

Vysoká škola: **VŠST Liberec**
Katedra: **technické kybernetiky**

Fakulta: **strojní**
Školní rok: **1984/85**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **s. Jaromíra B ý m a**
obor **23-40-8 ASŘ výrobních procesů ve strojírenství**

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

Název tématu: **Automatizované technologické pracoviště pro slévárnu lehkých slitin**

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte studii ATP pro slévárnu lehkých slitin závodu NÁŘADÍ Česká Lípa se zařazením 3 strojů a zařízení obsluhovaných průmyslovým robotem PROB-10.
- 2) Vytvořte program ATP a návrh řídicí jednotky ATP, která musí být sestavena z tuzemských součástek a musí být výrobitelná v podmínkách závodu.
- 3) Sestavte situační náčrtek ATP pro celkovou orientaci.
- 4) Proveďte ekonomické vyhodnocení navrženého specializovaného řídicího systému oproti systému sériově vyráběnému.

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

Rozsah grafických prací:

40 - 50 stran

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Dle dispozic závodu NÁŘADÍ Česká Lípa.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Tišer

Datum zadání diplomové práce:

8.10.1984

Termín odevzdání diplomové práce:

24.5.1985



Alaxin
Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

.....
Vedoucí katedry

Stríž
Doc. RNDr. Bohuslav Stríž, CSc.

.....
Děkan

Liberci

5.10.

1984

V dne 19.....

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

obor 23-40-8

Automatizované systémy řízení
výrobních procesů ve strojírenství

Katedra technické kybernetiky

Automatizované technologické pracoviště

pro slévárnu lehkých slitin

KTK ASŘ SF - 086

Jaromír Bým

Vedoucí práce: ing. Jan Tišer

Rozsah práce a příloh

Počet stran 43

Počet příloh a tabulek 2

Počet obrázků: 10

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

V Liberci dne: 18. května 1985



P o d ě k o v á n í

Tímto bych chtěl vyslovit poděkování

s. ing. Janu T i š e r o v i ,

za metodické vedení při sestavování diplomové práce.

O B S A H

Seznam použitých zkratek a symbolů	2
Úvod	4
Kap. 1. - Rozbor úkolu	6
Kap. 2. - Studie ATP	8
2.1 - Dispozice	8
2.2 - Volba strojů a zařízení ATP	8
2.3 - Popis strojů a zařízení ATP	10
2.4 - Rozmístění strojů a zařízení ATP	26
Kap. 3. - Program ATP	28
3.1 - Program licího stroje	28
3.2 - Program průmyslového robota	29
Kap. 4. - Návrh řídicí jednotky ATP	33
4.1 - Určení rovnic pro konstrukci řídicí jednotky	33
4.2 - Úprava rovnic do realizovatelného tvaru	37
4.3 - Realizace řídicí jednotky	38
Kap. 5. - Ekonomické vyhodnocení navrženého systému	39
Závěr	41
Seznam použité literatury	42
Seznam příloh	43

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK
A SYMBOLŮ

- ATP - automatizované technologické pracoviště
- HA - hydraulický agregát
- HV 1 - hydraulický pohon jednotky výsuvu ramene
- HV 2 - hydraulický pohon jednotky rotace ramene
- HV 3 - hydraulický pohon jednotky vertikálního pohybu
- HV 4 - hydraulický pohon jednotky mikroposuvu
- HV 5 - hydraulický pohon jednotky rotace chapadla
- HV 6 - hydraulický pohon jednotky úchopu odlitku
- K 1 - čidlo polohy ramene PR v pracovním prostoru
licího stroje
- K 2 - čidlo polohy ramene PR v pracovním prostoru
ostříhovacího lisu
- K 3 - čidlo základní polohy výsuvu ramene PR
- K 4 - čidlo základní polohy rotace ramene PR
- K 5 - čidlo přerotování ramene PR
- K 6 - čidlo vertikální polohy ramene PR v rovině
střížnice
- K 7 - čidlo vertikální polohy ramene PR v úrovni tablety
odlitku
- K 8 - čidlo vysunutí polohy jednotky mikroposuvu
- K 9 - čidlo základní polohy jednotky mikroposuvu
- K 10 - čidlo přerotování chapadla
- K 11 - čidlo základní polohy rotace chapadla
- K 12 - čidlo sevření chapadla
- K 13 - čidlo rozevření chapadla

- R 1 - cívka ventilu ovládající výsuv ramene
- R 2 - cívka ventilu ovládající zasouvání ramene
- R 3 - cívka ventilu ovládající rotaci ramene směrem
k ostřihovacímu lisu
- R 4 - cívka ventilu ovládající rotaci ramene směrem
od ostřihovacího lisu
- R 5 - cívka ventilu ovládající vertikální pohyb
směrem dolů
- R 6 - cívka ventilu ovládající vertikální pohyb
směrem nahoru
- R 7 - cívka ventilu ovládající vysunutí jednotky
mikroposuvu
- R 8 - cívka ventilu ovládající přerotování chapadla
- R 9 - cívka ventilu ovládající sevření chapadla
- PR - průmyslový robot
- T 1 - ovládá v ručním režimu R1
- T 2 - ovládá v ručním režimu R2
- T 3 - ovládá v ručním režimu R3
- T 4 - ovládá v ručním režimu R4
- T 5 - ovládá v ručním režimu R5
- T 6 - ovládá v ručním režimu R6
- T 7 - ovládá v ručním režimu R7
- T 8 - ovládá v ručním režimu R8
- T 9 - ovládá v ručním režimu R9
- T17 - rozpíná v ručním režimu samopřidrž R7
- T18 - rozpíná v ručním režimu samopřidrž R8
- T19 - rozpíná v ručním režimu samopřidrž R9

Ú V O D

Celosvětový vývoj ve výrobě a používání tlakových odlitků z neželezných kovů směřuje ke stále vyššímu využívání této progresivní technologie. Technologie výroby tlakových odlitků v sériové výrobě znamená dosažení vysoké produktivity práce, využitelnosti materiálu, výrobní přesnosti, dobrých pevnostních vlastností a jakosti povrchu.

Další rozvoj výroby a zvyšování produktivity práce při trvajícím všeobecném nedostatku pracovních sil je možné zabezpečit automatizací pracovního cyklu lících strojů. Úplná automatizace výrobních strojů vyžaduje především vyřešit mechanizaci a automatizaci manipulačních činností, které dosud vykonával obsluhující pracovník v pracovním prostředí vyznačujícím se vysokou teplotou, škodlivými výpary, hluchostí a nebezpečím popálení. Jednotvárná a přitom fyzicky namáhavá práce v popsaném prostředí unavuje pracovníka natolik, že pracovní tempo a pozornost v průběhu směny klesají, lící cyklus se zpomaluje a vadných odlitků přibývá. Manipulace s odlitky, jejich vyjímání z forem tlakových lících strojů a depra do transportních palet představuje pro obsluhu trvalé nebezpečí popálení a stálé ohrožení škodlivou atmosférou pracoviště, kde se průmyslové roboty a manipulátory nahrazující činnost obsluhy nejvíce osvědčují. Obsluhující pracovník přitom přebírá pouze kon-

trolní a odborné práce, potřebné pro plynulý chod celého výrobního procesu. Tomuto cíli je podřízen vývoj manipulačních a periferních zařízení zabezpečujících úplnou automatizaci lícího cyklu, včetně automatické apretace odlitků bezprostředně u lícího stroje. Manipulační zařízení chápané v tomto smyslu, umožní vytvářet automatizované sdružené pracoviště, sestavené ze strojů na tlakové lití a zařízení pro úplnou nebo částečnou apretaci odlitku /1/.

Mým úkolem zpracovaným v této diplomové práci je provést studii automatizovaného technologického pracoviště (dále jen ATP) pro slévárnu lehkých slitin závodu NÁŘADÍ Česká Lípa, vytvořit program tohoto ATP a navrhnout jednoúčelovou řídicí jednotku tohoto pracoviště.

1. R O Z B O R Ú K O L U

Konkrétním úkolem je provést studii ATP, vytvořit jeho program a navrhnout jednoúčelovou řídicí jednotku ATP.

Desavadní organizace pracovního cyklu lití pod tlakem je následující:

Obsluhující pracovník přenesse speciální naběračkou taveninu z udržovací pece do plnicí komory lícího stroje, naplní komoru a spouští lící cyklus stroje. Po ukončení cyklu stroje a vysunutí odlitku vyhazovacími kolíky z formy uchepí kleštěmi odlitek za vtokovou soustavu a vyjme ho ze stroje. Následným pohybem urazí o hranu přepravní palety odlitek od vtokové soustavy a tu vhodí do druhé palety určené pro odpad. Dále obsluha jednou za 3-5 lící cykly provede ošetření lící formy a plnicí komory ručním očištěním a nanesením mazacích prostředků /3/. Po naplnění přepravní palety odlitky je paleta převezena k ostřihovacímu lisu, kde se provede ostřížení nálitků a zbytků vtokové soustavy od odlitku.

Obsluhující pracovník je při stávajícím způsobu poloautomatické výroby vystavený nepříjemnému sálavému teplu z roztaveného kovu, udržovací pece a lícího stroje. V průběhu celé práce trvá nebezpečí popálení a potřísnění roztaveným kovem. Zvláště nebezpečné je vystříknutí kovu z formy pod vysokým tlakem. Ruční mazání dutiny formy grafitevými mazacími prostředky zapříčiňuje prašnost

a škodlivost ovzduší. Pracoviště jsou obvykle silně znečištěná, přičemž stále se opakující jednotvárný pracovní cyklus v horkém prostředí způsobuje únavu pracovníka, důsledkem čehož se zvyšuje počet zmetků. Práce je namáhavá a těžko se pro její vykonávání zabezpečují pracovníci. Výrobní stroje nejsou proto dostatečně využívány a jejich časové využití je pro prostoje poměrně nízké.

Z výše uvedených skutečností vyplývá vhodnost automatizace tohoto pracoviště a zároveň z nich vyplývají jednotlivé funkce, které musí navrhované ATP zajišťovat:

- automatické dávkování taveniny
- automatická manipulace s odlitkem
- automatická kontrola úplnosti odlitku
- automatická apretace odlitku
- automatické ošetření formy
- práce v automatickém uzavřeném cyklu

2. S T U D I E A T P2.1 DISPOZICE

Volba strojů a zařízení, která budou tvořit ATP, byla provedena tak, aby ATP splňovalo všechny požadavky, které byly uvedeny v kap. 1. Program ATP byl sestaven tak, aby jednotlivé stroje a zařízení ATP pracovaly v zájemné součinnosti a to v automatickém cyklu.

2.2 VOLBA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ ATP

Jádro ATP bude tvořit tlakový licí stroj s horizontální studenou komorou typu CLH 250.01, který je určen k odlévání tlakových odlitků ze slitin hliníku. Tento stroj byl do ATP zařazen ze dvou důvodů. Za prvé proto, že již existuje ve stávajícím strojovém parku podniku a pracovníci podniku mají s prací na něm dostatečné zkušenosti. Za druhé proto, že je vybaven řídicím systémem, který nejenže umožňuje práci v poloautomatickém cyklu, ale také umožňuje v tomto cyklu ovládat i manipulátor dávkování taveniny a manipulátor ošetřování formy, což je pro zařazení do ATP velmi výhodné.

Dopravu odměřeného množství taveniny hliníku z udržovací pece do plnicí komory licího stroje bude zajišťovat manipulátor dávkování taveniny MDT 04.01. Tento manipulátor byl vyvinut výrobcem tlakových licích strojů, n.p. VIHORLAT Snina, jako přídatné zařízení k licím strojům typu CLH, takže jeho zařazení do ATP bylo jednoznačné. Pracovní cyklus manipulátoru je řízen řídicím systémem licího stroje.

Dalším doplňkovým zařízením vyráběným n.p. VIHORLAT Snina je manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01, určený pro ošetřování forem licích strojů typu CLH. Cyklus manipulátor je opět řízen řídicím systémem licího stroje.

Manipulace s odlitky bude zajištěna průmyslovým robotem PROB 10. Přestože většina již existujících ATP tlakového lití používá robotů typu PR či MTL /2/, padla volba na typ PROB 10, a to především z toho důvodu, že v koncernovém podniku NÁŘADÍ Česká Lípa již pracuje ATP třískového obrábění obsluhované robotem PROB 10 a pracovníci tohoto podniku jsou s ním plně spokojeni /4/. Robot PROB 10 bude po výměně tlakového média za nové, tepelně odolnější, pro ATP tlakového lití plně vyhovovat.

Další úpravou je pak nahrazení původního řídicího systému systémem novým, jednoúčelovým. Tato úprava bude provedena z těchto důvodů: původní systém má možnost naprogramování 60-ti kroků, což je v našem případě zbytečné, protože robot PROB 10 bude pracovat v cyklu o 12-ti krocích, dalším důvodem je morální zastarání součástkové základny tohoto systému, neboť se jedná o systém reléový.

Apretace hotových odlitků bude prováděna ostříhovacím lisem LHS 15.B, který byl zvolen pro svou konstrukci, která umožňuje zasunout mezi stěny stojanu, tj. pod upínací desku, přepravní paletu, což zjednoduší přepravu hotových a očištěných odlitků od ATP. Odstřižené nálitky a vtokové soustavy budou padat po plechových skluzech do druhé palety, určené pro odpad. Zároveň bude na střiž-

nici umístěno několik mikrospínačů, a to v místech ná-
litků a na obryse expanovaných míst odlitku, což umožní
kontrolu úplnosti odlitku a kontrolu jeho usazení do
střižnice.

Tavenina hliníku bude v ATP udržována na žádané
teplotě v udržovací peci typu UP-80, která má pro daný
účel vyhovující kapacitu.

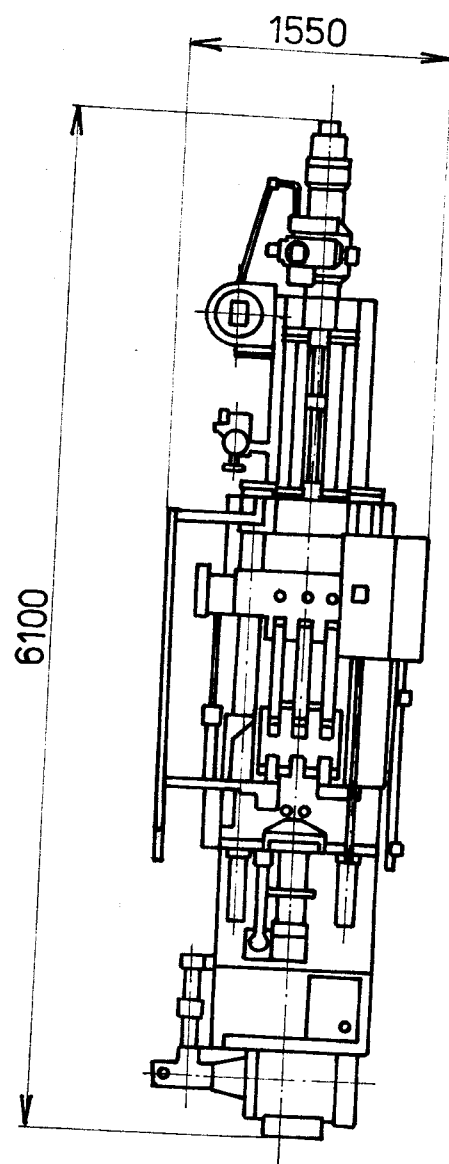
2.3 POPIS STROJŮ A ZAŘÍZENÍ ATP /5/

Tlakový lící stroj s horizontální studenou komorou CLH 250.01 obr. 1

Tlakový lící stroj CLH 250.01, vyráběný v n.p. VIHOR-
LAT, je určený k odlévání tlakových odlitků ze slitin
hliníku, hořčíku, zinku a mědi.

Uzavírací část stroje charakterizují tyto prvky:

- dvojitý kloubový mechanismus zaručující spolehlivé
uzavření formy
- všechny pohybující se části uzavíracího mechanismu jsou
mazány centrálním mazáním.
- za účelem ochrany formy se přiblížení obou polovin děje
malou silou a k uzavření plnou silou dojde tehdy, když
je dělicí rovina čistá
- centrální přestavování uzavírací části stroje umožňuje
rychlé seřízení stroje na požadovanou výšku formy
- stroj je vybaven hydraulickým vyhazováním odlitků.
Zdvih vyhazovacího zařízení je plynule regulovatelný
- stroj je také vybaven rozvedem k ovládání skupiny
tahačů jader



Obr. 1 Tlakový lící stroj CLH 250.01

- na programovém panelu je možno plynule předvolit rychlost pohybu nosiče forem, vyhazovacího zařízení a taháčů jader, dále tlak pro ochranu formy a tlak pro prolomení kloubového mechanismu.

Lisovací část:

- lisovací mechanismus pracuje ve třech fázích:
 - I. fáze - předplňovací rychlost
 - II. fáze - plnicí rychlost
 - III. fáze - dotlak
- rychlost první a druhé fáze je nezávisle plynule regulovatelná
- impuls k zalisování je daný nožním spínačem. Pokud stroj pracuje s dávkovacím zařízením, je impuls daný po ukončení dávkování.

Hydraulický systém:

- stroj je vybavený automatickou kontrolou filtrace, kontrolou a automatickou regulací teploty převozní kapaliny a kontrolou stavu hladiny v nádrži.
- volba a uspořádání prvků hydraulického systému umožňuje provoz buď s minerálními oleji nebo s těžko zapalnými kapalinami na bázi glykol - voda.

Bezpečnostní opatření:

- přední ochranný štít s pneumatickým pohonem proti vystříknutí kovu z dělicí roviny formy
- zadní ochranný štít ručně posuvný s elektrickým jištěním ochranné polohy
- zakrytí článků kloubového mechanismu

Řídící systém:

- stroj je vybavený polovodičovým řídicím systémem, tvořeným integrovanými obvody typu TTL. Tento systém má vysokou životnost a spolehlivost. Je vybaven kontrolním systémem pro rychlou identifikaci poruch. Řízení stroje umožňuje práci v poloautomatickém cyklu.
- program stroje se nastavuje na programovém panelu, umístěném v oddělené elektrické řídicí skříni
- program stroje umožňuje předvolbu sledu operací a technologicky nutných předlev, rychlostí pohybu hydraulických válců a tlaku při uzavírání a vyhazování odlitků. Dále umožňuje ovládání manipulátoru dávkování taveniny a manipulátoru ošetřování formy.

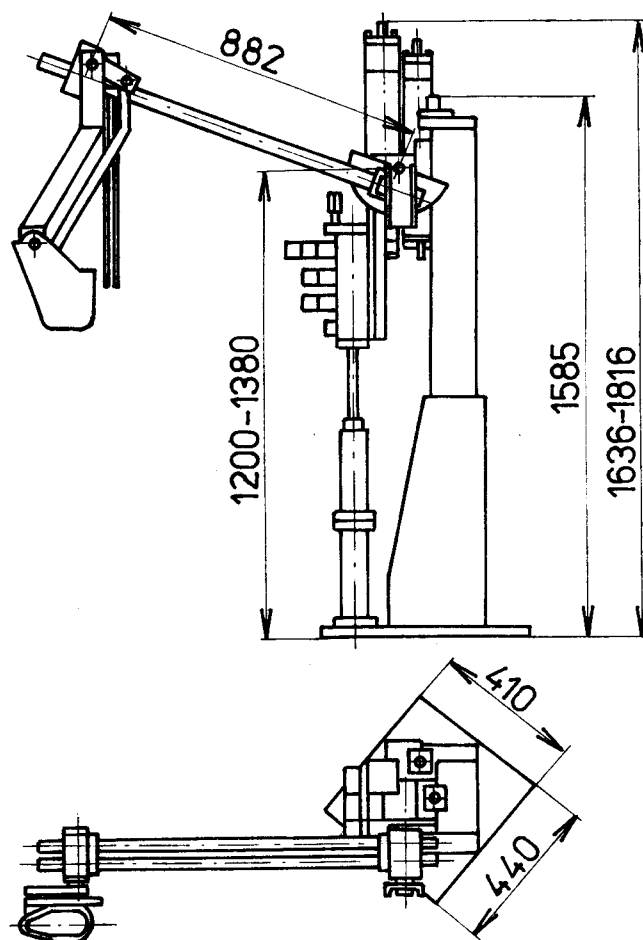
Technické parametry stroje CLH 250.01

Uzavírací síla	2 500 kN
Zdvih nosiče forem	450 mm
Síla hydraulického vyražече	132 kN
Zdvih hydraulického vyražече	120 mm
Plnicí síla	74 - 320 kN
Zdvih plnicího pístu	400 mm
Čas jedné operace naprázdno	6,5 s
Příkon	18 kW
Rozměry stroje d x š x v	6,1 x 1,5 x 2,2 m
Hmotnost stroje	8 500 kg

Manipulátor dávkování taveniny MDT 04.01 obr. 2

Manipulátor MDT 04.01 je určen pro dopravu odměřeného množství hliníku nebo jeho slitin z udržovací pece do plnicí komory tlakových lících strojů s horizontální studenou komorou typu CLH. Manipulátor s tlakovým lícím strojem pracuje v automatickém cyklu. Program manipulátoru se nastavuje v rozvaděči tlakového lícího stroje. Manipulátor má tyto vlastnosti:

- přesnost dávky a konstantní plnicí množství hliníku je v toleranci pod 2 %. Rychlost manipulátoru je plynule přestavitelná. Požadované rovnoměrné plnění je vymezené zařízením naběračky. Úhel naklepení je volitelný a fixovaný snímačem polohy, respektive mechanickou zarážkou. Elektrické sondy zabezpečují přizpůsobení ponoru naběračky změně výšky hladiny taveniny v kelímku pece.
- manipulátor má vlastní pevný stojan umožňující jednoduchou přestavitelnost manipulátoru ve vertikálním směru. Elektrické řízení manipulátoru je řešeno tak, že sled operací stroje a manipulátoru je pevně vázaný
- sled operací je vzájemně blokován, tzn. následující operace je vykonána až tehdy, když je předcházející bezpečně ukončena. Výšková přestavitelnost manipulátoru a změna dávky je jednoduchá. Tavenina je z naběračky do plnicí komory stroje vylita až když je forma spolehlivě uzavřena a připravena pro lití. Řídící systém umožňuje zastavit manipulátor v kterékoliv poloze a jeho vrácení nad pec a vylití taveniny zpět do pece.



Obr. 2 Manipulátor dávkování taveniny MDT 04 01

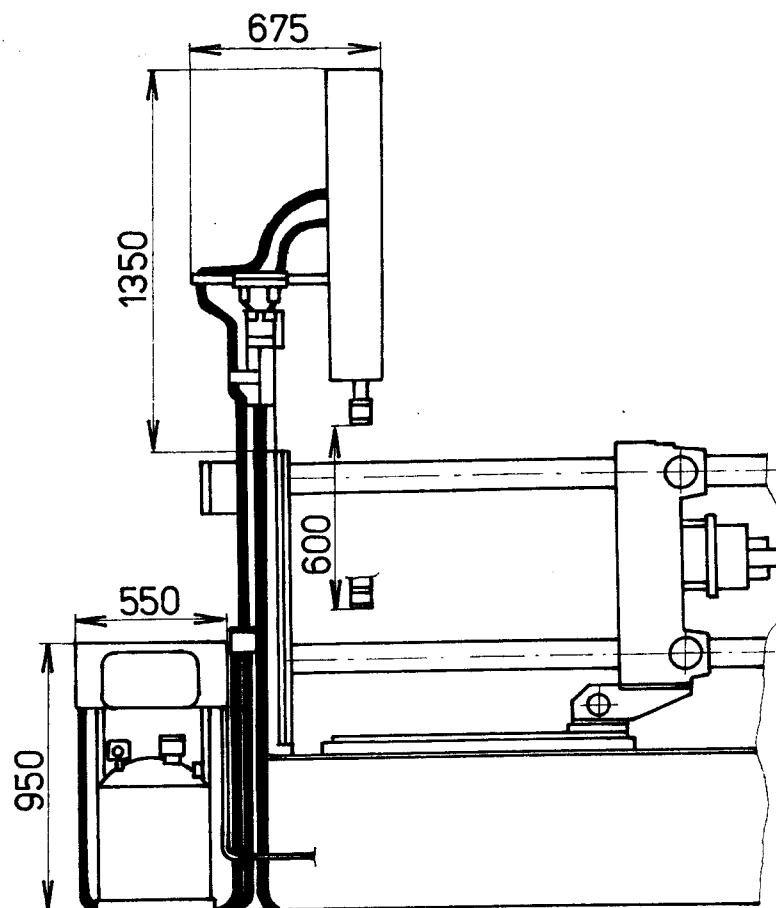
- speciální tvar naběračky doveluje její kolmé ponoření do taveniny. Struska a oxidy jsou odtlačeny stranou během ponoření. Naběračka je plněná čistou taveninou spod její úrovně.
- přesná poloha v momentě plnění komory je zajišťována tím, že licí bed naběračky je situovaný v ose naklo- pení naběračky a zůstává nezměněný během celé licí fáze.

Technické parametry

Max. dávka taveniny	3,5 kg
Přesnost dávky	2 %
Úhel natočení ramene	3,14 rad
Úhel natočení naběračky	1,48 rad
Výšková přestavitelnost	180 mm
Délka ramene	882 mm
Tlak média	9 MPa
Příkon	0,5 kW
Velikosti naběraček	0,2; 0,9; 1,9; 3,0; 4,5 kg Al

Manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01 obr. 3

Manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01 je určen pro ošetřování forem u tlakových licích strojů typu CLH o uzavírací síle 1 - 2,5 MN. Sestává se z reciprokátoru a tlakového zásobníku na mazadle s rozvedem tlakového vzduchu. Reciprokátor je upevněný na předním třmenu li- cího stroje. Jednotlivé pohyby reciprokátoru jsou prová- děny pomocí pneumatických válců. Tlakový zásobník na mazadle s rozvedem tlakového vzduchu je umístěn v blíz-



Obr. 3 Manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01

kosti stroje. Jeho poloha není pevně určena. Je možné ho umístit na nejvýhodnějším místě v dosahu propejovacích hadic. Programové řízení manipulátoru je přímo z programového rozvaděče tlakového lícího stroje.

Manipulátor je napojený do pracovního cyklu lícího stroje. Základní poloha manipulátoru je v poloze mimo dělicí roviny formy. Po příchodu impulsu od stroje nastává pohyb v horizontální rovině nad formu a vertikální pohyb do dělicí roviny formy. Při použití formy bez vrchního tahače jader je možné horizontální pohyb zrušit a manipulátor vykonává pouze vertikální pohyb.

Samotné ošetření formy je prováděné pomocí opakovacích a mazacích trysek.

Forma je zbavená zbytků pomocí stlačeného vzduchu. Po očištění formy je na ní nanášeno mazadlo. Množství mazadla je možné regulovat přímo v mazacích tryskách. Čas mazání formy a opakování je možno nastavit časovým relé v programovém rozvaděči.

Technické parametry

Pracovní tlak	0,5	MPa
Min. délka pracovního cyklu	8	s
Délka vertikálního zdvihu	600	mm
Vertikální přestavení	280	mm
Horizontální pohyb	1,57	rad
Zásoba mazadla	40	l
Příkon	0,5	kW

Průmyslový robot PROB 10 obr. 4

Průmyslový robot PROB 10 je určen pro automatizaci výrobních procesů třískového obrábění a plošného tváření. Po úpravách lze využít i pro jiné manipulační účely. Řídicí systém dovoluje libovolné programování sledu pohybů a propojení s výrobními stroji. Hydraulické ovládní a stavebnicové řešení, snadné seřizování a programování umožňují všestranné použití i v nestrojírenských průmyslových odvětvích.

Průmyslový robot PROB 10 se skládá ze šesti pohybových jednotek. Stavebnicové řešení dovoluje kteroukoliv jednotku podle potřeby vypustit.

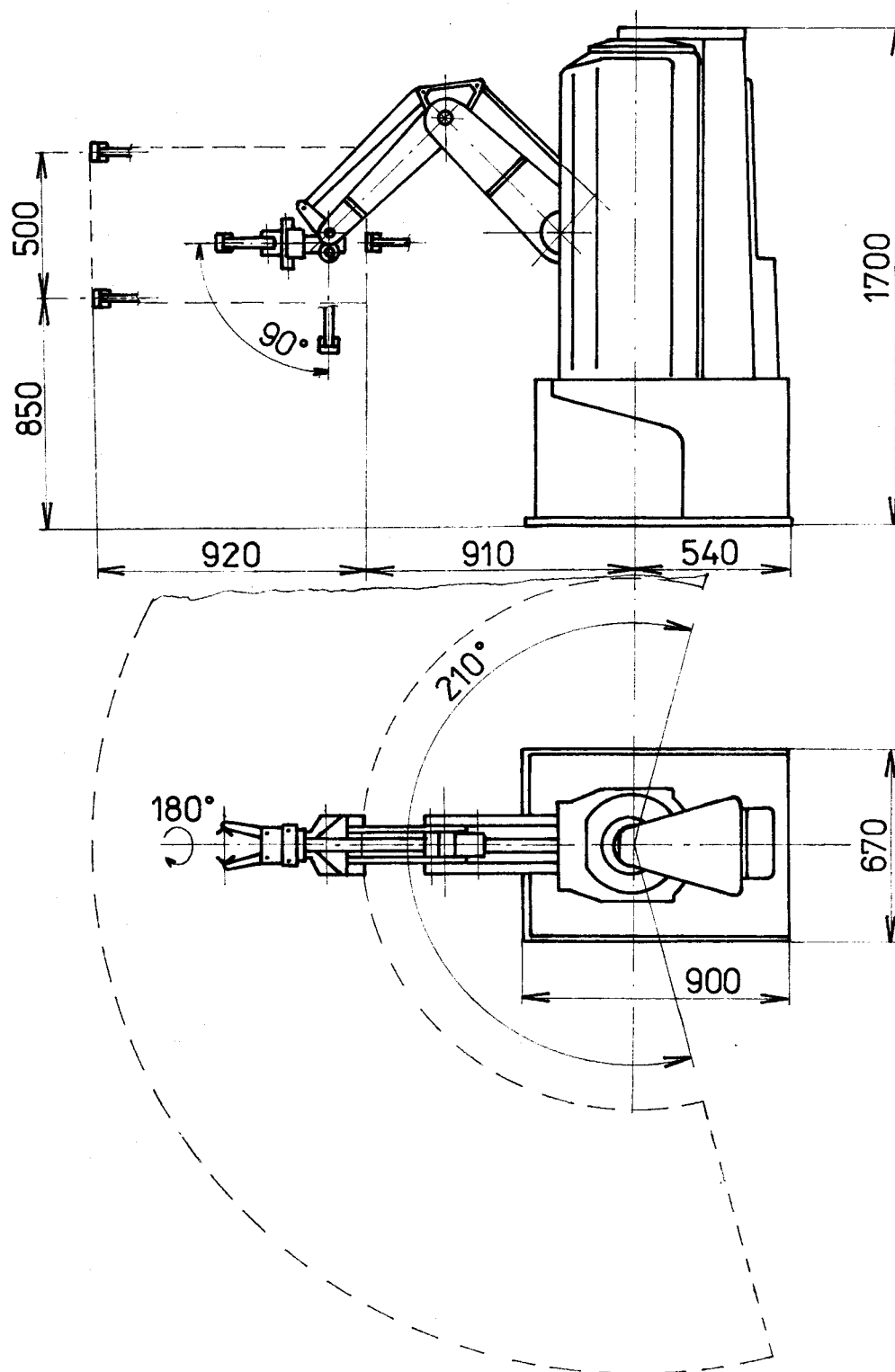
Základní sestava zahrnuje tyto jednotky:

- rotační jednotku
- zdvihovou jednotku
- kloubovou horizontální přímočarou jednotku
- jednotku naklápění zápěstí
- jednotku rotace zápěstí
- jednotku mikroposuvu zápěstí

Pohony robotu jsou hydraulické, ovládání a řízení elektrické.

Robot pracuje v cylindrických souřadnicích. Referenční bod koncového členu vykonává následující pohyby s tlumením v adresných bodech:

- rotace kolem svislé osy základní a redukovanou rychlostí
- zdvih ve svislém směru základní a redukovanou rychlostí
- přímočarý výsuv ramene základní a redukovanou rychlostí
- naklápění zápěstí



Obr. 4 Průmyslový robot PROB 10

- rotace zápěstí
- mikroposuv zápěstí

Pohyby lze naprogramovat v libovolném sledu a libovolné vazbě pro dosažení uzavřeného manipulačního cyklu.

Technické parametry

Jmenovitá nosnost (mimo chapadla)	10 kg
Maximální pohybový rozsah jednotek	
- rotační jednotka	3,67 rad
- zdvihová jednotka	0,5 m
- horizontální výsuv ramene	0,92 m
- naklopení zápěstí	1,57 rad
- rotace zápěstí	3,14 rad
- mikroposuv zápěstí	0,05 m
Maximální operační rychlosti jednotek	
- rotační jednotka	1,39 rad.s ⁻¹
- zdvihová jednotka	0,5 m.s ⁻¹
- horizontální výsuv ramene	0,7 m.s ⁻¹
- naklápění zápěstí	1,57 rad.s ⁻¹
- rotace zápěstí	1,57 rad.s ⁻¹
- mikroposuv zápěstí	0,1 m.s ⁻¹
Opakovatelná přesnost polohování	± 0,5 mm
Programování	mechanické kolíčky
Pohon	hydraulický
Pracovní tlak	5 MPa
Příkon	3 kW
Rozměry	0,9 x 0,67 x 1,7 m

Hmotnosti

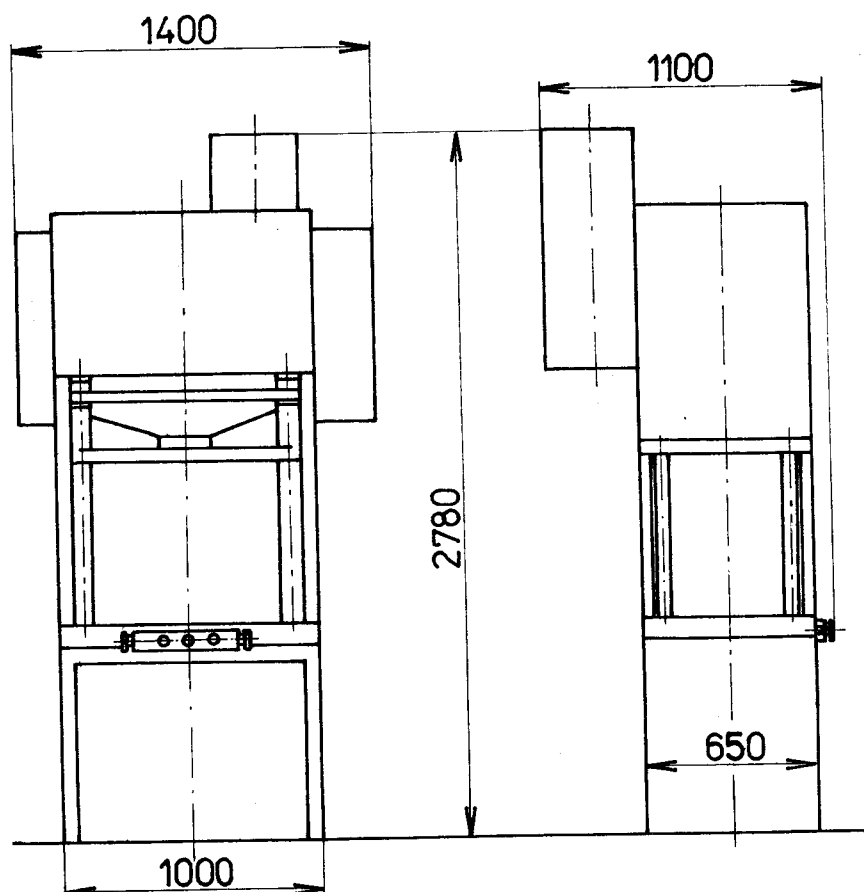
- řídicí systém	70 kg
- manipulátor	680 kg
- hydraulický agregát s náplní	130 kg

Ostřihovací lis LHS 15.B obr. 5

Ostřihovací lis LHS 15.B je určený pro odstraňování zatečenin jednotlivých tlakových odlitků a nebo souprav odlitků se vtokem pomocí řezů, děrovadel a kombinovaných přípravků s odpruženými částmi a to hlavně v provozech používajících k dopravě odlitků palety o rozměrech 1 200 x 800 x 600 mm.

Lis je svislé čtyřsloupové konstrukce. Dolní upínací deska je spojena s horní částí čtyřmi sloupy a přišroubovaná k svařovanému skříňovému stojanu. Na horní části je připevněná olejová nádrž s pohonným agregátem, elektrická skříň a části elektrického a pneumatického rozvodu. Mezi boční stěny skříňového stojanu je možné zasunout přepravní paletu. Beran lisu je vedený na sloupech pomocí bronzových pouzder. Je na něj možno upínat přípravky pomocí upínek a nebo šroubů. Lisovací síla je vyvozena hydraulickým válcem a je plynule nastavitelná. Krajiní polohy zdvihu berana je možné také libovolně nastavit. Rychlost berana je možné směrem dolů seškrtnit. Nádrž je vybavena teploměrem a vodním chlazením.

Řízení lisu je elektrohydraulické. Tlačítka pro dvouruční ovládání je nutné držet během celého zdvihu. Zpětný pohyb je automatický. Před ukončením zpětného



Obr. 5 Ostřihovací lis LHS 15-B

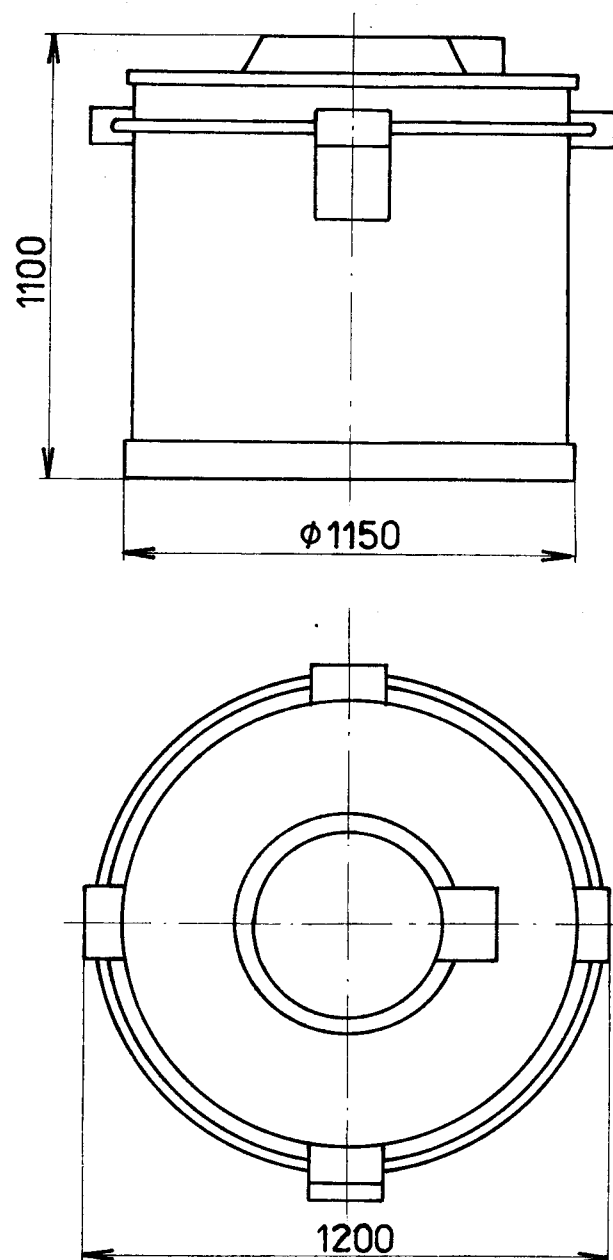
pohybu berana nahoru je možné zařadit automatické opakování ostříhnutých zbytků. Při zařazení ostříhovacího lisu do automatizovaného pracoviště, pracuje tento v nastaveném automatickém cyklu s tlakovým licím strojem, manipulátorem a dalšími zařízeními.

Technické parametry

Lisovací síla	20 - 140 kN
Odtahová síla	14 - 100 kN
Rychlost berana naprázdno	při max. tlaku
- dolů 240	30 mm.s ⁻¹
- nahoru 320	40 mm.s ⁻¹
Max. zdvih berana	500 mm
Max. výška berana nad stolem	650 mm
Světlost mezi sloupy	740 x 440 mm
Otvor ve stole	390 x 330 mm
Rozměry lisu	
- šířka	1 400 mm
- délka	1 100 mm
- výška	2 783 mm
Hmotnost	4 600 kg
Příkon	9,0 kW

Elektrická udržovací pec UP 80 obr. 6

Elektrická udržovací pec UP 80 byla zkonstruována a vyrobena v n.p. Nářadí. Svými rozměry vyhovuje rozměrům předepsaným výrobcem manipulátoru taveniny a svým obsahem (80 kg taveniny) vyhovuje požadavkům, které na ni budou kladeny při práci v ATP.



Obr. 6 Udržovací pec UP 80

Technické parametry

rozměry

- vnější průměr 1 150 mm
- vnitřní průměr 450 mm
- výška 1 100 mm

hmotnost

760 kg

příkon

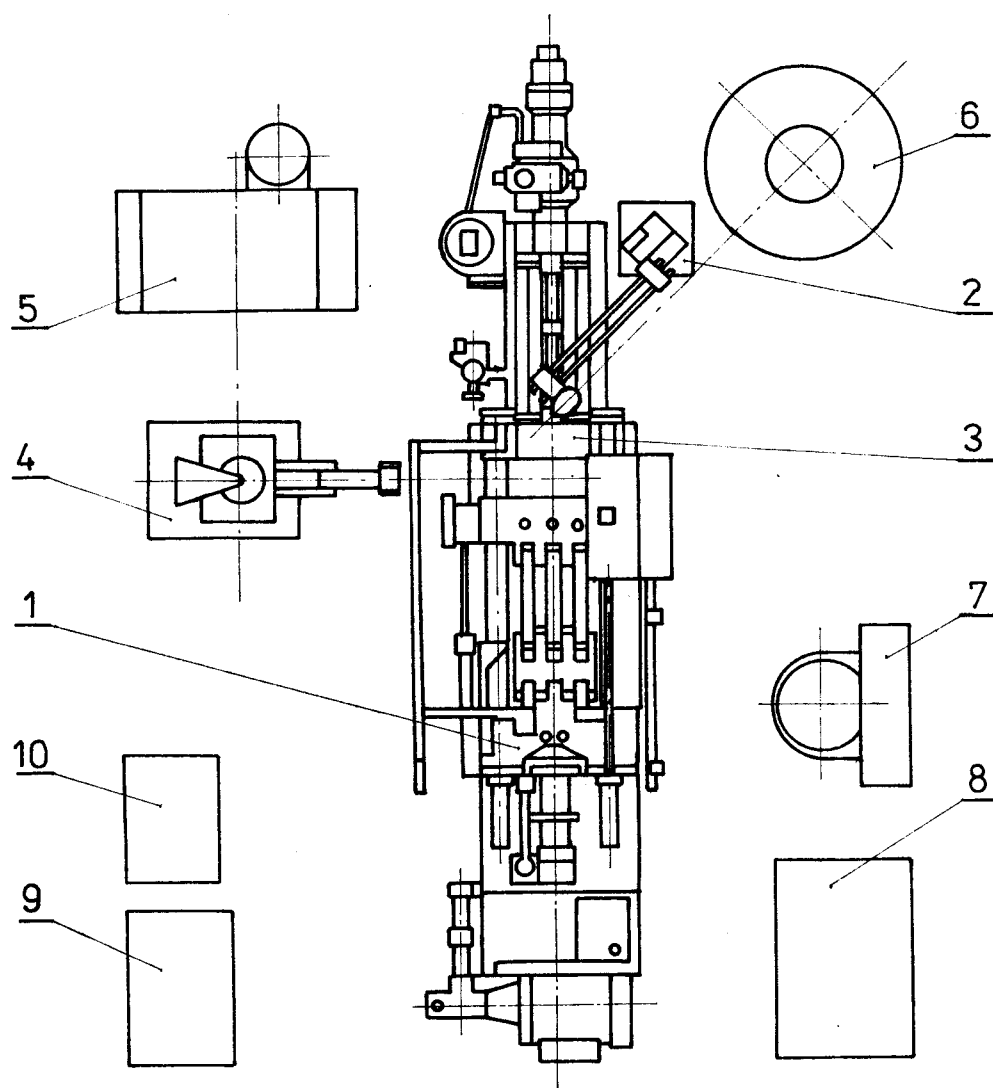
35 kW

2.4 ROZMÍSTĚNÍ STROJŮ A ZAŘÍZENÍ ATP

Rozmístění strojů a zařízení ATP je znázorněno na obr. 7. Rozmístění bylo voleno tak, aby jednotlivé stroje a zařízení měly pro vykonávání své funkce optimální polohu.

Legenda

- 1 - Tlakový licí stroj CLH 250.01
- 2 - Manipulátor dávkování taveniny MDT 04.01
- 3 - Manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01
- 4 - Průmyslový robot PROB 10
- 5 - Ostřihovací lis LHS 15.B
- 6 - Udržovací pec UP 80
- 7 - Tlakový zásobník maziva
- 8 - Rozvaděč licího stroje
- 9 - Ovládací pult licího stroje
- 10 - Řídící systém průmyslového robota



Obr. 7 Rozmístění strojů a zařízení ATP

3.

PROGRAM ATP

Program ATP se skládá ze dvou dílčích programů, a to z programu liciího stroje a z programu průmyslového robota.

Program liciího stroje, manipulátoru dávkování taveniny a manipulátoru ošetřování formy se nastavuje v rozvaděči liciího stroje, proto bude uveden pouze v hrubých rysech. Programu průmyslového robota bude do jisté míry podřízen návrh jeho řídicí jednotky, a proto se jím budu zabývat podrobněji. Oba programy se prolínají a navzájem se podmiňují.

3.1 PROGRAM LICÍHO STROJE

Ke spuštění cyklu dochází na počátku směny obsluhou, v průběhu automatického provozu pak signálem, který potvrzuje úplnost a bezchybnost předchozího odlitku.

krok č. 1: ošetření formy manipulátorem MOF 06.02.01

krok č. 2: přední ochranný štít blokuje vstup do pracovního prostoru liciího stroje, uzavření licií formy

krok č. 3: naplnění plnicí komory liciího stroje taveninou manipulátorem MDT 04.01

krok č. 4: lití odlitku

krok č. 5: chladnutí odlitku

krok č. 6: otevření licií formy, přední ochranný štít uvolňuje pracovní prostor stroje

krok č. 7: vysunutí odlitku vyhazovači z dutiny formy

krok č. 8: spuštění pracovního cyklu průmyslového robota (dále PR)

3.2 PROGRAM PRŮMYSLUVÉHO ROBOTA

krok č. 1: výjezd ramene do pracovního prostoru licího stroje. Nutné podmínky pro zahájení 1. kroku: PR ve výchozí poloze a ukončení licího cyklu.

krok č. 2: vysunutí chapadla mikroposuvu k tabletě odlitku

krok č. 3: sevření tablety chapadlem. Přítomnost tablety v prostoru rozevřeného chapadla je signalizována čidlem.

krok č. 4: vyjmutí odlitku z formy - mikroposuvem.

krok č. 5: vysunutí ramene z prostoru formy a lisu.

krok č. 6: Rotace ramene do osy ostříhovacího lisu ($0\ 90^\circ$). Rotace chapadla z roviny formy do roviny střížnice ($0\ 90^\circ$).

Vertikální pohyb ramene do polohy nutné k odložení odlitku.

krok č. 7: Výjezd ramene do polohy nad střížnicí ostříhovacího lisu.

krok č. 8: Uložení odlitku mikroposuvem do střížnice. Pokud je odlitek v pořádku - START pro cyklus licího stroje.

krok č. 9: Rozevření chapadla - odložení odlitku.

krok č. 10: Návrat chapadla mikroposuvem do původní polohy.

krok č. 11: Vysunutí ramene z pracovního prostoru
ostřihovacího lisu - rameno do základní
polohy.

krok č. 12: Start ostřihovacímu lisu.

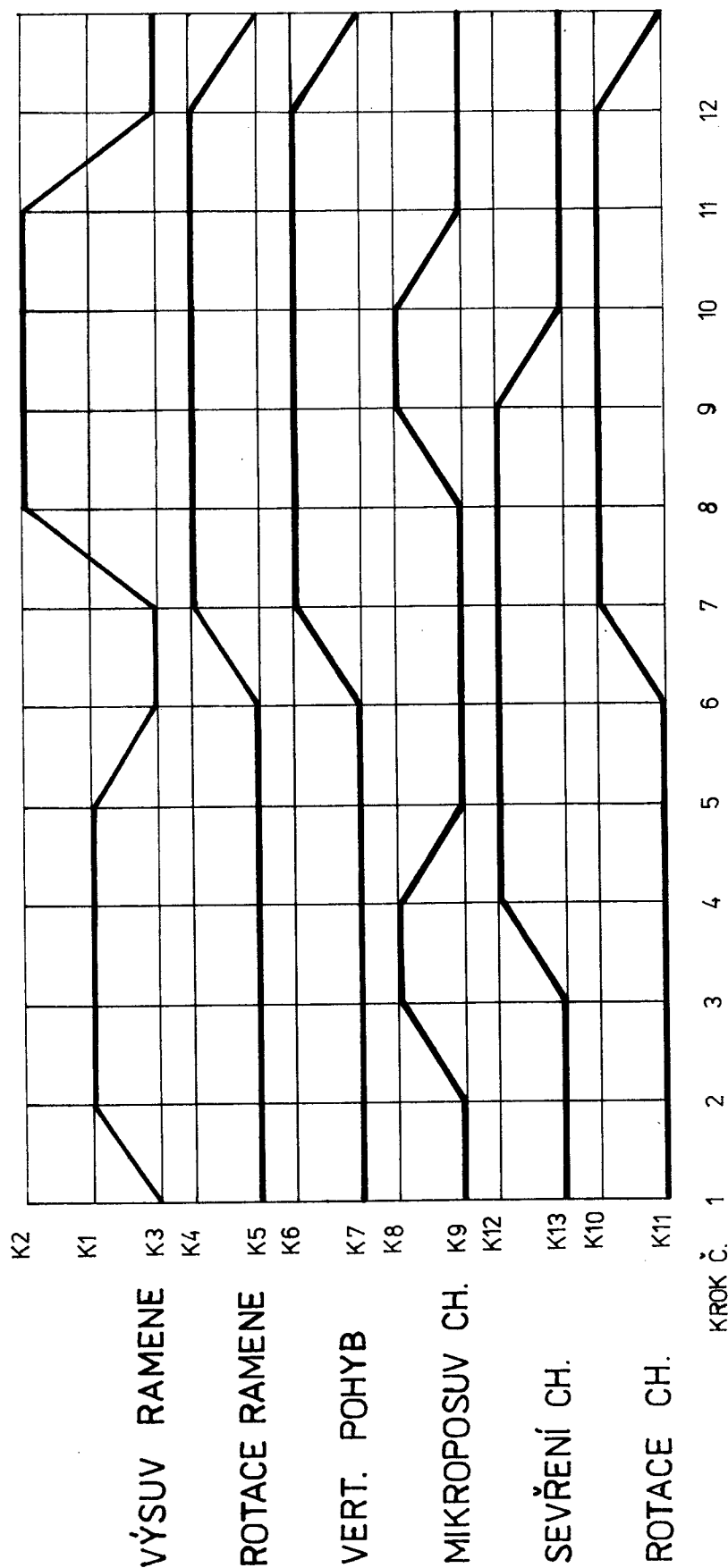
Rotace ramene do osy formy licího stroje.

Rotace chapadla do roviny formy licího stroje.

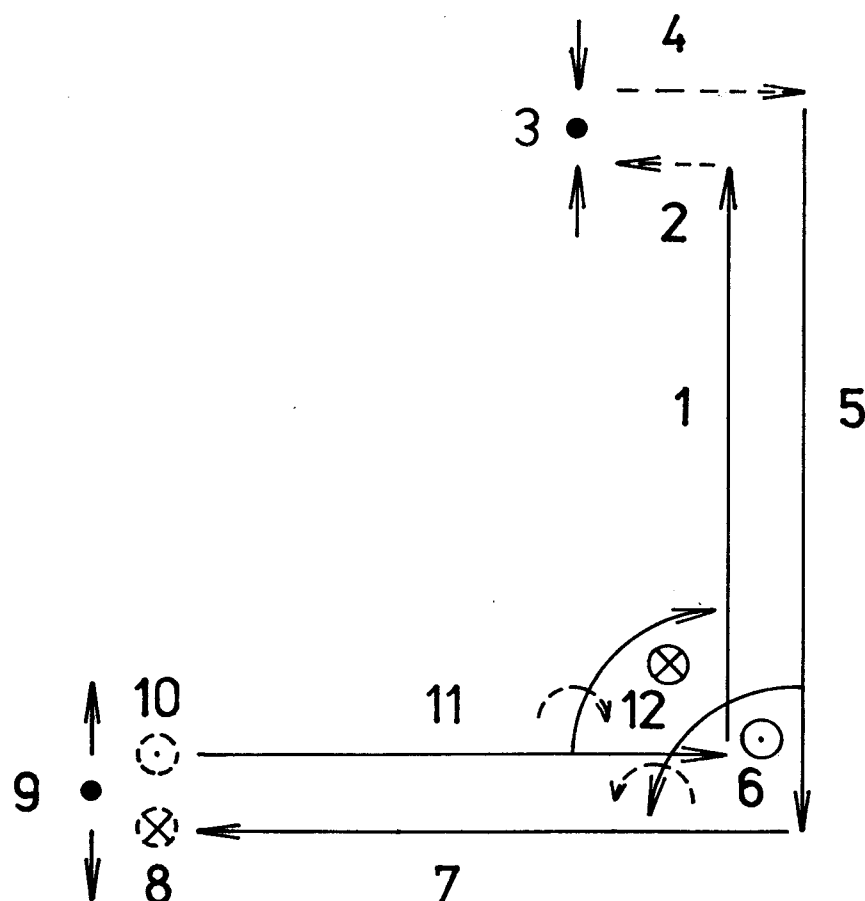
Vertikální pohyb ramene do polohy nutné

k výjezdu do pracovního prostoru licího stroje.

Program PR rozpracovaný v krokovém diagramu je na obr. 8,
znázornění pohybů PR je pak na obr. 9.



Obr. 8 Krokový diagram PR



Obr. 9 Diagram pohybů PR

- | | |
|--|--------------------|
| | uchopení odlitku |
| | odložení odlitku |
| | pojezd ramene |
| | mikroposuv zápěstí |
| | vertikální pohyb |
| | rotace ramene |
| | rotace chapadla |

4. NÁVRH ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY ATP

Návrh řídicí jednotky ATP se v podstatě omezí na návrh řídicí jednotky PR, neboť činnost licího stroje a obou manipulátorů je řízena řídicím systémem licího stroje. Řídicí jednotka ATP tedy bude řídit PR a zabezpečovat součinnost mezi činnostmi licího stroje a PR. Konkrétně:

Cyklus PR bude spuštěn signálem o otevření ochranného štítu licího stroje (K 16), který zároveň signalizuje ukončení licího cyklu, a naopak, cyklus licího stroje bude spouštěn signálem o úplnosti odlitku (K 14), který zároveň zaručuje nepřítomnost PR v pracovním prostoru licího stroje.

Řídicí jednotka ATP je realizována pomocí hybridních integrovaných obvodů pracujících se stejnosměrným napájecím napětím 24 V, které jsou minimálně náchylné na rušení. Jedná se o obvody:

WNB 003 NAND $Y = A.B.C.D$

WNB 001 NOR $Y = A+B+C+D$

oba obvody mají možnost zvýšení počtu vstupních proměnných o jednu (celkem na 5).

4.1 URČENÍ ROVNIC PRO KONSTRUKCI ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

Řídicí systém ATP se sestává z logických obvodů, které budou ovládat jednotlivé prvky hydraulického pohonu PR. Ovládání hydraulických lineárních servomotorů,

zabezpečujících pohon PR, je provedeno elektromagnetickými ventily, a to třípolohovými - ovládání hlavních pohybů a dvoupolohovými - ovládání motoriky chapadla viz obr. 10.

Při sestavování jednotlivých rovnic jsem vycházel z tab. 1, uvádějící počáteční podmínky pro jednotlivé kroky automatického cyklu. Zároveň byl respektován požadavek, aby v ručním režimu PR nedošlo ke kolizi PR s ostatními zařízeními ATP, tzn. ruční provoz umožňuje pouze seřízení jednotlivých koncových spínačů a ustavení PR do výchozí polohy. Dále bylo nutno respektovat druh ventilu, který bude tímto logickým obvodem ovládnut a neméně důležitou byla podmínka, že nový bod programu PR se může začít plnit až po dokončení bodu předchozího.

Jednotlivé rovnice jsem označil symboly cívek elektromagnetických ventilů viz obr. 9, které budou spínány obvody, z těchto rovnic vycházejících:

$$R\ 1 = K5.K7.K9.K11.K13.K16.\overline{K1} + K4.K6.K10.K17.\overline{K2}$$

$$R\ 2 = K9.K15.K16.\overline{K3} + K9.K15.K14.\overline{K3}$$

$$R\ 3 = K3.K15.\overline{K4}$$

$$R\ 4 = K3.\overline{K15}.\overline{K5}$$

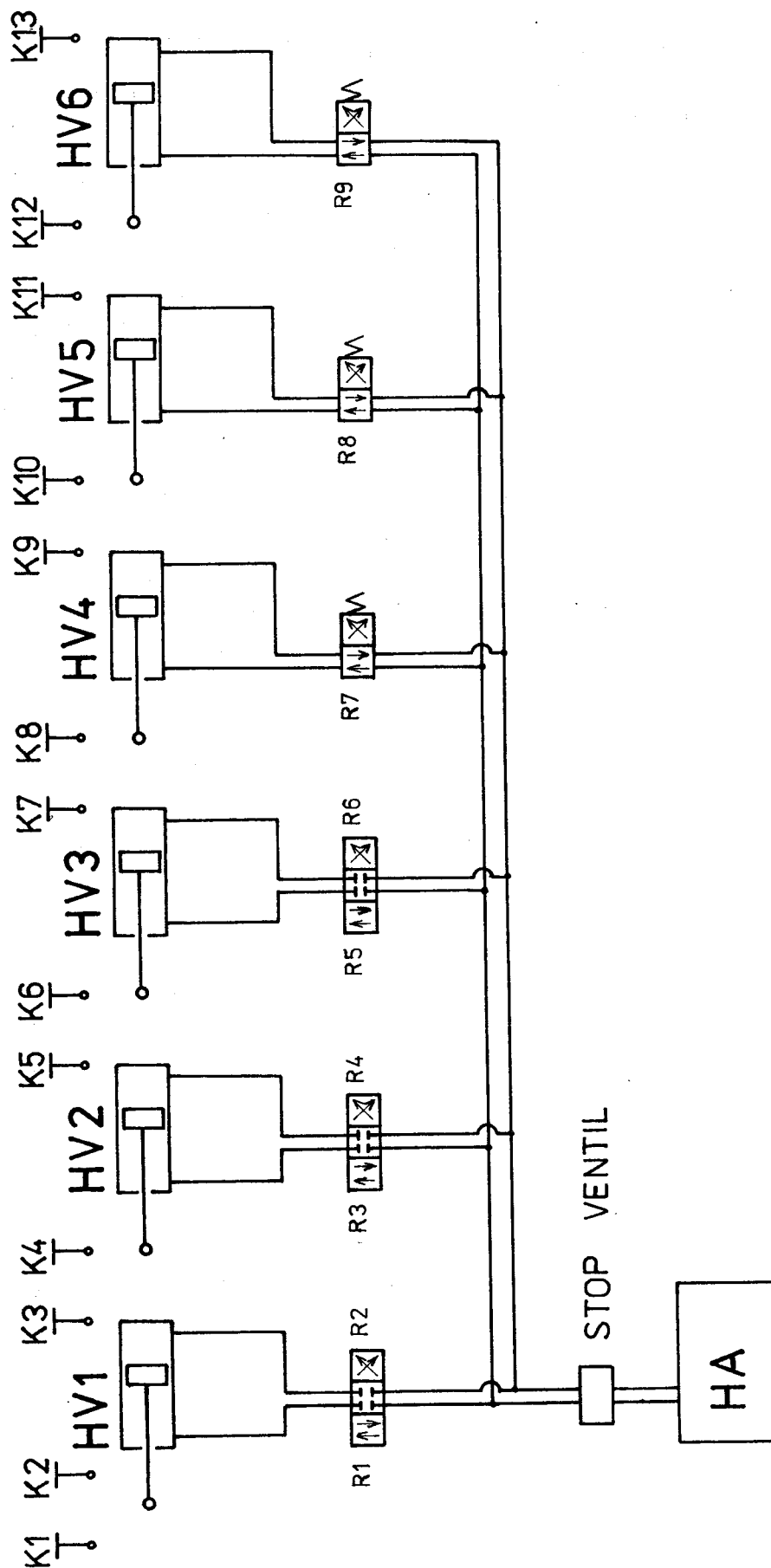
$$R\ 5 = K3.K15.\overline{K6}$$

$$R\ 6 = K3.\overline{K15}.K7$$

$$R\ 7 = K1.\overline{K12}.K16 + K2.\overline{K13}$$

$$R\ 8 = (K3.K15 + R8) .\overline{R4}.\overline{P6}$$

$$R\ 9 = (K8.K2 + R9).(K8 + K1) .K15.K16$$



Obr. 10 Schéma pohonů PR

číslo krok	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17
1	X	X	X	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1	X	X	1	X
2	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X
3	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	1	1	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	1	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	1	1	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
7	X	X	1	1	X	1	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	1
8	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
11	X	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	1	0	X	X
12	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X

Tab. 1 Počáteční podmínky pro jednotlivé kroky automatického cyklu

4.2 ÚPRAVA ROVNIC DO REALIZOVATELNÉHO STAVU

Aby bylo možno uvedené rovnice realizovat pomocí členů NAND a NOR, bylo je nutno upravit, a to pomocí De Morganových zákonů. Po úpravě mají rovnice tvar:

$$R_1 = \overline{\overline{K5.K7.K9.K11 + K13.K16.\overline{K1}} . K4.K6.K10.K17.\overline{K2}}$$

$$R_2 = \overline{\overline{K9.K15.K16.\overline{K3}} . K9.\overline{K15}.K14.\overline{K3}}$$

$$R_3 = \overline{\overline{K3} + \overline{K15} + K4}$$

$$R_4 = \overline{\overline{K3} + K15 + K5}$$

$$R_5 = \overline{\overline{K3} + \overline{K15} + K6}$$

$$R_6 = \overline{\overline{K3} + K15 + K7}$$

$$R_7 = \overline{\overline{K1.K12.K16} . \overline{K2.K13}}$$

$$R_8 = \overline{\overline{\overline{K3} + \overline{K15}} + \overline{R8} + R4 + R6}$$

$$R_9 = \overline{\overline{\overline{K8} + K2 + R9} + \overline{\overline{K8} + K1} + K15.K16}$$

4.3 REALIZACE ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

Řídící jednotka bude tvořena hybridními integrovanými obvody WNB 001 a WNB 003. U těchto obvodů je možné vřazením diody KA 501 na přídatný vstup rozšířit vstupní kapacitu na pět proměnných.

Propojení jednotlivých obvodů je provedeno tak, aby odpovídalo rovnicím uvedeným v kapitole 4.2, vlastní spínání cívek elektromagnetických ventilů hydraulického obvodu PR je prováděno dvojstupňovým zapojením spínacích tranzistorů KFY 46 a KU 605.

Snímání polohy jednotek PR je provedeno koncovými spínači K1 - K13, soustava spínačů, označovaná K14, potvrzuje úplnost odlitku, spínač K15 ohlašuje přítomnost odlitku v chapadle PR, ukončení cyklu lisovacího stroje signalizuje spínač K16, hlášení o poloze beranu ostřihovacího lisu podává spínač K17.

Ruční řízení PR je zajišťováno tlačítky T1 - T9 a T17 - T19.

Celkové schéma řídicí jednotky znázorňuje příloha číslo 1.

5. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO SYSTÉMU

Ekonomické vyhodnocení navrženého specializovaného systému oproti systému sériově vyráběnému bude provedeno porovnáním nákladů na realizaci navržené řídicí jednotky se stávající cenou sériového systému. Tato kalkulace bude provedena pouze hrubě, a to proto, že by bylo velmi těžké určit přesné náklady na montážní a oživovací práce. Při určování těchto nákladů jsem vycházel z průměrných hodnot.

Náklady na součástky a příslušenství řídicí jednotky:

13 ks WNB 001 po 23,00 Kčs	229,00 Kčs
48 ks WNB 003 po 23,50 Kčs	1128,00 Kčs
1 ks KA 501	4,40 Kčs
27 ks odporů po 0,10 Kčs	2,70 Kčs
9 ks KFY 46 po 8,60 Kčs	77,40 Kčs
9 ks KU 605 po 12,30 Kčs	110,70 Kčs
2 ks transformátor 220/24 300W	220,00 Kčs
1 ks stabilizovaný zdroj 24V	210,00 Kčs
1 ks zdroj 24V	190,00 Kčs
13 ks tlačítek po 7,20 Kčs	93,60 Kčs
1 ks skříň systému	800,00 Kčs
elektroinstalační materiál	250,00 Kčs
	3315,80 Kčs

Náklady na montáž a oživení zařízení:

400 Nh po 16,50 Kčs	6600,00 Kčs
---------------------	-------------

Náklady celkem /zaokrouhleno nahoru/: 10000,00 Kčs

Při porovnání se stávající cenou systému, která činí 47 000 Kčs, zjistíme, že realizací navržené řídicí jednotky by byla ušetřena zhruba částka 37 000 Kčs.

Z Á V Ě R

Vycházejí z rozboru obsluhy tlakového licího stroje, provedl jsem studii ATP, sestavil program ATP a navrhl jednoúčelovou řídicí jednotku.

V ATP jsou mimo licího stroje CLH 250.01 zařazeny: manipulátor dávkování taveniny MDT 04.01, manipulátor ošetřování formy MOF 06.02.01, udržovací pec UP 80, ostříhovací lis LHS 15.8 a průmyslový robot PROB 10. Tlakový licí stroj a manipulátory jsou ovládány systémem stroje, průmyslový robot a ostříhovací lis pak navrženou řídicí jednotkou, která zajišťuje i součinnost obou dílčích celků.

Řídicí jednotka byla navržena jako přísně jednoúčelová s pevným programem, což by se mělo kladně projevit na její spolehlivosti.

Uchopení odlitku za tabletu bylo voleno proto, aby při změně licí formy nebylo nutno příliš zasahovat do narážkového systému robotu, neboť tableta zaujímá v pracovním prostoru konstantní polohu.

Zavedením ATP do provozu by se výrazně zvýšila produktivita práce, hygiena práce, byla by odstraněna mezioperační doprava mezi licím strojem a ostříhovacím lisem. Uspoří se 1 pracovník, který může přejít na kvalifikovanější a daleko méně jednotvárnou práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ Kolektiv: Aplikovaná robotika 81. 1. vydání, Ostrava,
Dům techniky ČSVTS Ostrava, 1981
- /2/ VUKOV: Súbory základných informačných listov
automatizovaných technologických pracovísk
s priemyselnými robotmi a manipulátormi,
2. vydání, Prešov, VUKOV Prešov, 1983
- /3/ Federální ministerstvo všeobecného strojírenství:
Jednotné normativy slévárenství - tlakové
lití na strojích s olejovým pohonem,
1. vydání, Praha, FMVS, 1979
- /4/ Kolektiv: Konstrukce a výroba průmyslových robotů
a manipulátorů
1. vydání, Strakonice,
Dům techniky ČSVTS Strakonice, 1984
- /5/ prospekty n.p. Vihorlat Snina a
n.p. ČZM Strakonice

S E Z N A M P Ř Í L O H

příloha č. 1: celkové schéma řídicí jednotky