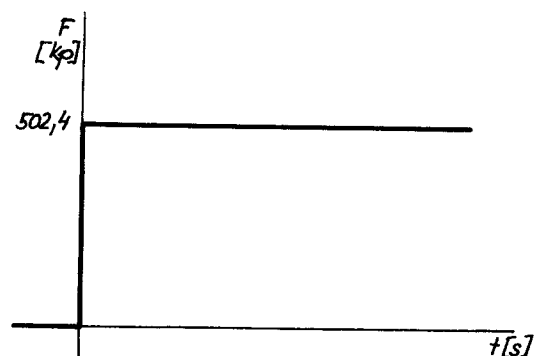
VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	56
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

signál ze snímače IWT 402 /rozměr L - délka/, na druhou zintegrováný signál KD 15 /rozměr L/T - délka/čas/ a na třetí napětí tachodynamu K5A /rozměr L/T /. Záznam byl prováděn na fotografický papír KODAK, jehož posuv byl 100 mm/s. Zároveň se záznamem průběhu jednotlivých funkcí byla na papíře vytvářena časová základna ve formě rovnoběžných čar, jejichž vzdálenost odpovídala 0,01 s. Protože nebyl k dispozici fixační lak, byl záznam překreslen s dělením po 0,1 s.

Na obr. 54 je nakreslen teoretický průběh skokové změny tlaku v kataraktu z nulové hodnoty na 10 kp/cm². Z velikosti tlaku a plochy pístu kataraktu vyplývá skoková změna zatížení motoru JHVJ 50, která je na obr. 55.



obr. 54

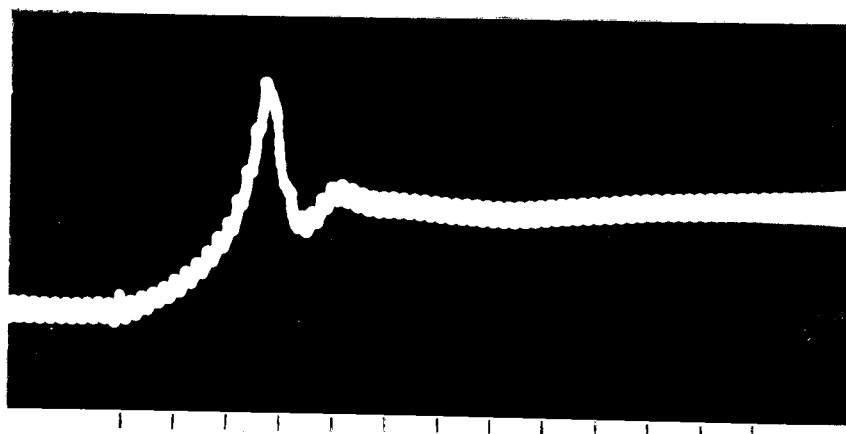


obr. 55

Na obr. 56 je skutečný průběh tlaku v kataraktu, jak byl pořízen pomocí piezoelektrického snímače a osciloskopu ORION na filmový pás kamery KP 1. Rychlost filmu byla 25 mm/s. Na spodním okraji fotografie je vyznačeno dělení po 0,1 s. Ze záznamu je vidět, že praktický průběh tlaku se liší výrazně od teoretického. Vyplývá to z toho, že obecný hydraulický obvod tvoří vlastně regulační obvod a skoková změna je poruchou. Vlastností jednotlivých prvků určují celkové chování soustavy při zavedení poruchy. Obvod lze pomocí elektrohydraulické analogie nahradit kombinací odporů, kapacit a indukčností a potom můžeme napsat diferenciální rovnice

$$\frac{d}{dt} \Delta p = L \frac{d^2 Q}{dt^2} + R_1 \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C} Q$$

Jestliže známe hodnoty indukčnosti L, odporu /linearisovaného/ R_1 a kapacity C můžeme provést matematické řešení.



obr. 56

Na obr. 57 je vlastní záznam měření. Záznam rychlosti pomocí tachodynamu /3/ ukazuje pokles rychlosti se vrůstem zatížení, který byl vysvětlen v minulé kapitole. Pro záznam dráhy bylo použito velmi malé zvětšení a tudíž se tato závislost v oblasti změny zatížení jeví jako přímková. Záznam rychlosti /2/ je nejkvalitnější a je z něho vidět, že celá soustava kmitala tlumenými kmity, přičemž doba trvání děje byla 0,5 s.

5.2.3. Skoková změna zatížení motoru JHVJ 50 se škrtícím ventilem VSS 1-315 na vstupu.

Měření bylo provedeno pomocí stejného zapojení HM i přístrojů jako je na obr. 49. Hodnota otevření škrtícího ventilu 1 ot. 6 dílků/stejně otevření jako u VS1-15/. Také nastavení přepouštěcích ventilů obou zdrojů bylo stejné. Skoková změna na kataraktu $p = 10 \text{ kp/cm}^2$. Naměřené charakteristiky jsou na obr. 58.

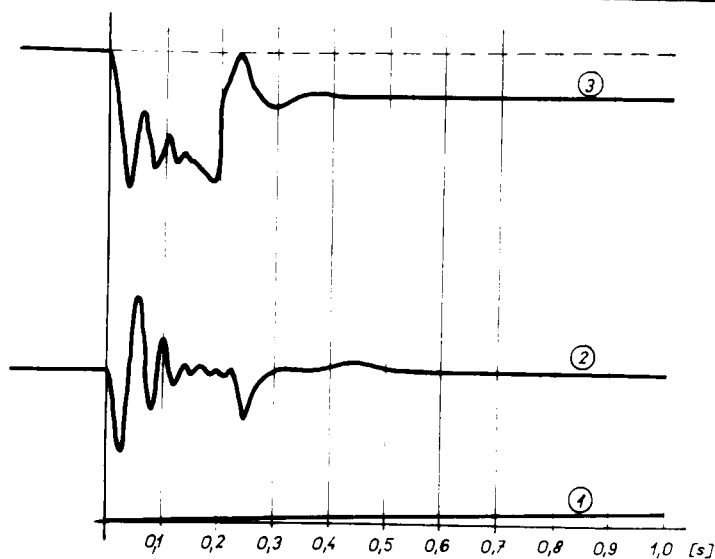
5.2.4. Skoková změna zatížení motoru JHVJ 50 se škrtícím ventilem JHRM 10 na vstupu.

Měření shodné s předchozími dvěma. Otevření ventilu: 8 dílků. Naměřené charakteristiky jsou na obr. 59.

5.2.5. Závěr.

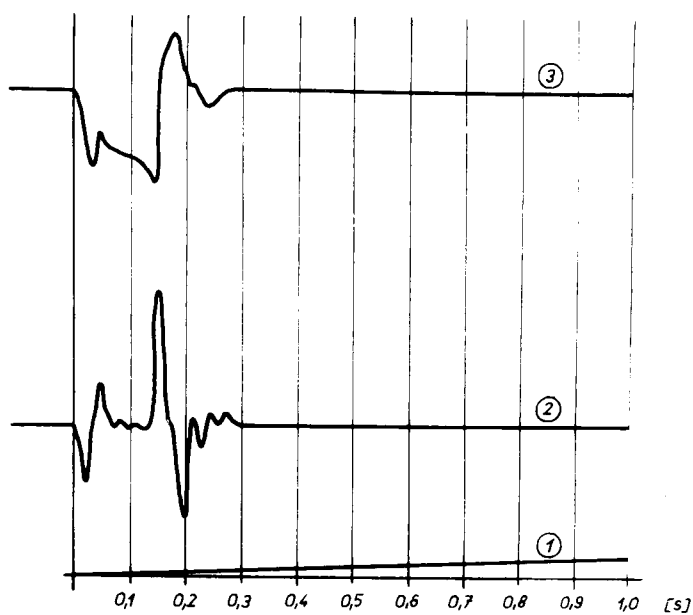
Ve všech třech případech došlo k rozkmitání celé soustavy, které bylo registrováno jako kolísání rychlosti.

VS 1-15



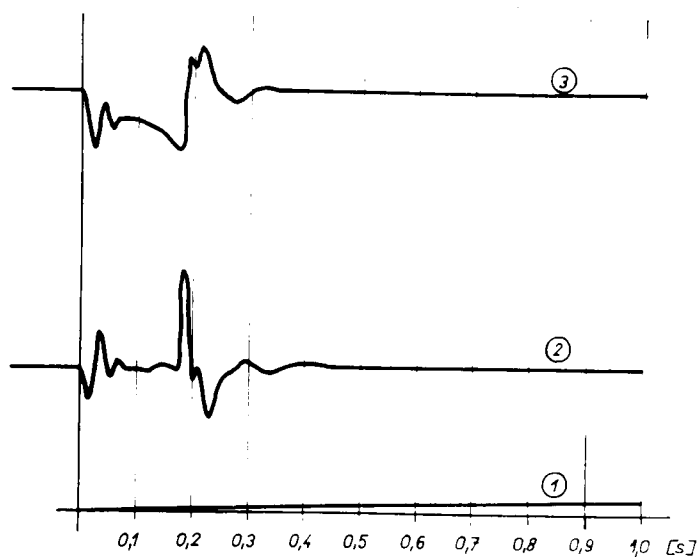
obr.57

VSS 1-31!



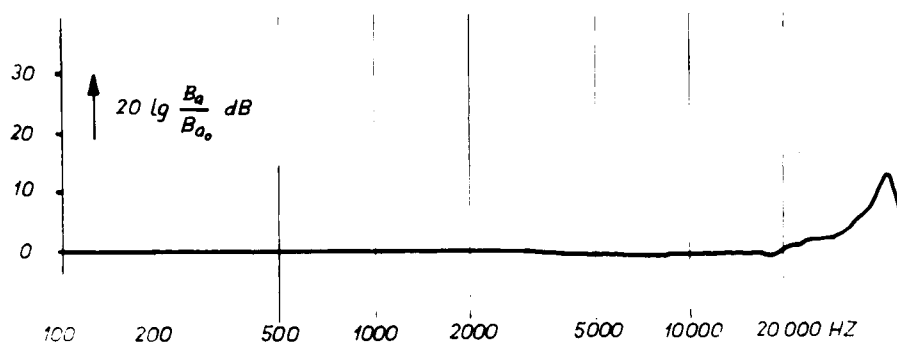
obr.58

JHRMs 10



obr.59

Ze záznamu je dobře vidět, že průběh rychlosti se liší pro jednotlivé ventily. Je to samozřejmě dáno tím, že se liší konstrukcí vlastního škrticího elementu. Přesto však můžeme pozorovat některé společné znaky. Je to především oblast, ve které dochází k opětovnému rozkmitání soustavy. U ventilu bez stabilizace není tato oblast zřetelná tak jako u ventilů se stabilizací tlakového spádu. Rozkmitání je obzvláště patrné u ventilu VSS 1-315. Protože se toto kmitání vyskytuje především u ventilů se stabilizací tlakového spádu, lze tudíž říci, že jedná o děj, který je způsoben právě stabilizací. Dále lze z grafů zjistit, že průběh rychlosti udávaný tachodynamem /3/ je ve všech případech skoro stejný, zatímco údaje snímače KD 15 se dost výrazně liší. Z toho lze usoudit, že použití tachodynamu je omezeno na takové děje, kde změna rychlosti neprobíhá příliš rychle. Je to způsobeno tím, že rotor má dost velkou hmotu a tudíž výsledky měření jsou ovlivněny setrvačností rotoru. V tomto měření se uplatnila pouze ta jeho vlastnost, že je schopno, na rozdíl od KD 15, měřit absolutní hodnotu rychlosti. Výhodou snímače KD 15 je jeho vysoká citlivost. Na obr. 60 je jeho frekvenční charakteristika.

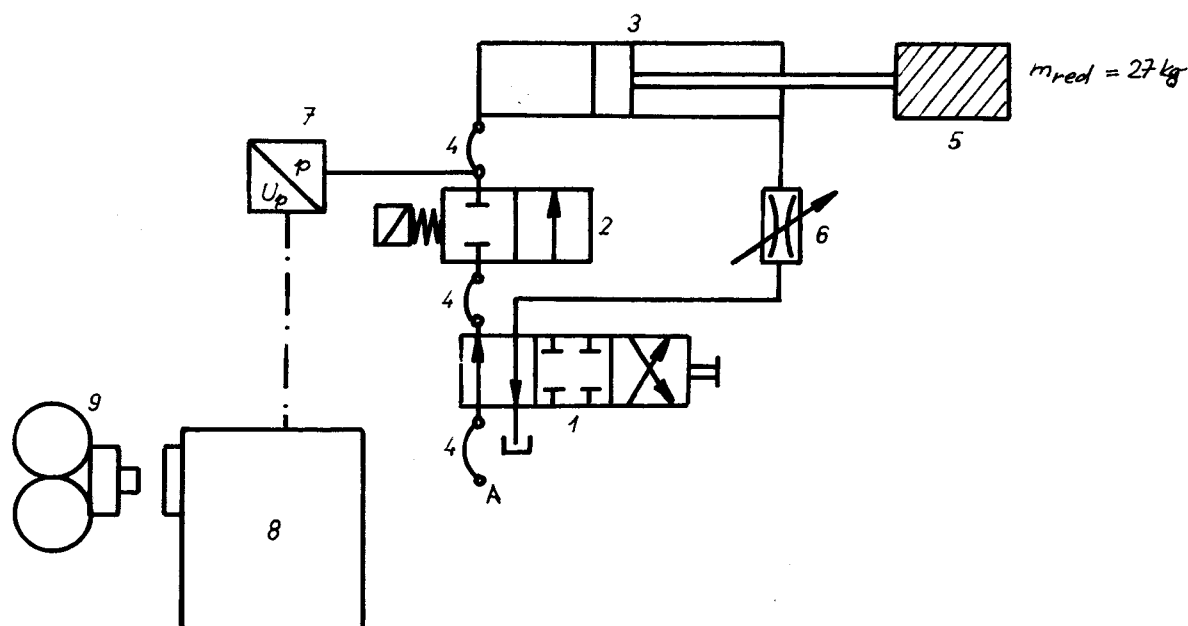


obr. 60

5.2.6. Rozběh motoru JHVJ 50 se škrticím ventilem VS 1-15 na výstupu.

Rozběh motoru je dynamický děj, při kterém se kromě statického zatížení vyskytuje zatížení dynamické vznik-

kající urychlováním hmot. Měření bylo prováděno pomocí obvodu, jehož schéma je na obr. 61.



obr. 61

Do bodu A byl přiváděn tlakový olej ze zdroje IHA 3. Odtud byl veden přes rozvaděč RSPR /1/, střelací šoupátko /2/ do hydromotoru /4/, na jehož výstupu byl škrtící ventil VS 1-15, a zpět do nádrže. Propojení jednotlivých HM bylo realizováno pomocí hadic /4/, které měly také vliv na výsledek. Pro zvětšení výsledného efektu byla k pístnici hydromotoru připevněna hmota 5. Tlak byl snímán pomocí piezoelektrického snímače 7. Průběh děje byl z obrazovky osciloskopu ORION/8/ snímán kamerou KP 1. Přepouštěcí ventil na zdroji byl nastaven postupně na hodnoty $p_0 = 30, 40, 50 \text{ kp/cm}^2$. Vlastní měření bylo prováděno tak, že motor byl v poloze uprostřed a natažené střelací šoupátko uzavíralo průtok. Veškerý olej protékal přes přepouštěcí ventil zdroje zpět do nádrže. Po odpálení šoupátka byl otevřen průtok do motoru, který se rozběhl.

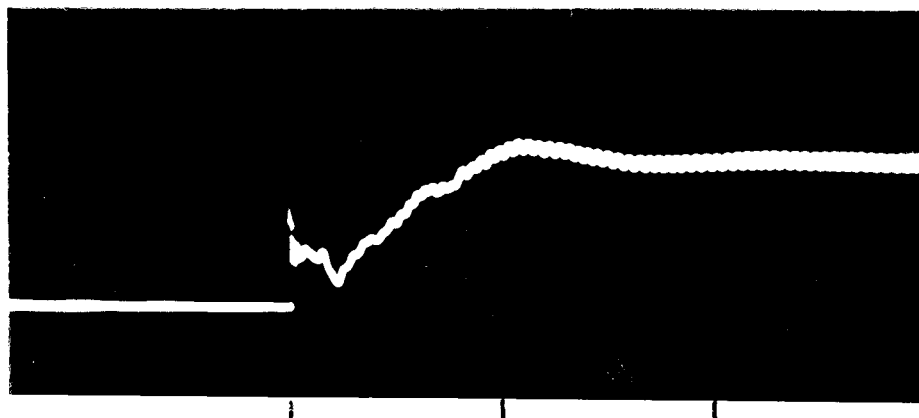
Výsledky měření jsou na obr. 62.....
 62..... $p_0 = 30 \text{ kp/cm}^2$
 63..... $p_0 = 40 \text{ kp/cm}^2$
 64..... $p_0 = 50 \text{ kp/cm}^2$

Rychlost filmu byla ve všech třech případech stejná

$$v = 200 \text{ mm/s}$$

rovněž i otevření škrticího ventilu :1 otáčka 6 dílků = 468°

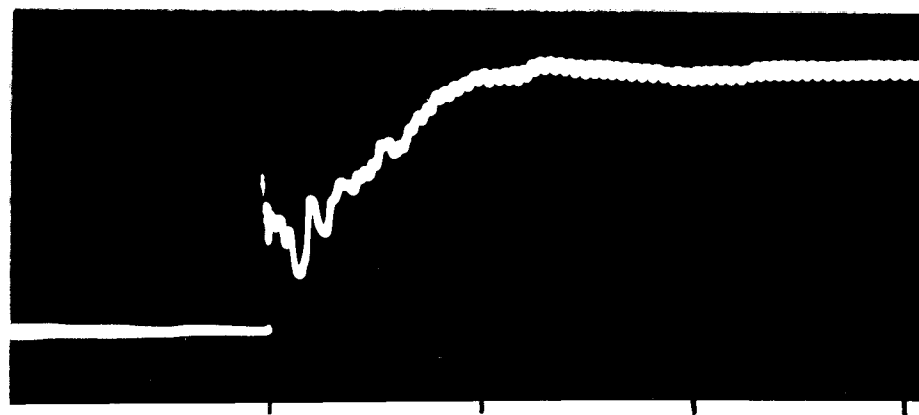
Na spodním okraji fotografií je časová základna s dělením po 0,05 s.



obr. 62



obr. 63



obr. 64

Rozkmitání na počátku přechodové části je způsobeno přepouštěcím ventilem zdroje, který je nejprve úplně otevřen a po odpálení šoupátka se musí náhle uzavřít. Kromě toho je u prvních dvou měření patrné překmitnutí tlaku. V literatuře jsou uvedeny pro výpočet tohoto tlaku následující vztahy:

$$p_{\Sigma} = p_z + p_a + p_{ms} + p_{md}$$

p_{Σ} je maximální tlak potřebný na výstupu z čerpadla

p_z je výsledná tlaková ztráta mezi čerpadlem a motorem

p_a je tlak potřebný k urychlení sloupce kapaliny v potrubí

$$p_a = \rho \cdot \frac{S}{s} L_0 \frac{v}{t_r}$$

p_{ms} je tlak potřebný k překonání pasivních odporů, statického zatížení

p_{md} je tlak potřebný k urychlení hmot redukovaných na hydromotor

$$p_{md} = \frac{m_{red}}{S_1 \cdot \eta_1} \frac{v}{t_r}$$

V našem případě měly rozhodující vliv na velikost tlaku tlaky p_a a p_{md} . Výpočet byl pro kontrolu prováděn, ale jeho výsledky nejsou uvedeny, protože se lišily od naměřených údajů. Chyba byla způsobena tím, že pro neustálý průběh v počátku dějů není možné s dostatečnou přesností určit časovou konstantu, která je důležitá pro určení času t_r .

Uváděny jsou proto pouze hodnoty odečtené z filmového záznamu. Maximální hodnota tlaku v jednotlivých případech je:

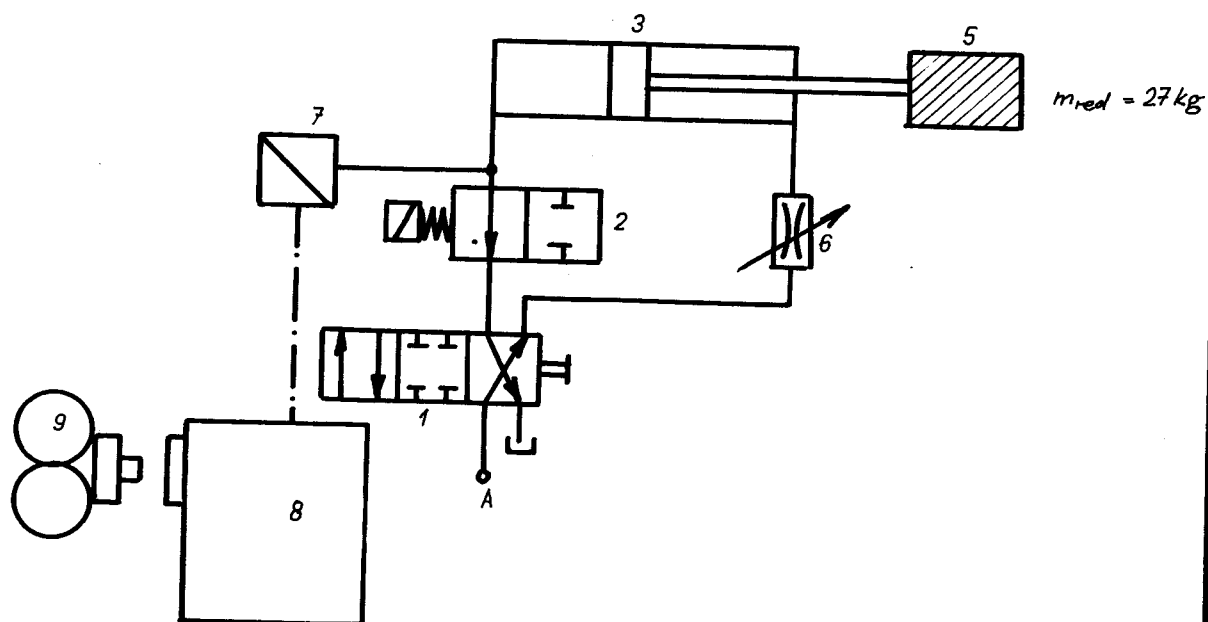
1. $p_{max} = 33,8 \text{ kp/cm}^2$
2. $p_{max} = 42,8 \text{ kp/cm}^2$
3. $p_{max} = 51,5 \text{ kp/cm}^2$

5.2.7. Brzdění motoru JHVJ 50.

Pro toto měření bylo použito obvodu jehož zapojení je na obr. 65. Jsou použity naprosto stejné prvky jako u měření rozběhu, pouze jsou jinak zapojeny. Přepouštěcí ven-

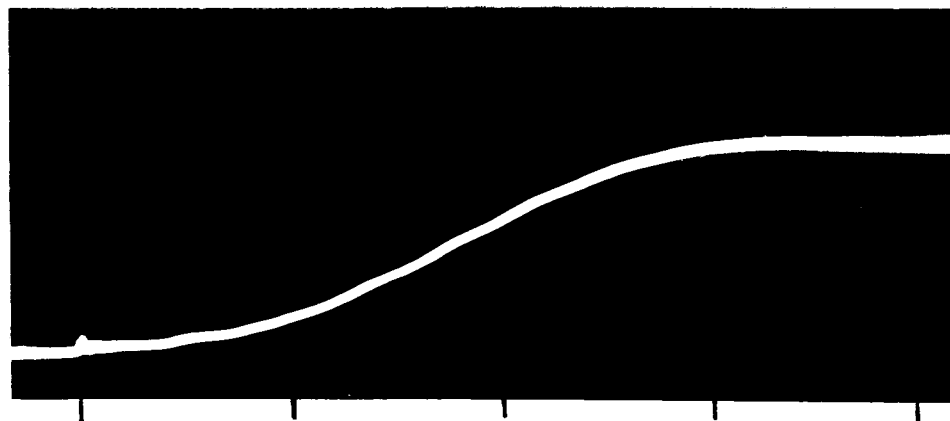
VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	63
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

til zdroje byl opět nastavován postupně na tlaky 30,40 a 50 kp/cm². Rychlost filmu kamery 200 mm/s.

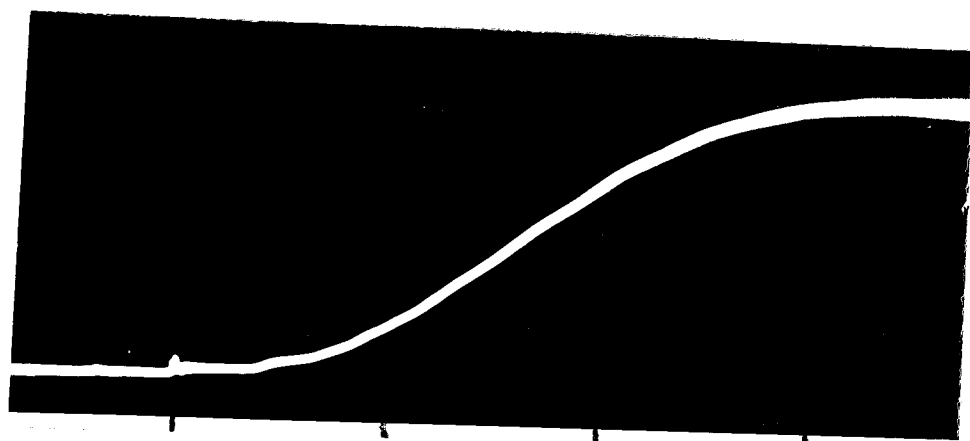


obr. 65

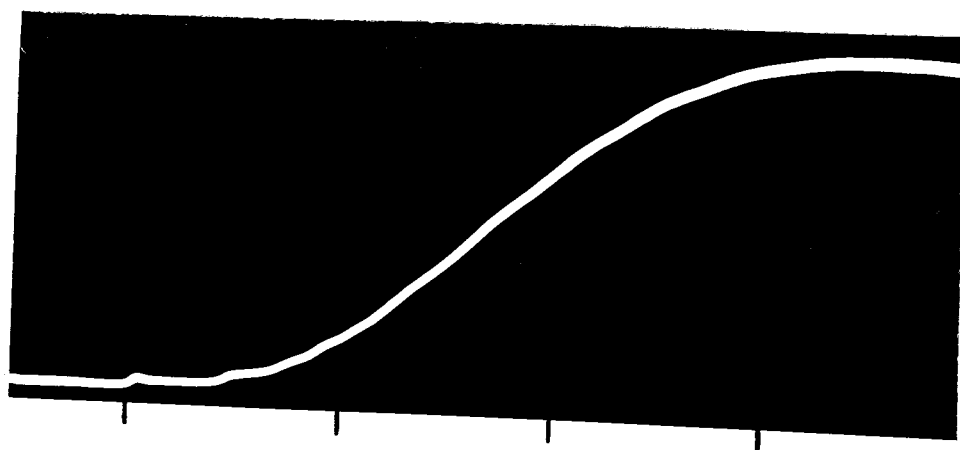
Výsledky měření jsou na obr. 66, 67 a 68. Na rozdíl od rozběhu se při stoupání tlaku nevyskytují žádné kmity. Je to dáno tím, že přepouštěcí ventil, který svými vlastnostmi tvoří nejslabší část obvodu, se v tomto případě vlivem stlačitelnosti oleje a pružnosti hadic otevírá celkem pomalu. Vlivem toho, že doba stoupnutí tlaku je přibližně 2-krát větší než u rozběhu, nedochází k zaznamenanatelnému překmitnutí.



obr. 66



obr. 67



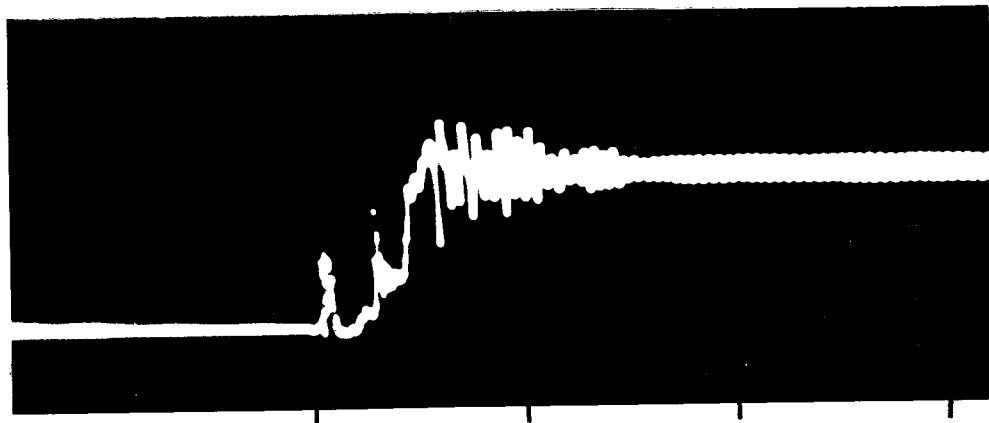
obr. 68

Na spodních okrajích fotografií je provedeno dělení po 0,05 s.

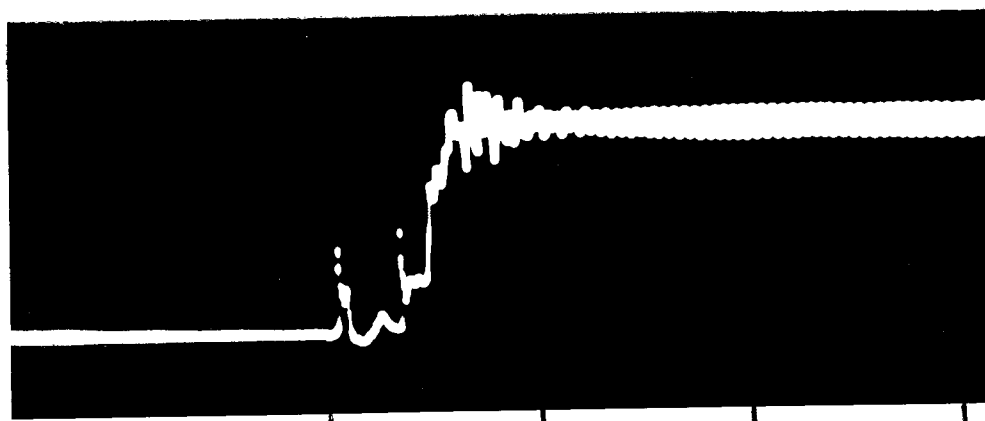
5.2.8. Měření kapacity hadice.

Pro přesné výpočty dynamických dějů při práci HM je kapacita jedním z důležitých parametrů. Její výpočet pro pryžové hadice je většinou dost nepřesný. Proto se jako výhodné jeví změření kapacity, protože se tím zjistí kapacita systému jako celku. V našem případě se jedná prakticky o změření kapacity hadice, protože hadice je přímo připojena na zdroj a střelecí šoupátko. Schéma zapojení celého obvodu je na obr. 69. Velikost tlaku je snímána pomocí piezoelektrického snímače a zaznamenávána na filmový pás kamerou KP 1 z obrazovky osciloskopu ORION. Měření množství nebylo provádě-

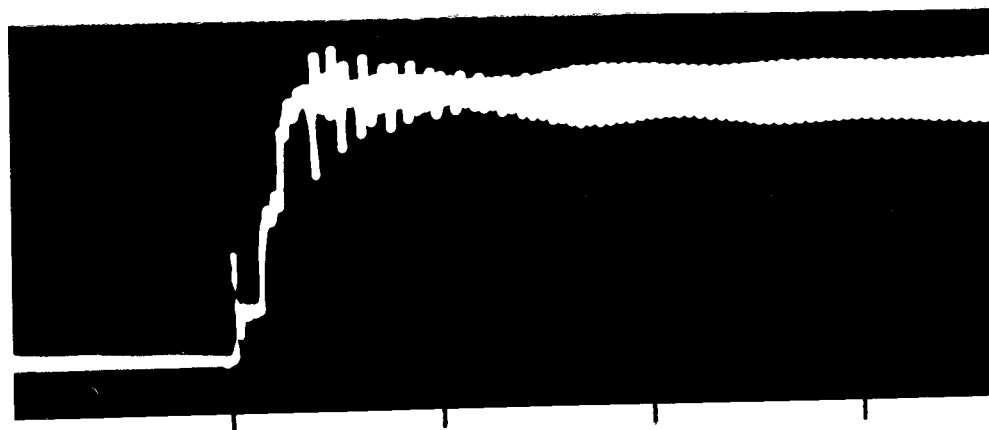
děno a pro výpočet bylo použito množství odečtené ze statické charakteristiky zdroje IHA 3 /pro $p = 0$ /. Použito bylo hadice Js 10 dlouhé 1,80 m. Celkem byla provedena tři měření pro nastavení přepouštěcího ventilu zdroje $p_0 = 30,40$ a 50 kp/cm^2 . Záznamy jsou na obr. 70, 71 a 72.



obr. 70



obr. 71



obr. 72

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS	66
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72	

Rychlost filmového pásu byla 200 mm/s. Na záznamu jsou opět patrné kmity způsobené náhlým uzavřením přepouštěcího ventilu zdroje. Rozkmitání záznamu v novém stavu je dáno působením záběru zubů.

Pro výpočet kapacity platí vztah:

$$C = \frac{Q \Delta t}{\Delta p}$$

Podíl t ku p představuje $\cotg$ úhlu stoupání přímky, kterou prokládáme pro lepší odečítání naměřenou charakteristikou. Hodnoty kapacity jsou zaznamenány v následující tabulce.

7A3//

Tlak nastavený na VP /kp/cm ² /	30	40	50
Kapacita / 10 ³ cm ⁵ /kp/	11,12	8,68	4,44

Z uvedené tabulky je zřejmé, že kapacita se vzrůstajícím tlakem klesá.

Na spodním okraji fotografií je opět dělení po 0,05 s.

6. ZÁVĚR.

Provedená měření dokázala, že pomocné vybavení stavebnice umožňuje realizaci různých měřicích obvodů. Stupeň přesnosti závisí na použití přístrojů, které nejsou jinak součástí stavebnice. Kromě toho měření ukázala některé nedostatky použitých zařízení, na kterých by proto bylo vhodné provést úpravy. Jedná se o katarakt, který neumožňoval komplexní proměření rychlostních charakteristik a především střílecí šoupátko, které svými vlastnostmi podstatně ovlivňovalo měření dynamických charakteristik. Z použitých přístrojů je to tachodynamo, které nedokáže sledovat dynamické děje. Na sestavování a funkci typických zapojení však tyto nedostatky vliv nemají.

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti.	Katedra KOS 67
Fakulta strojní		DP - VS-56/72
Závěrem bych chtěl poděkovat ing. J. Cerhovi za jeho odborné vedení a pomoc při realizování mého diplomového úkolu. Současně bych chtěl poděkovat pracovníkům KOS. s. Bělohoubkovi a s. Špilarovi i všem ostatním, kteří se podíleli na výrobě nebo měření. V Liberci dne 5.7.1972 . <i>Jiří Hučel</i>		

VŠST Liberec	Stavebnice HM a řízení rychlosti	Katedra KOS	68
Fakulta strojní		DP - VS-56/72	

Seznam použité literatury:

1. Ing. J. Cerha - Hydraulické mechanismy v oboru výrobních strojů, skripta Liberec 1971.
2. Doc. Ing. J. Kopáček, Csc - Hydraulické mechanismy , Ostrava 1970, skripta VŠB.
3. Mach ,Holec - Mechanizace hydraulikou, SNTL 1964.
4. J. Pivoňka - Příručka hydraulických pohonů.

Firemní literatura:

katalogové listy n.p. Nářadí Vrchlabí
HYDROTECHNIK KG, NSR
HERION-WERKE KG

VŠST Liberec	Stavebnice HM	Katedra KOS
Fakulta strojní	a řízení rychlosti	DP - VS-56/72

Příloha 1.

Seznam použitých HM.

Rozvaděče:

RSPe 4215 - 300	2 ks
RSPe 4315 - 310/A	1 ks
RSPeh 4315 - 311/A	1 ks
RSPr 4315	1 ks
RSR 4310 28	1 ks

Škrtící ventily:

VS 1-15-2	1 ks
VSS 1 - 315	1 ks
JHRMs 10	1 ks

Přepouštěcí ventily:

VP 2-10-1/10	1 ks
VP 1-15-2	1 ks

Redukční ventil:

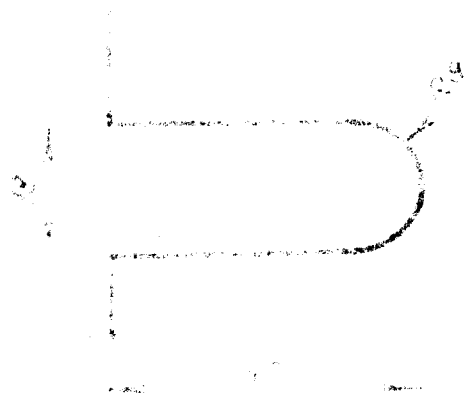
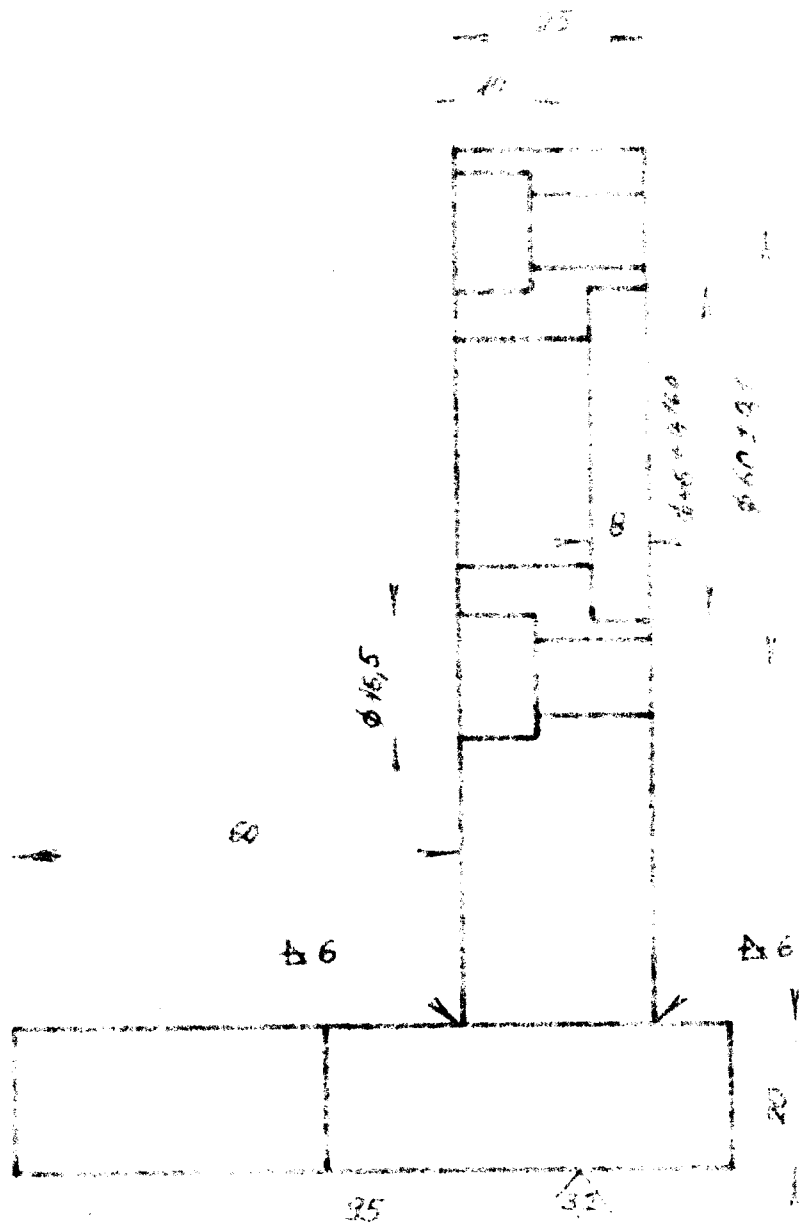
VR 2-10/15	1 ks
------------	------

Zpětné ventily:

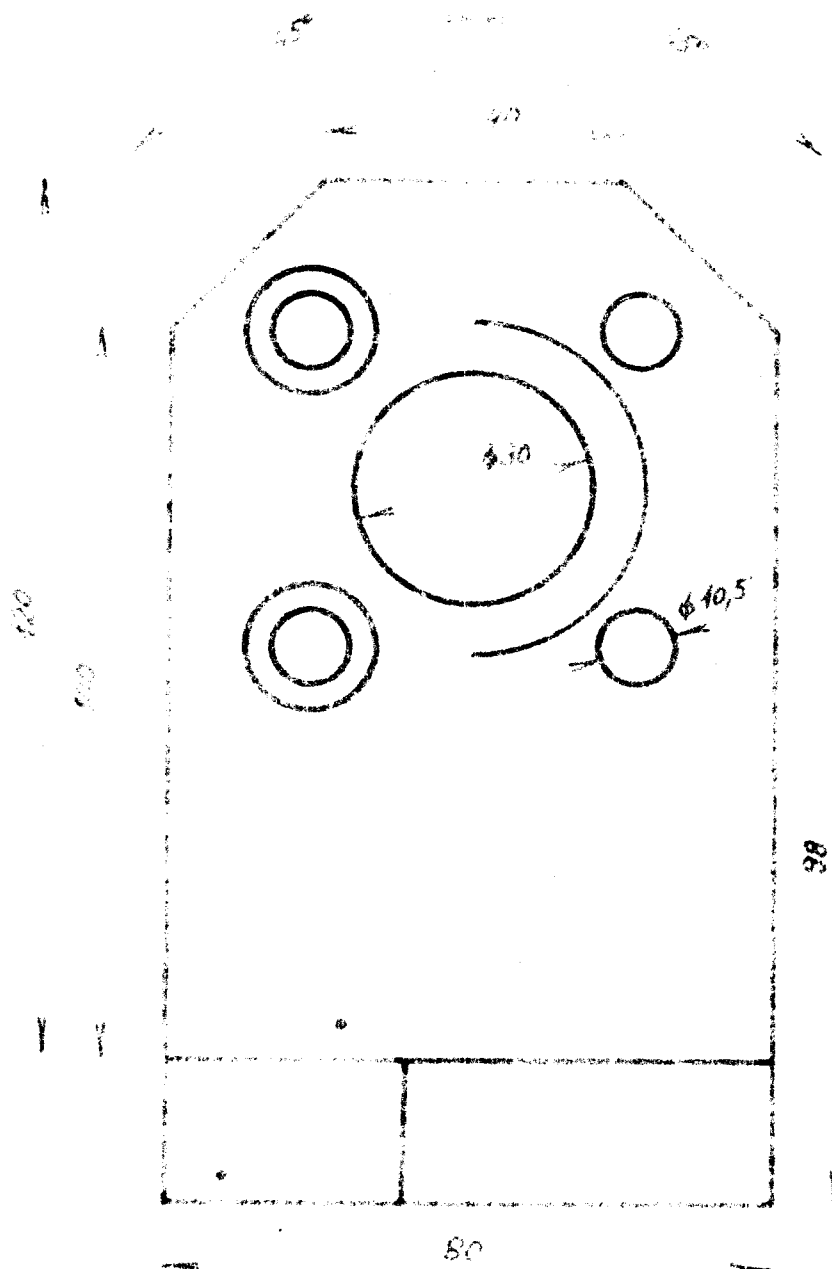
JHDZS - 15	11 ks
------------	-------

Hydraulické válce:

JHVJ 50	2 ks
80	1 ks



2
1



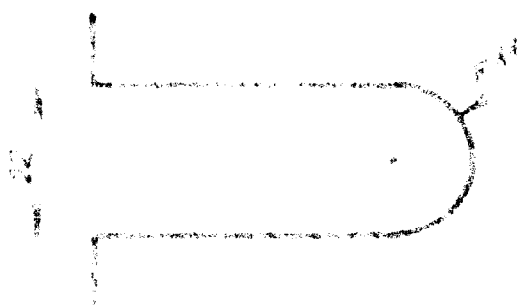
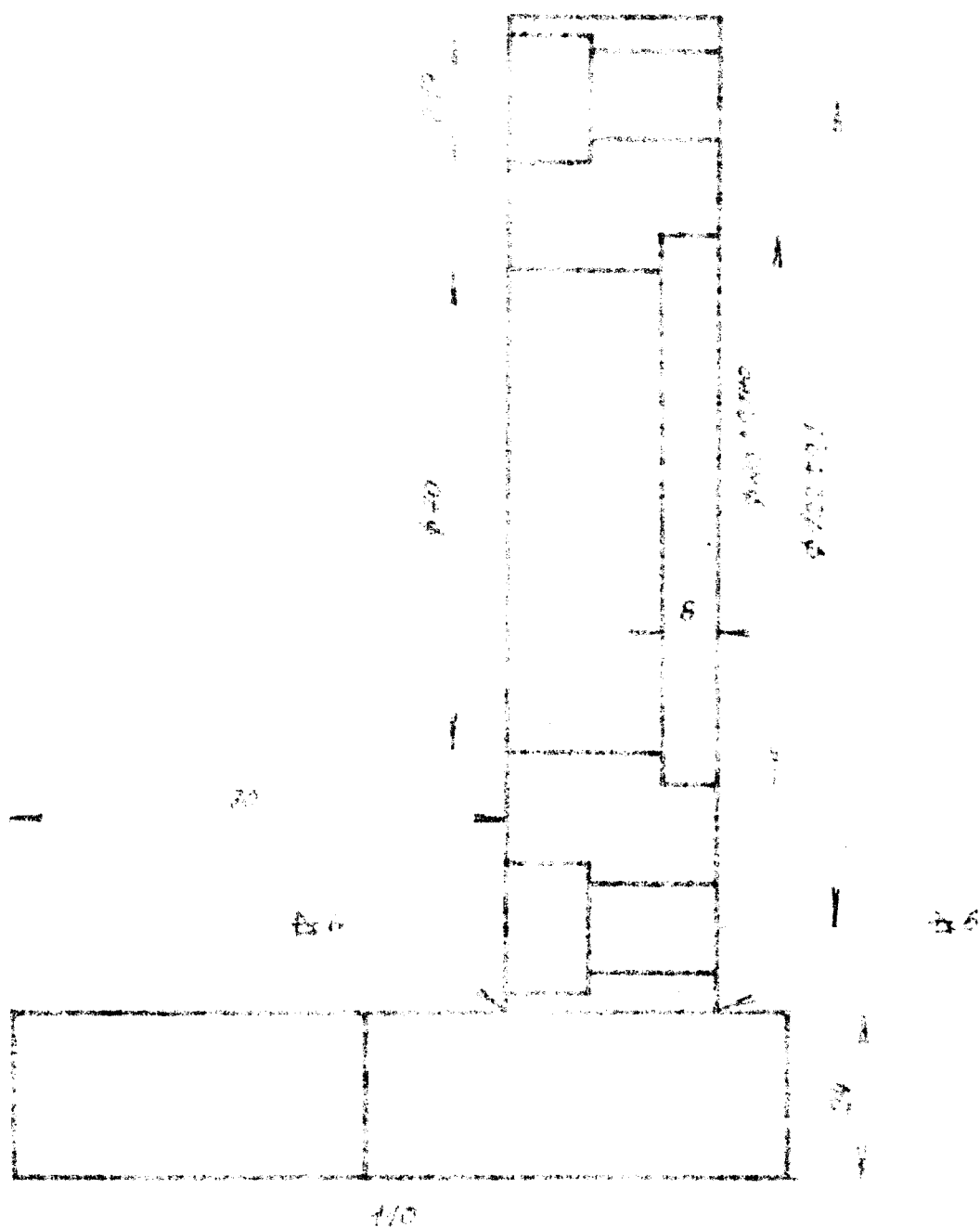
4	PLECH 25	ČSN 425310	11 343	2
4	PLECH 24	ČSN 425310	11 343	4

prohlašuji

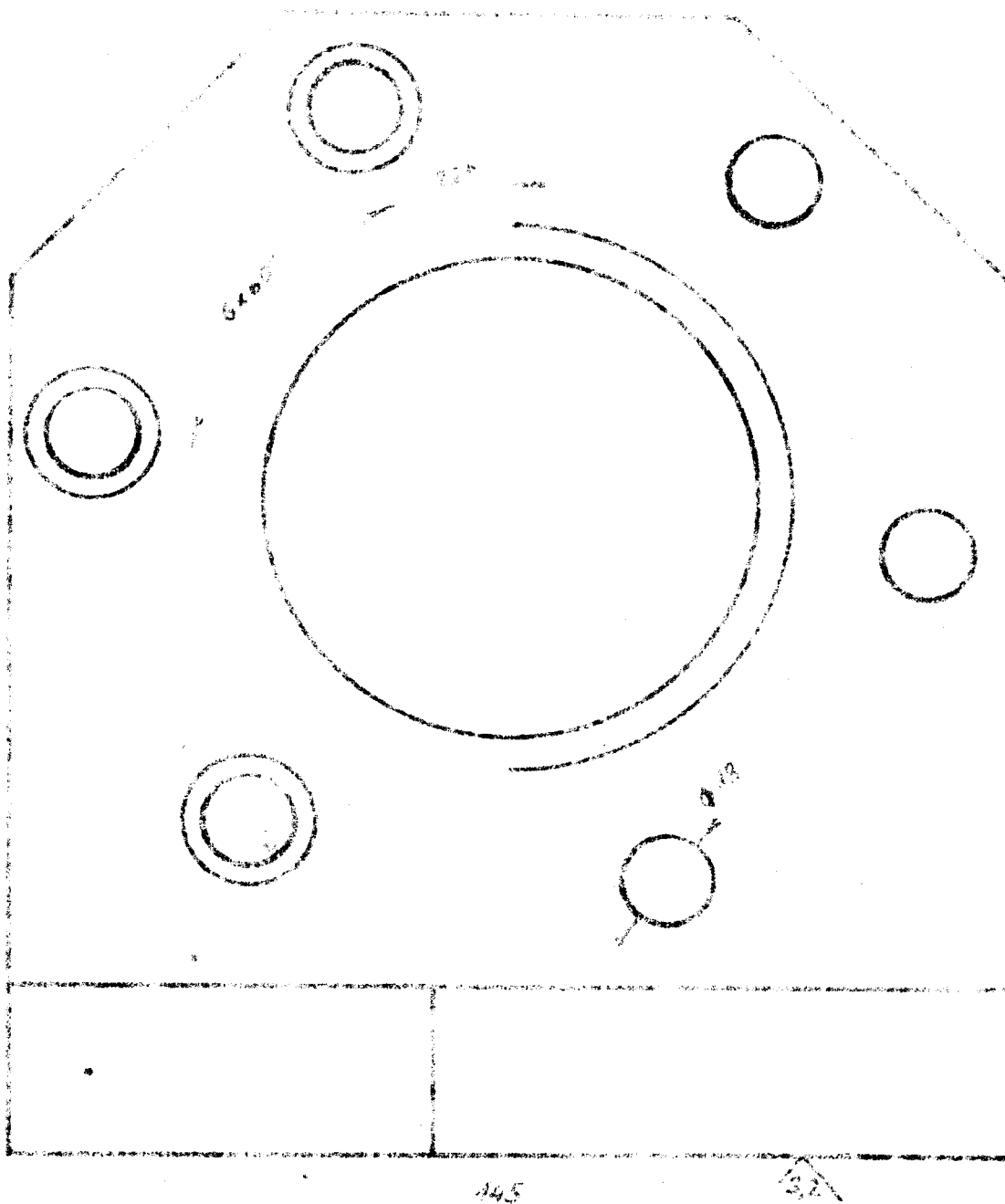
1-1

STOLAN

DP - 56/72 - 22



U PRUHÉHO STĚLANÍ 1000
 OTVORY PŘI ŠROUBU PŘI
 ČENÍ O 12" UPRÁV. OD
 SVĚTELNÝ



2 PLECH 32 CSN 425370 11.343
 2 PLECH 26 CSN 425370 11.343

DR 4-144

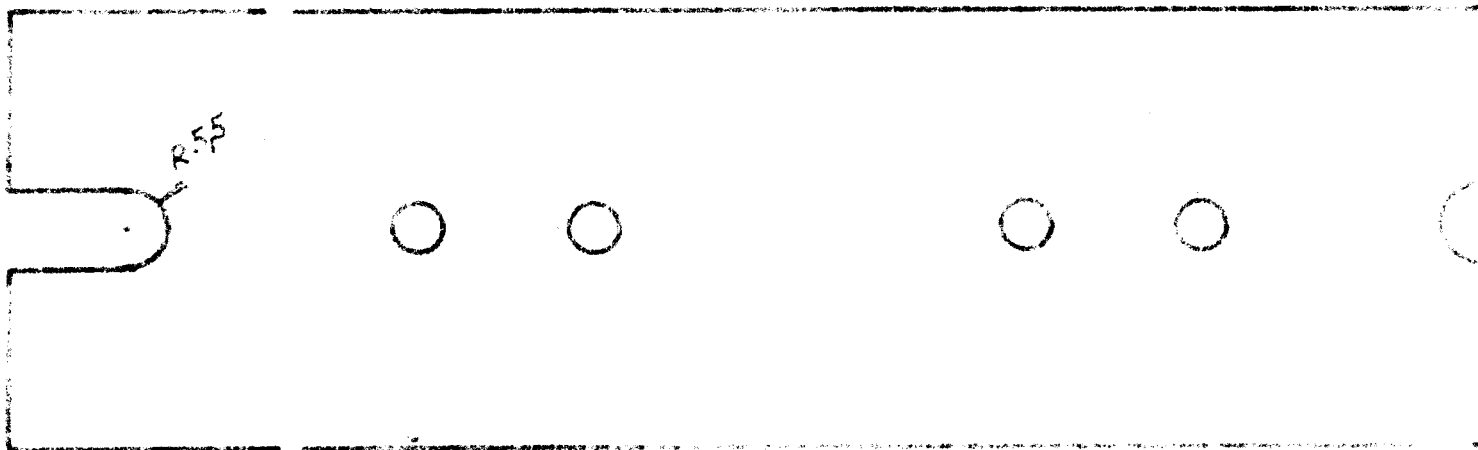
1.4

STRIAN

DP - 56/72 - 00

80

60

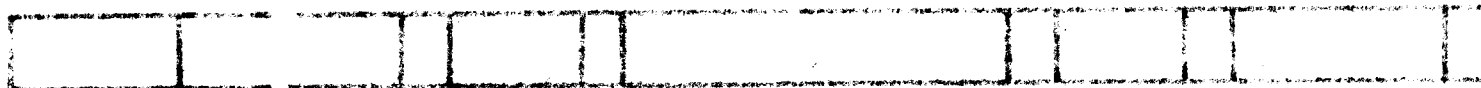


R.55

80

37

215



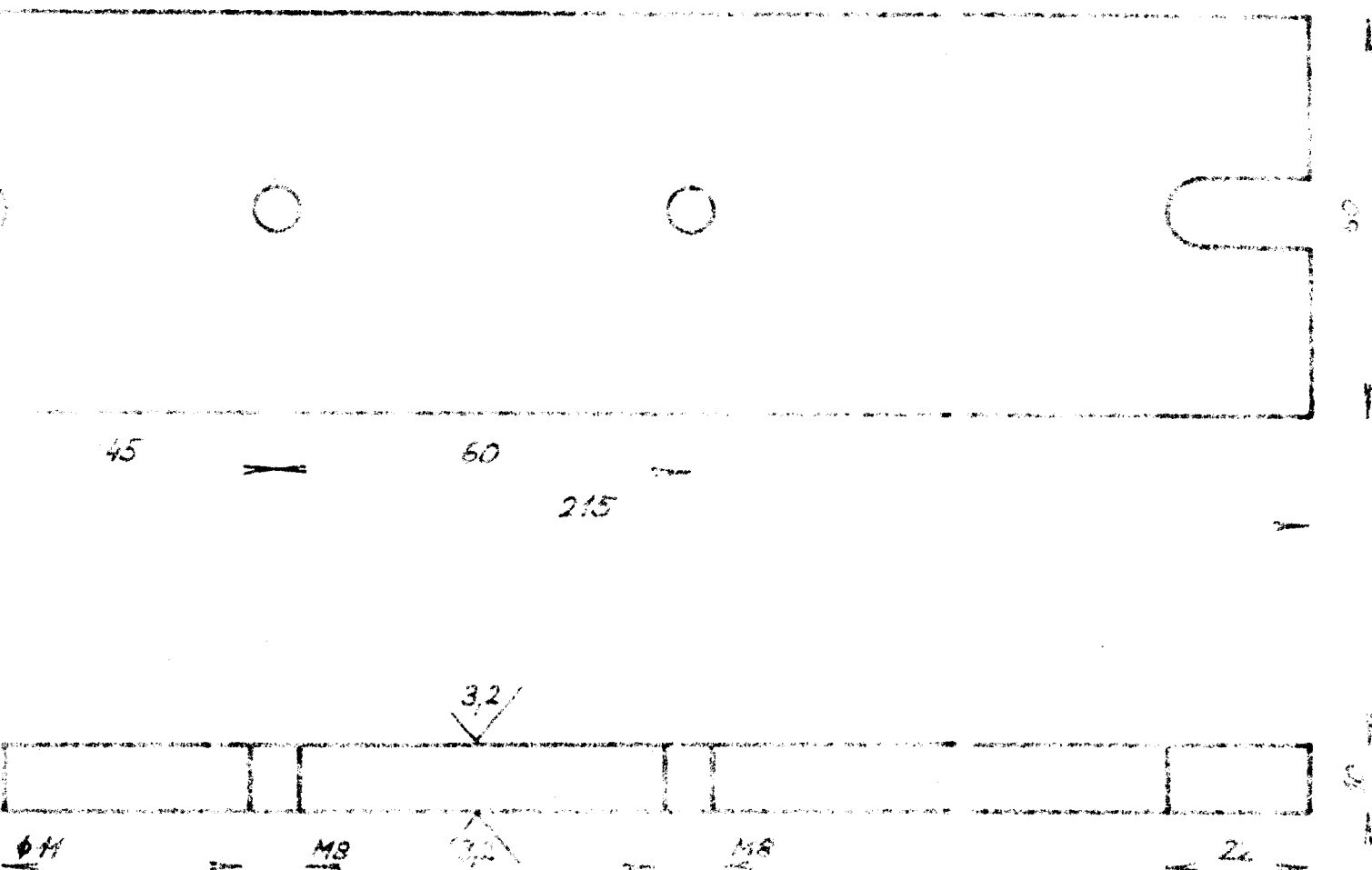
22

MB

MB

MB

MB



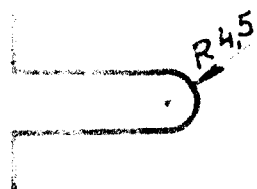
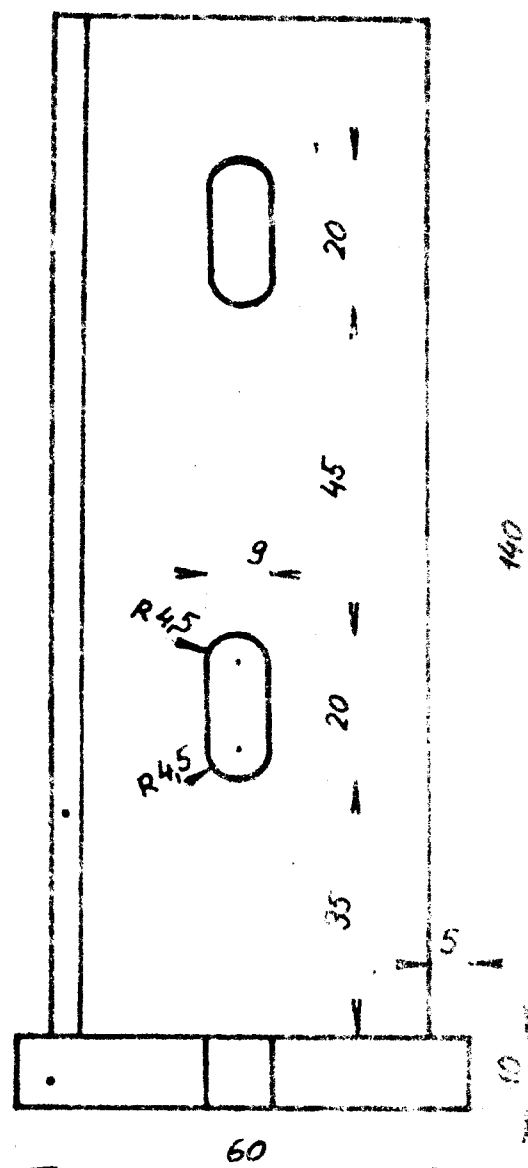
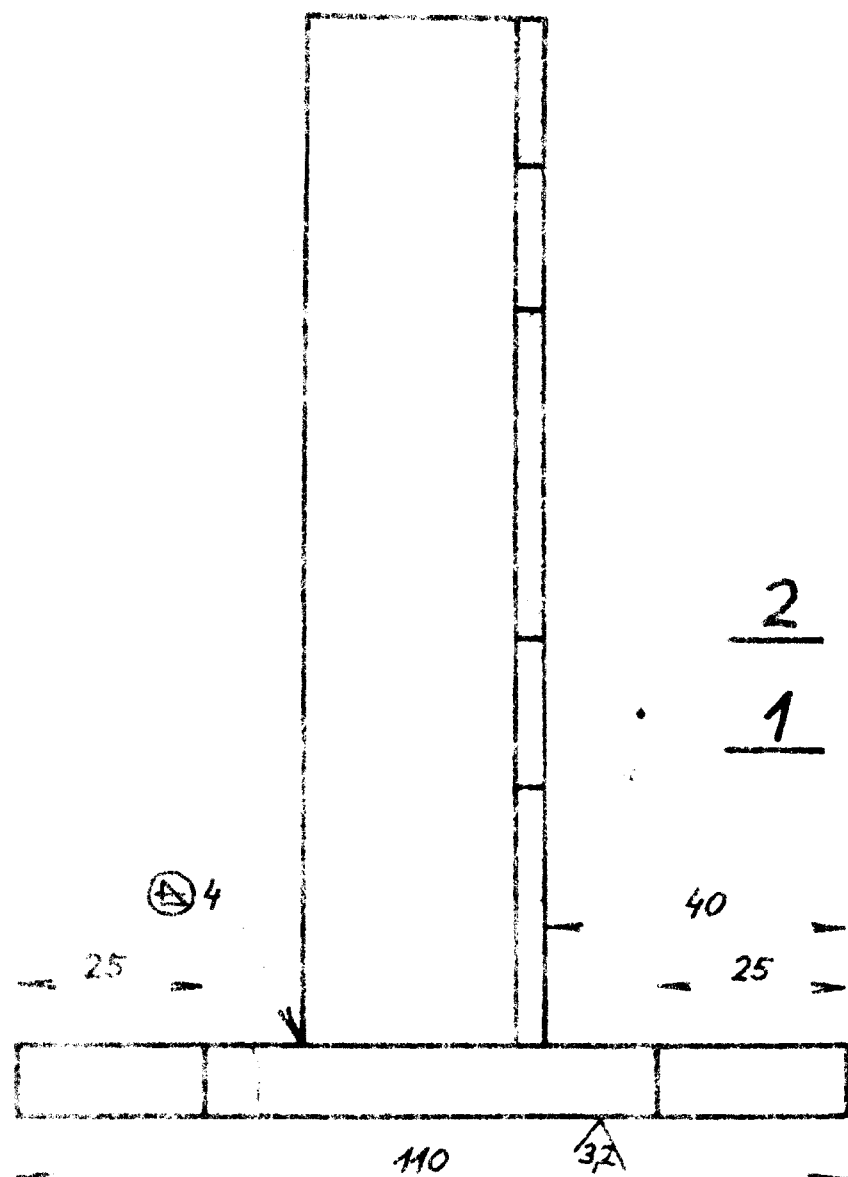
4 PLECH 12 ČSN 425310 10340

0.4

1:1

LIŠTA

DP - 12 - 13



DVĚ ALTERNATIVY ORIENTACE TYČE L



2 KUSY



2 KUSY

4 TYČ L 50x32x4 ČSN 425545 10 340

2

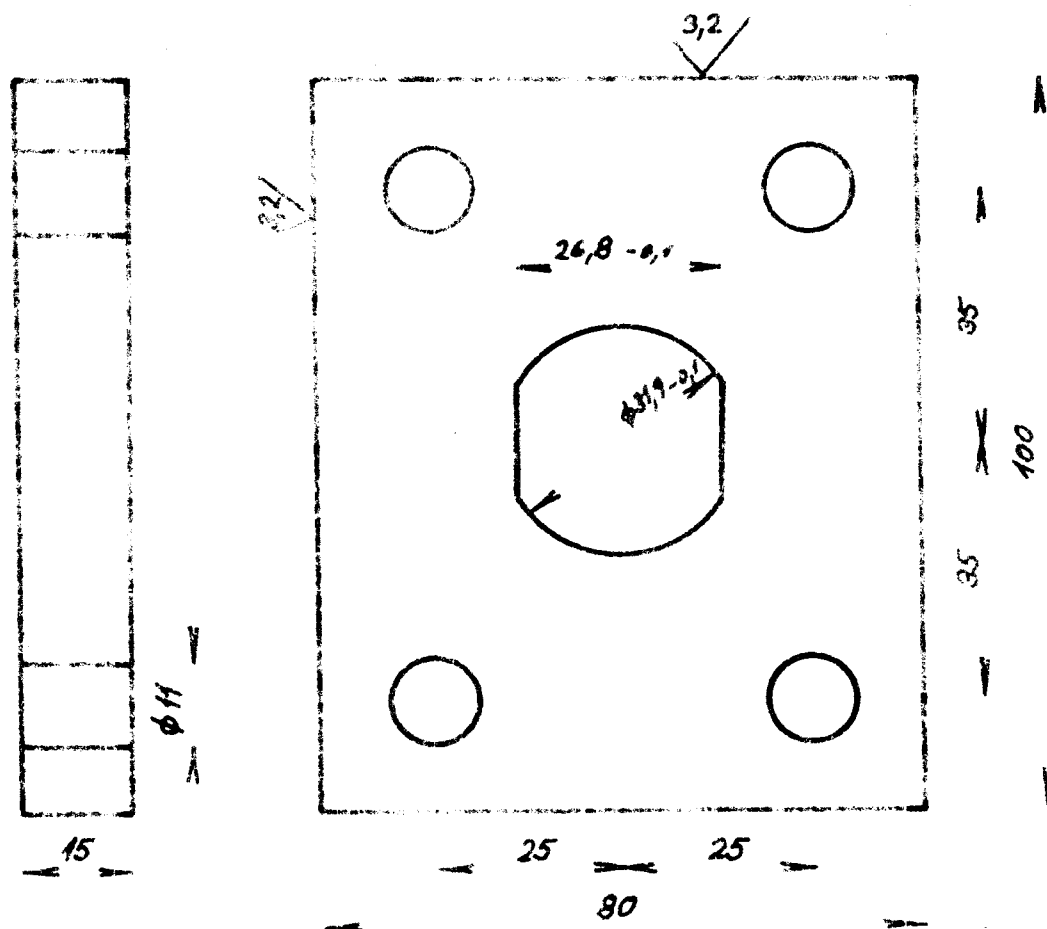
4 PLECH 12 ČSN 425310 10 340

1

pro Hnědku

STOJÁNEK

DP - 56/72 - 04



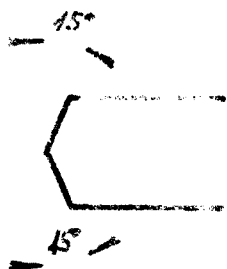
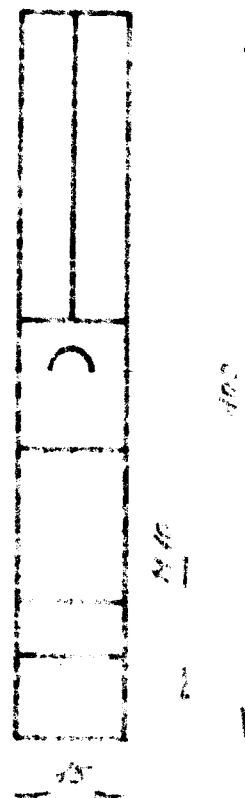
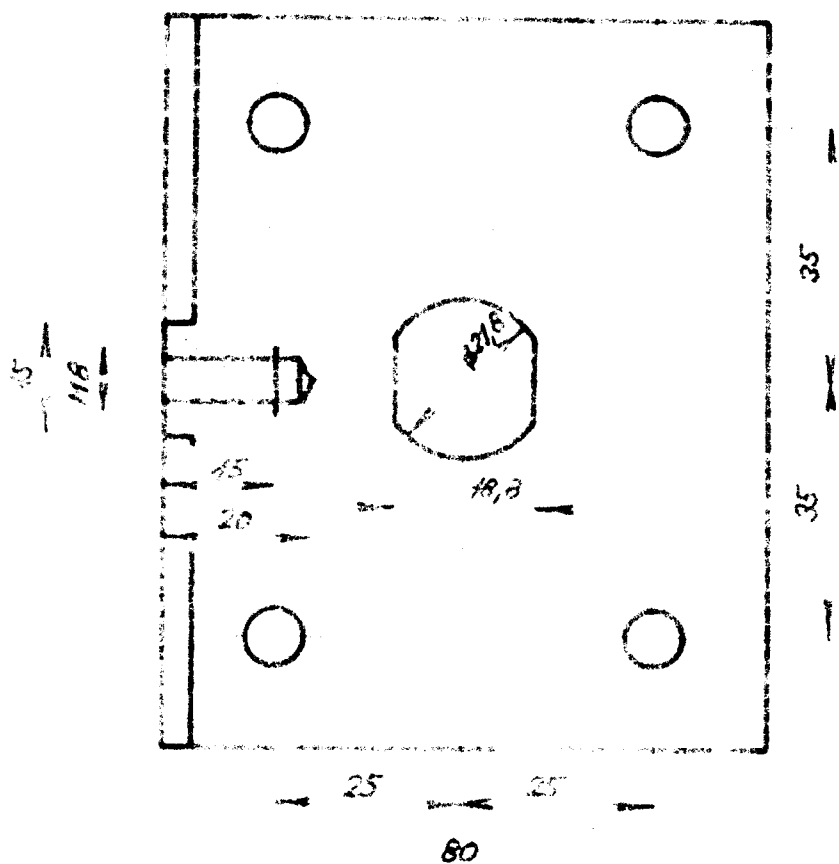
1 PLECH 15 ČSN 425510 10 340

Žižka Hradec

1:1

DESKA

DP - 56/72 - 00



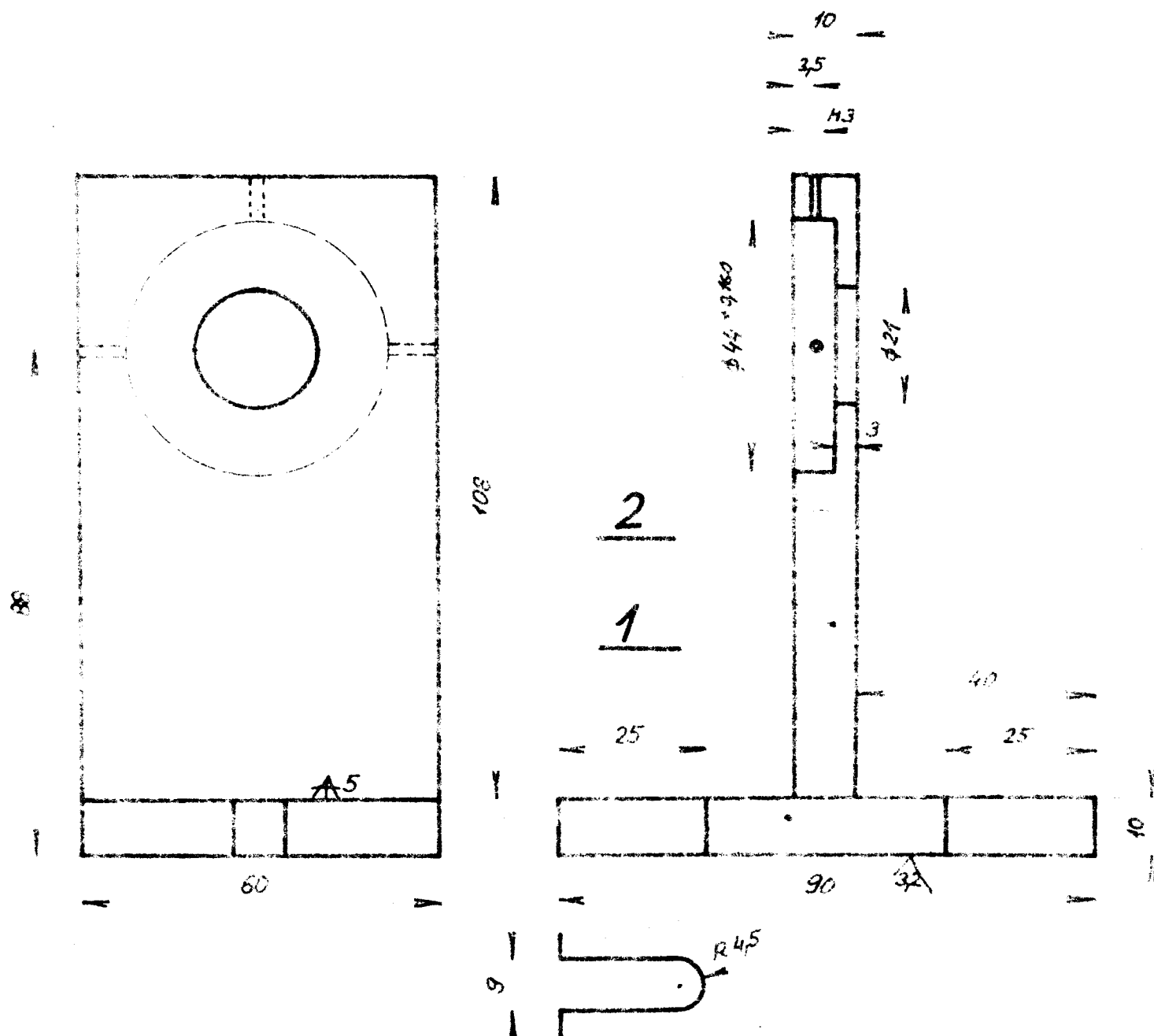
2 PLECH 15 ČSN 42 5310 10 340

pro štěrbinu

1:1

ČELO

DP - 56/72 - 0.7



1 PLECH 10 ČSN 425310 10 340

1 PLECH 12 ČSN 425310 10 340

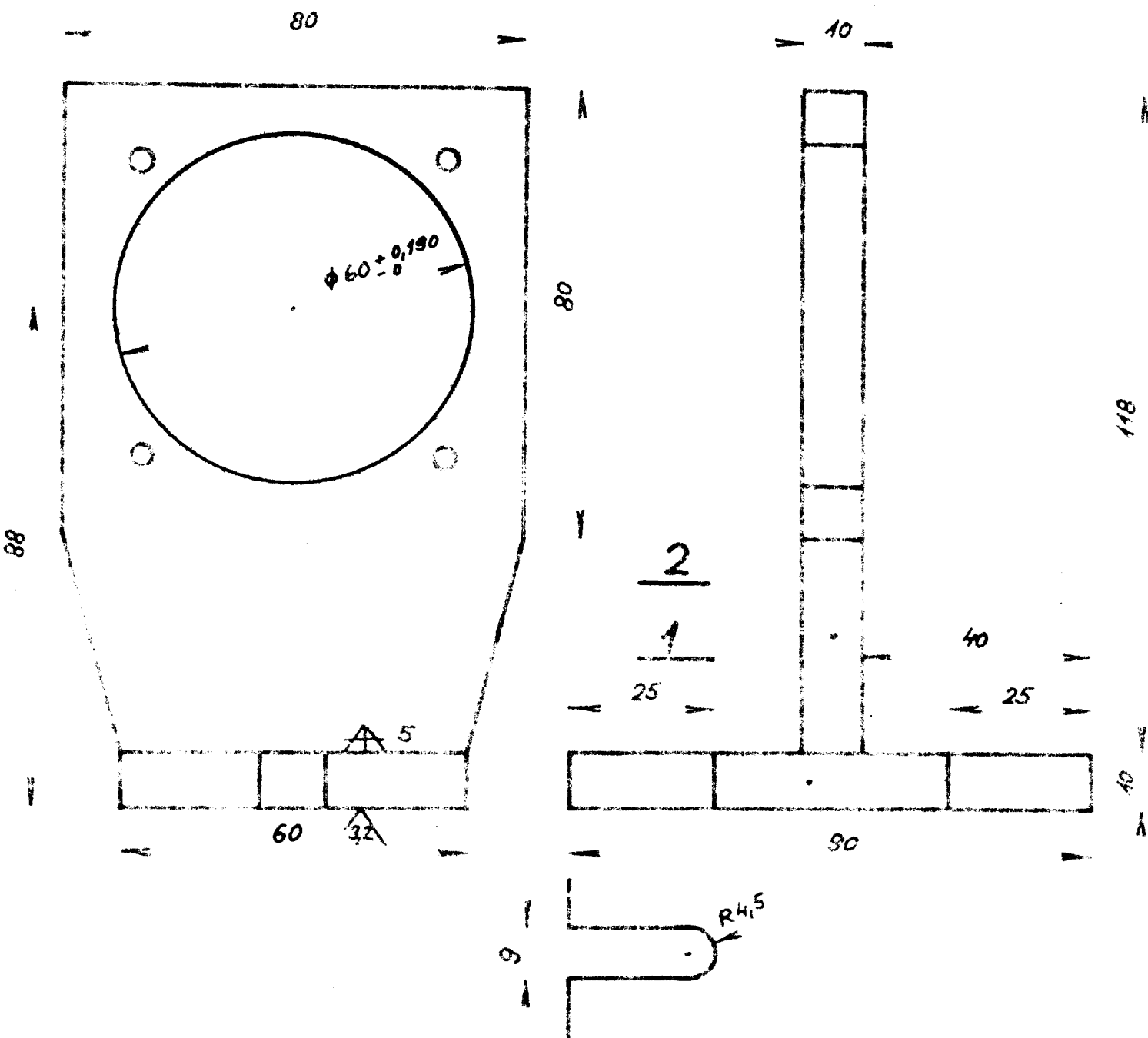
finiš a lak

1:1

STOJÁNEK

DP - 56/72 - 08

4 OTVORY M8x0,5 SVRTAT PODLE TACHODYNAMA



1 PLECH 10 ČSN 42 5310 10 340

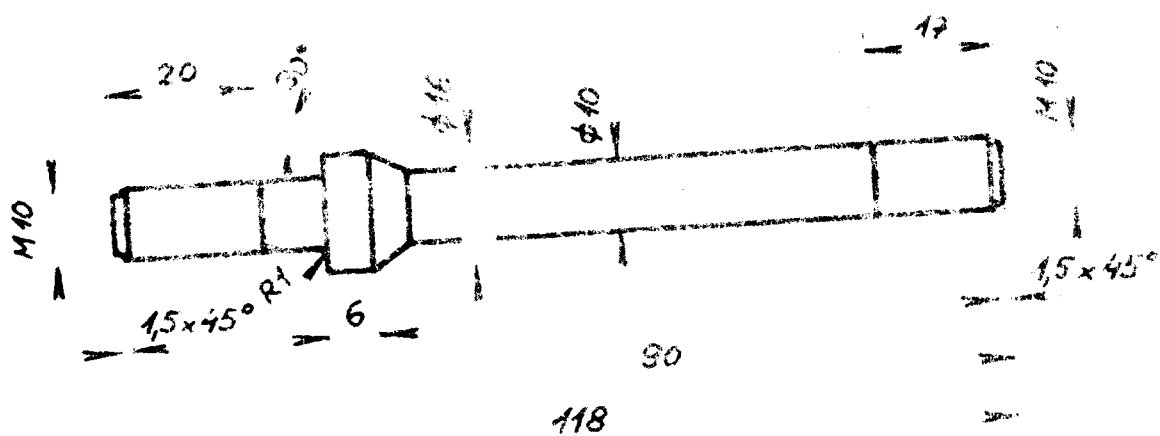
1 PLECH 12 ČSN 42 5310 10 340

pro Hm'dek

1:1

STOJÁNEK

DP - 56/E2 - 03



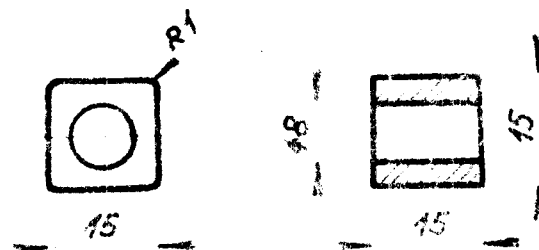
4 $\phi 12 - 120$ ČSN 42 5510 H 340

pro študii

1:1

ŠROUB

DP - 56/72 - 10



3

ČSN 428510 43 3222

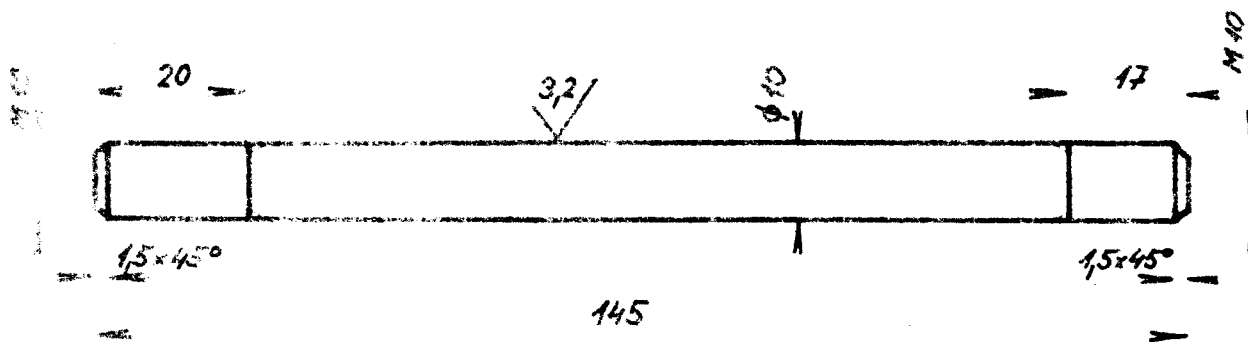
fin. štud.

1:1

KÁMEN

DP - 56/72 - 1/1

32/

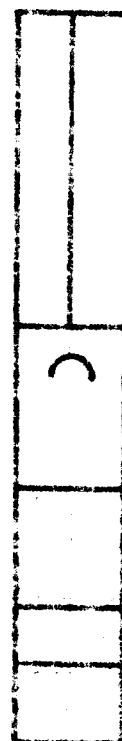
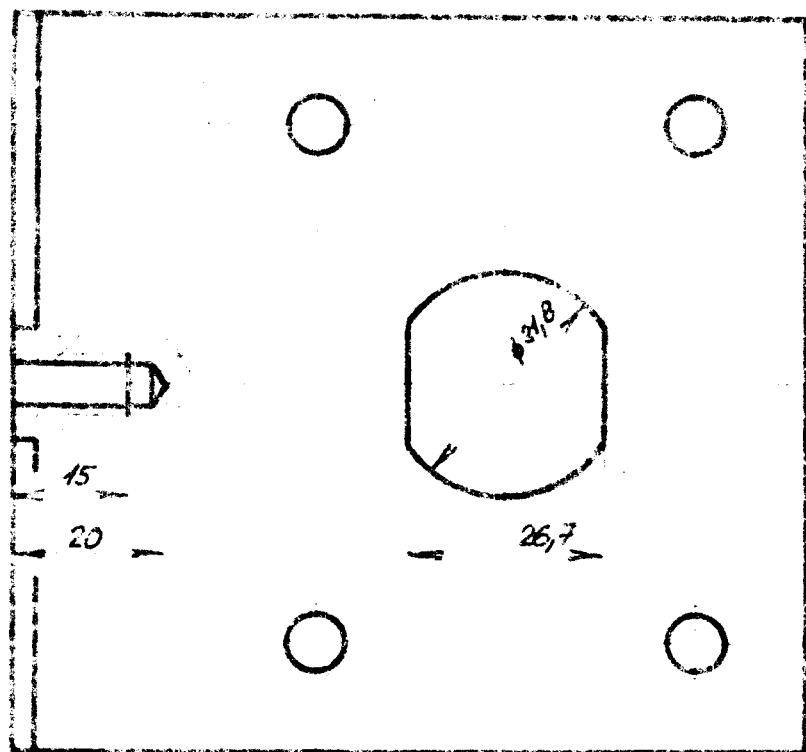
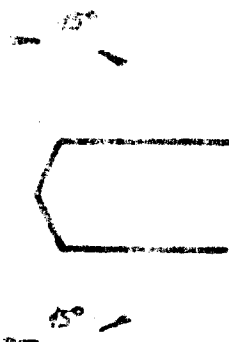


0 12 - 450 00:42 5510 11 340

for handle

SROUB

DP - 56/72 - 12



15
118

15
20

35
35

65 25 25 40

M 10

15

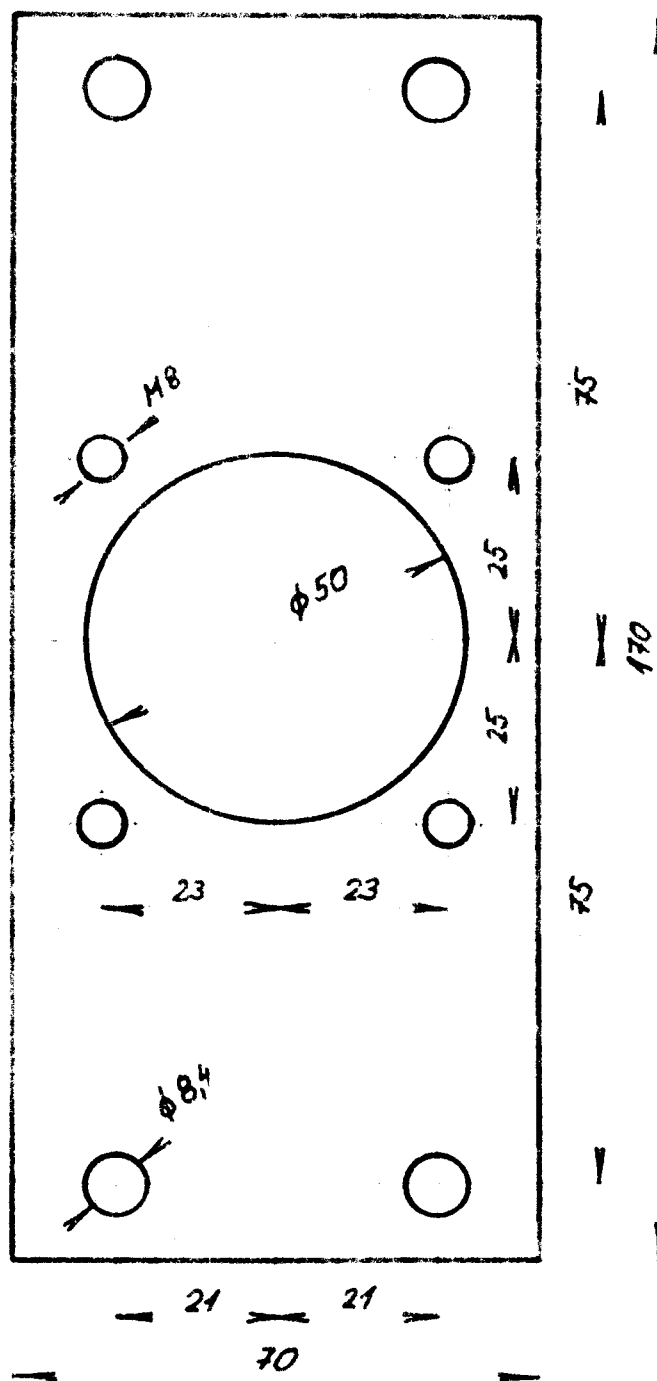
100

4. PLECH 15 ČSN 42 5310 10 340

bez šroubků

ČELO

D.O - 56/72 - 13



1 PLECH 6

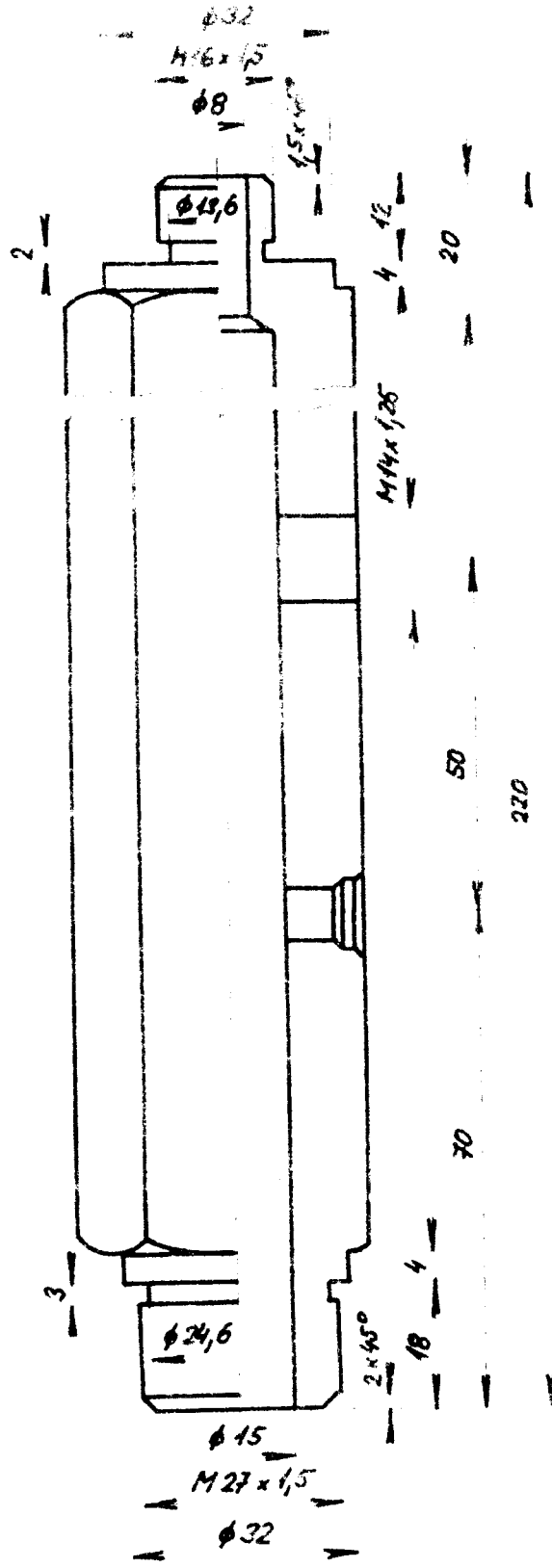
ČSN 42 5310 10 340

pro Hrubého

1:1

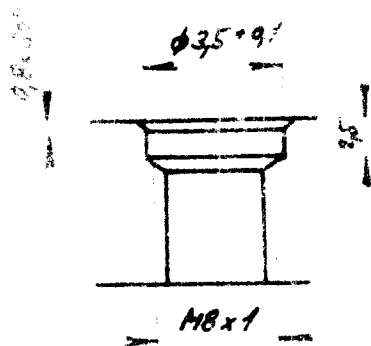
DESKA PRO
JHRMS - 10

DP - 56/72 - 15



DETAIL OTVORU PRO
TLAKOMĚR

MĚŘ. 2:1



1. TYČ Ø 36

10 340

Jiří Hrdel

1:1

1:1

SPOJOVACÍ TYČ

DP - 56/72-16