

strojn^í a textiln^í
v Liberci
Vysoká škola:
Fakulta:

materiálů a strojírenské
metalurgie
Katedra:
Školní rok: 1981/82

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Irena P L I C H T O V Á
obor strojírenská technologie

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

Název tématu: Mechanizace strojn^ího formování v pískové slévárně
..... k.p. ELITEX Jablonec n/N
.....

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s výrobou odlitků z Al slitin v pískové slévárně ELITEX k.p. Jablonec n/N
2. Rozpracujte výkresovou dokumentaci nového uspořádání formovny.
3. Proveďte ekonomické zhodnocení navržených úprav z hlediska snížení pracovní, růstu produktivity práce, úspory pracovních sil apod.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PŠČ 461 17

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
737/KS-11/2 ze dne 13. července
1962 Věstník (MŠK XVIII) sešit 24 ze
dne 31. 8. 1962 619 Sb. n. č. 115/53 Sb.

V220/825

Rozsah grafických prací: výkresová dokumentace

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 stran

Seznam odborné literatury:

Grünfeld : DP. VŠST 1980

Podklady ze slévárny k.p. Elitex

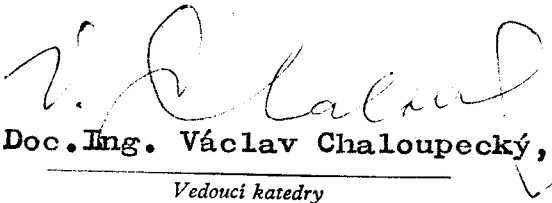
Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Simon

Konsultanti: Zdeněk Drlík (Elitex Jablonec N/N)
Ing. Petr Grünfeld (ELITEX)


Datum zadání diplomového úkolu: k 14.9.1981

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6.1982




Doc. Ing. Václav Chaloupecký, CSc

Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bonuslav Stríž, CSc

Děkan

v Liberci 10.9. 81
..... dne 19

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce
Fakulta strojní

obor 23 - 07 - 8
strojírenská technologie
zaměření
strojírenská metalurgie

Katedra materiálů a strojírenské metalurgie

MECHANIZACE STROJNÍHO FORMOVÁNÍ
V PÍSKOVÉ SLÉVÁRNĚ ELITEX k.p. JABLONEC n/N.

KMM - 046

Irena Plichtová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Simon

/VŠST Liberec/

Konzultanti:

Zdeněk Drlík

/ELITEX k.p. Jablonec n.N./

Ing. Petr Grünfeld

/ELITEX/

Rozsah práce a příloh:

počet stran	59
počet příloh a tabulek	-
počet obrázků	9
počet výkresů	2

DT

4. června 1982

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou
práci vypracovala samostatně s použitím uve-
dené literatury.

V Jablonci n/Nis. 4.6.1982

.....
vlastnoruční podpis

OBSAH :

1. Úvod	6
2. Popis stávající technologie	7
2.1. Výrobní program slévárny	9
2.2. Doprava formovací směsi	9
2.3. Způsob výroby forem	11
2.3.1. Strojní formování	11
2.3.2. Formování ruční a formování pod jeřábem	12
2.4. Doprava forem	12
2.5. Způsob dopravy taveniny k odlévání	12
2.6. JADERNA a doprava jader	13
3. Návrh nového uspořádání	14
3.1. Strojní formování	15
3.1.1. Formování pod jeřábem a formování ruční	18
3.2. Způsob dopravy formovací směsi z pískového hospo- dářství do formovny	19
3.2.1. Doprava formovací směsi pro strojní formování ..	19
3.2.2. Doprava formovací směsi pro ruční formování a formování pod jeřábem	20
3.2.3. Doprava vratné směsi	20
3.3. Způsob dopravy hotových forem k odlévání	21
3.4. Doprava taveniny a způsob odlévání forem	22
4. Projektová studie	24
4.1. Strojní formování	24
4.1.1. Formování pod jeřábem a formování ruční	25
4.2. Návrh zařízení pro dopravu formovací směsi	25
4.2.1. Návrh zařízení pro dopravu formovací směsi pro strojní formování	26
4.2.2. Návrh zařízení pro dopravu směsi pro ruční formování a formování pod jeřábem	27
4.2.3. Zařízení pro dopravu vratné směsi	27

4.2.4. Návrh a výpočet nových zásobníků písku	28
4.2.5. Návrh a výpočet nosné konstrukce zásobníků písku	30
4.2.5.1. Zavětrování konstrukce	37
4.2.5.2. Kotvení sloupů	39
4.3. Zařízení pro dopravu hotových forem k odlévání ..	39
4.3.1. Volba válečkových tratí	39
4.3.1.1. Návrh podložky pod formu při dopravě po váleč- kové trati	40
4.3.2. Popis zvedacího zařízení	43
4.3.2.1. Výpočet profilů zvedacího zařízení	44
4.3.2.2. Uchycení zvedacího zařízení k nosné konstrukci zásobníků písku	47
4.4. Zařízení pro dopravu taveniny	52
5. Ekonomické zhodnocení	54
5.1. Z hlediska spotřeby formovací směsi	55
5.2. Z hlediska snížení norem	56
5.3. Z hlediska zvýšení produktivity práce	56
5.4. Z hlediska snížení pracnosti	57
6. Závěr	59

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	.....	charakteristický rozměr zásobníku
V	.....	objem zásobníku
S	.....	povrch zásobníku
M	.....	hmotnost
M_0	.....	ohybový moment
G_0	.....	ohybové napětí
R	.....	výpočtová pevnost
F	.....	síla namáhající konstrukci
R_A, R_B	.....	reakce od zatížení
W_0	.....	průřezový modul
λ	.....	štíhlostní poměr
N	.....	osová síla
I	.....	moment setrvačnosti
i	.....	poloměr setrvačnosti
U	.....	energie napjatosti

1. Ú V O D

Písková slévárna koncernového podniku ELITEX Jablonec nad Nisou je zaměřena na výrobu hliníkových odlitků pro potřeby generálního ředitelství ELITEX a jiných strojírenských podniků. Svoji výrobou zabezpečuje rozvoj výrobní základny strojů a zařízení v textilním průmyslu. Vlastní objekt slévárny sloužil původně jako sklad. Provedením různých stavebních, energetických a technologických úprav, včetně instalace technologického zařízení, byly tyto prostory přebudovány na pískovou slévárnu. Při dnešním uspořádání je roční produkce 510 tun za rok, což je horní hranicí, výroba se nedá již do budoucna zvyšovat.

Z tohoto důvodu byla již v minulých letech provedena studie mechanizace pískové slévárny k.p. ELITEX. Její řešení však současnou situací podmínky mění a proto obsahem mé práce je nové uspořádání formovny v pískové slévárně k.p.ELITEX Jablonec nad Nisou.

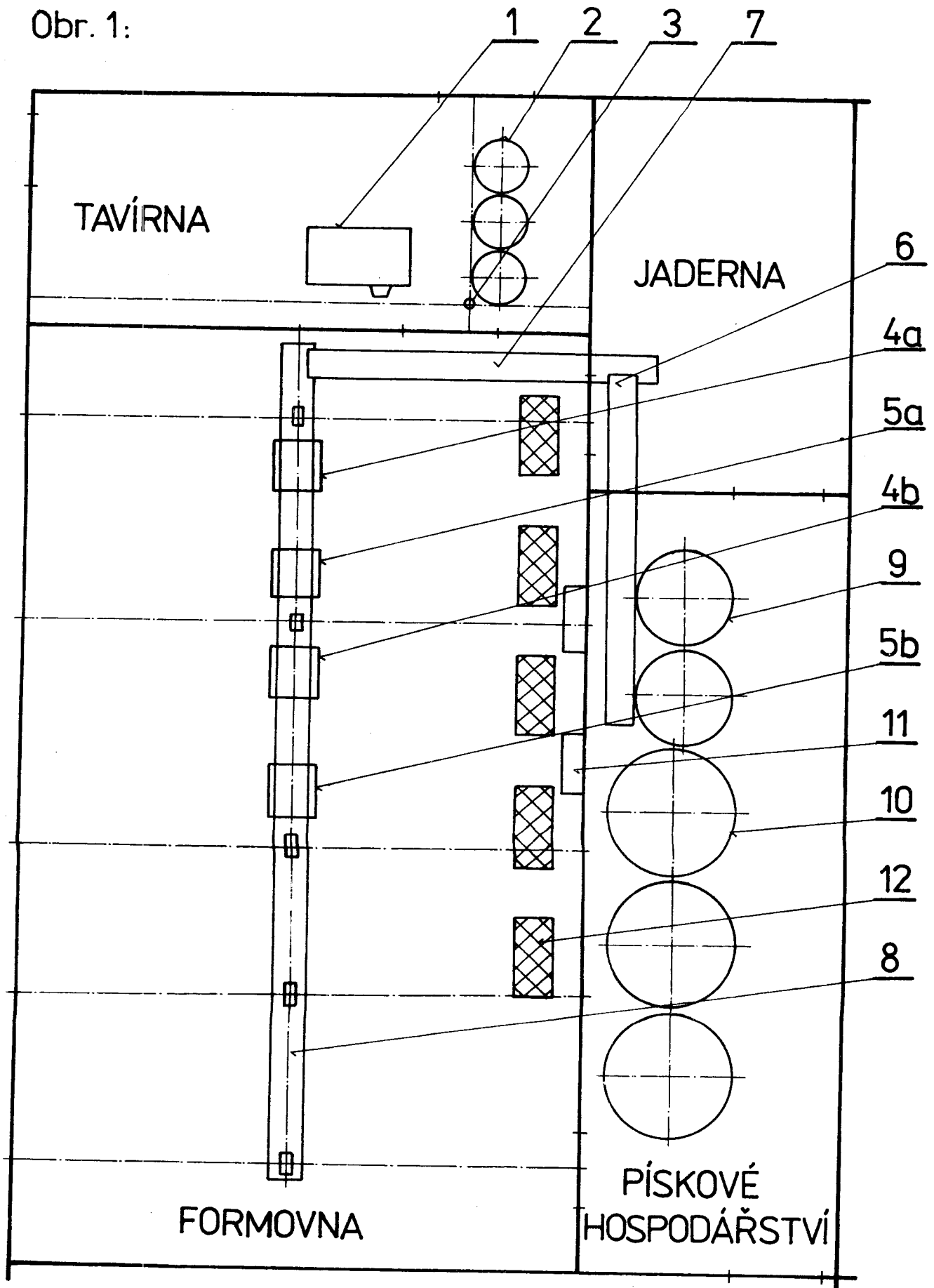
K rekonstrukci pískové slévárny bylo nutno přistoupit z důvodu stále se zvyšujících požadavků na množství a kvalitu výrobků. Zároveň je nutné řešit podstatné snížení fyzicky namáhavé práce v nevhodném pracovním prostředí. Jde např. o zvýšení hygieny práce u ručního vytloukání forem, o mechanizaci přenášení forem a odlitků. Tato rekonstrukce bude pouze omezeného rozsahu a má zabezpečit zvýšení výroby pro VII. a VIII.pětiletý plán, kdy dojde k vybudování nového objektu slévárny.

2. POPIS STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

Jednou z největších nevýhod haly, ve které se nachází lití hliníkových odlitků do písku je, že tyto prostory mají malé půdorysné rozměry a nevyhovující výšku. Toto je dáno původním určením objektu jako skladištní prostory. Hala se skládá ze dvou hlavních lodí a čtyř přístavků. Její celkové uspořádání je vidět z obr.1.

- | | | |
|-------|-------|---|
| 1 | ..... | tavící pec |
| 2 | ..... | udržovací píčka |
| 3 | ..... | mechanická výhybka |
| 4a, b | ..... | formovací stroje pro zhotovení spodku formy |
| 5a, b | ..... | formovací stroje pro zhotovení vršku formy |
| 6 | ..... | šikmý pásový dopravník |
| 7 | ..... | vodorovný pásový dopravník |
| 8 | ..... | vodorovný pásový dopravník pro dopravu směsi do zásobníků |
| 9 | ..... | mísiče písku |
| 10 | ..... | zásobníky písku |
| 11 | ..... | mechanická lopata |
| 12 | ..... | podlahové rošty |

Obr. 1:



2.1. VÝROBNÍ PROGRAM SLÉVÁRNY

V pískové slévárně se vyrábí různé odlitky pro potřebu textilního průmyslu. Odlévají se z materiálu ČSN 42 4331. Výroba je zde maloseriová /serie řádově několik set kusů/, velmi málo mechanizovaná.

Roční výroba slévárny je asi 510 tun odlitků a je rozdělena dle druhu do tří skupin:

strojní formování	280,5 t/rok, t.j. 55 % obje- mu výroby
ruční formování	53,55 t/ " t.j. 10,5 % "
formování pod jeřábem	175,95 t/ " t.j. 34,5 % "

Sortiment vyrobených odlitků, včetně zmetků lze rozčlenit do čtyř hmotnostních skupin:

I. odlitky 0,15-3 kg	15,9 %	....	81,9 t/rok
II. odlitky 3 - 8 kg	15,5 %	....	79,05 t/rok
III. odlitky 8 - 25 kg	37,4 %	....	190,74 t/rok
IV. odlitky nad 25 kg	31,2 %	....	159,12 t/rok

Při strojním formování se užívá těchto druhů rámců se seriovostí dle údajů pracovníků k.p. ELITEX:

1. 400 x 300 x 150	35 %	.....	178,5 t/rok
2. 400 x 400 x 100	14 %	.....	71,4 t/rok
3. 450 x 450 x 100	14 %	.....	71,4 t/rok
4. 600 x 500 x 200	30 %	.....	153 t/rok
5. 500 x 400 x 100	7 %	.....	35,7 t/rok.

2.2. DOPRAVA FORMOVACÍ SMĚSI

V pískové slévárně se používá jako formovací směsi přírodní písek ČEJČ - /P/M-6B/D/. Tento je dopravován soustavou

pásových dopravníků o šířce pásu 500 mm s hnacími bubny umístěnými na výsypaných stranách. Formovací směs nová i vratná se hromadí ve třech ocelových zásobnících písku, umístěných v přípravně písku. Zde dochází k jejímu ochlazení, odležení a vyrovnání vlhkosti. První dva zásobníky /poz.10/ jsou určeny pro vratný písek, třetí, poslední v řadě, ke skladování nového přirozeného písku. Jejich obsah je $a'30 \text{ m}^3$, jsou vsazeny na vlastní ocelové konstrukci s lávkou pro obsluhu. K dopravě nového písku do zásobníku je použita trasa pro dopravu vratné směsi. Jde o pásový dopravník se dvěma oboustrannými shrnovači.

Při odběru ze zásobníků prochází formovací písek talířovým přidělovačem TP 11-3 s vyústěním na přidělovací pás, odtud přesypem na strmý dopravník. Jde o šikmý dopravník s úhlem sklonu 70° , který zabezpečuje zvednutí směsi na vodorovný pásový dopravník s režervací chodu dopravující směs do dvou mísičů MK 355 o výkonu 6 m^3 směsi za hodinu při 3-minutovém mísení. Zde dojde k obalení křemičitého ostríva pojivem a k dosažení stejnorodosti. Takto upravená směs prochází přes šikmý pásový dopravník s úhlem sklonu 30° na soustavu dvou vodorovných pásových dopravníků umístěných na ocelové konstrukci ve výšce 4 m, přes oboustranné shrnovače do zásobníků písku. Zásobníky jsou válcovitého tvaru o objemu asi $0,9 \text{ m}^3$. Jejich velkou nevýhodou je časté nalepování formovací směsi na stěny.

Vratná formovací směs se po vytlučení forem ručně stahuje na podlahové rošty a odtud je dopravována pásovými dopravníky přes polygonové síto PO 16 do zásobníků písku.

2.3. ^o ZPŮSOB VÝROBY FOREM

Formovna se nachází v hlavní hale. Ta je hlavními nosnými sloupy dělena na dvě poloviny. Formovací směsí je zásobena uprostřed pro obě lodě budovy.

2.3.1. STROJNÍ FORMOVÁNÍ

Formovací stroje jsou umístěny v mezerách mezi hlavními nosnými sloupy haly. Pravá polovina haly, v pohledu od vytlučování, slouží jako licí pole pro zhotovené formy. Celkové uspořádání je vidět z obr.1. Zhotovují se zde formy drobných a středních odlitek do maximálního rozměru rámu 600x500x200 mm. Formování se provádí na třech formovacích strojích typu FOROMAT 20 a jednom stroji RETOMAT 20. Tyto stroje pracují vždy dva v páru. Zásobníky písku jsou umístěny na ocelové konstrukci nad formovacími stroji a jsou opatřeny čelistovými uzávěry s ručním ovládním. Po zaformování rámu na stroji /poz.4a, b/ odnese formíř spodek formy na licí pole a založí jádra. Formíř zhotovující vršek formy na licím poli formy složí. Jedná se o fyzicky velmi namáhavou práci, neboť pracovníci musí nosit poloformy do vzdálenosti až 7 m.

Po okrajích licího pole pro strojní formování se formují ručně na půdě slévárny odlitky skupin II.-III. Toto umístění je voleno z důvodu snazšího stažení vratné směsi na podlahové rošty. Po odlití forem zhotovených strojním a ručním formováním a jejich ochlazení se formy ručně vytlučou. Odlitky se naloží do palet a odvázejí se k odjádrování CT jader a dále do čistírny. Vratnou směs stahují pomocní děl-

níci mechanickými lopatami na podlahové rošty a prošlapávají ji na pásový dopravník. Tyto vedlejší činnosti snižují produktivitu práce a kladou vysoké nároky na fyzickou práci.

2.3.2. FORMOVÁNÍ RUČNÍ A FORMOVÁNÍ POD JEŘÁBEM

Tyto dva druhy výroby se nacházejí v levé polovině formovny, která je umístěna v hlavní hale pískové slévárny. Zhotovují se zde formy středních a těžkých odlitků III.a IV.skupiny na půdě slévárny. Dva ocelové zásobníky písku jsou opatřeny vynášecím pásovým dopravníkem, který se otáčí kolem vyústění zásobníku a pomocí kterého se plní formovací rámy. Upěchování ráků se provádí pomocí ručních pneumatických pěchovaček. Manipulaci s ráky při formování, skládání a vytloukání obstarávají dva jeřáby o nosnosti 3-4 tuny. Vytloukání forem se provádí na vibračním roštu typu NRS 1,6.

2.4. DOPRAVA FOREM

U strojního formování není doprava forem zabezpečena. Veškerá manipulace s ráky a formami se provádí ručně. Pro ruční formování je manipulace s formami zabezpečena dvěma jeřáby o nosnosti 3-4 tuny ovládanými ze země.

2.5. ZPŮSOB DOPRAVY TAVENINY K ODLÉVÁNÍ

Tavírna hliníku je umístěna v přístavku dle obr.1. Je vybavena dvěma sklopnými tavícími pecemi typu SKLENÁR, s hořáky F 50 DUKER o výkonu 20×10^8 J/hod. Topným médiem je lehký olej. Obě pece mají objem 90 dm^3 , t.j. asi 250 kg natavené hliníkové slitiny. Hodinový výkon jedné pece

je 400 kg roztaveného materiálu při spotřebě 53 l tolného oleje. Tavení materiálu se provádí z Al housek a vlastního vratného materiálu v poměru 60/40 až 80/20. Materiál se skladuje částečně u pecí v množství do 3 tun a zbytek na otevřené venkovní skládce. To má za následek navlhání materiálu a tím naplynění taveniny a vyšší zmetkovitost.

Toto stávající uspořádání v současné době již kapacitně nevyhovuje a je řešeno nové uspořádání, které počítá s instalováním nových pecí. Jedná se o dvě indukční kanálkové pece ABC 800 a jako nouzové pece budou užity stávající typu SKLENÁR. Roztavený kov by měl být převážen do udržovacích pecí v upravené pánvi z centrální tavírny z kokilové slévárny. Nyní se pro udržování teploty nataveného hliníku na požadované hodnotě a jeho rafinaci užívají tři stabilní udržovací pícky s grafitovými kelímky o obsahu 40 dm³, t.j. 90 kg slitiny. Do udržovacích pecí je tavenina rozvážena v elektrickém zvedáku s hrncovou pánví po drážce pro rozvoz kovu tvořenou profilem I 14.

2.6. JADERNA A DOPRAVA JADER

Jaderna se nachází v přístavku přípravný písku a je od ní oddělena zděnou příčkou /viz obr.1/. K výrobě jader se užívá CT směs připravovaná z křemičitého písku T2S. Jádrový písek se dopravuje do jaderny ručně na vozících. K jeho přípravě se užívají dvě míchačky jádrového písku typu AMF 150/1, které jsou výrobkem fy GISAG, VDR. Sušení jádrového písku se provádí ve fluidní sušičce o výkonu 4 t/hod. Vlastní jaderna je vybavena jádrařskými stoly a vstřebovacím strojem AVS 16. Hotová jádra se dopravují do formovny ručně na paletách a skladují se u zadní stěny formovny.

3. NÁVRH NOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ

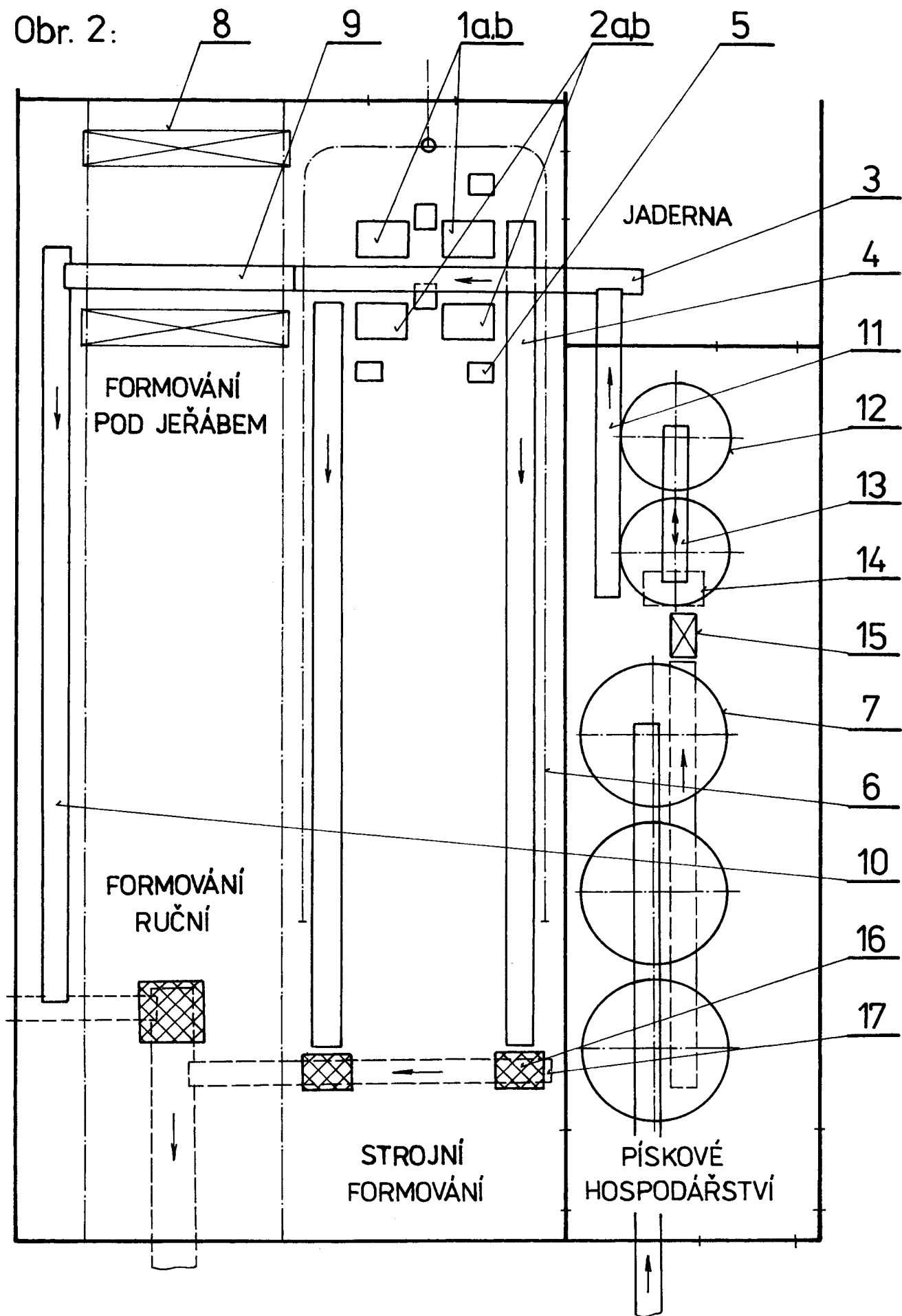
Písková slévárna hliníku patří co do ročního objemu výroby mezi malé provozy /roční výroby cca 510 tun/ s velmi malou seriovostí výroby. Stupeň mechanizace slévárny se pohybuje mezi 1.-2. Návrh rekonstrukce je proveden s ohledem na maximální využití stávajících strojů a zařízení a tedy co nejnižší investiční náklady při současném respektování požadavků kusové výroby.

1a, b	.....	formovací stroje pro zhotovení spodku formy
2a, b	.....	formovací stroje pro zhotovení vršku formy
3	.....	vodorovný pásový dopravník
4	.....	válečková trať
5	.....	vozík
6	.....	ocelová jednodrážka
7	.....	zásobníky písku
8	.....	jeřáb
9	.....	pásový dopravník
10	.....	pásový dopravník
11	.....	šikmý pásový dopravník
12	.....	mísič MKY
13	.....	vodorovný pásový dopravník
14	.....	přidělovač písku
15	.....	korečkový elevátor
16	.....	vibrační rošt
17	.....	vodorovný pásový dopravník

Obr. 2:



Obr. 2:



Při návrhu nového uspořádání formovny jsme vycházeli z požadavku k.p. ELITEX na rozdělení formovny na dvě samostatné poloviny. Levá bude sloužit pro formování pod jeřábem a formování ruční na půdě slévárny, pravá pak pro strojní formování. Výhodou nového uspořádání proti původnímu bude větší samostatnost obou formoven, což umožní lepší organizaci práce.

3.1. STROJNÍ FORMOVÁNÍ

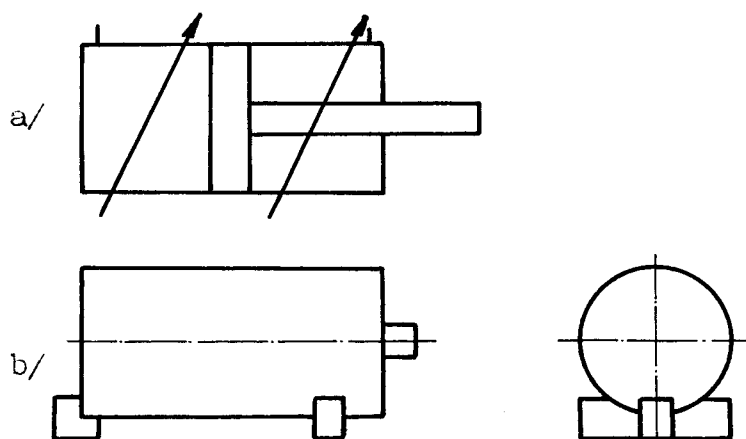
Pro návrh uspořádání strojní formovny bylo nutno vycházet z nevhodné půdorysné plochy pravé poloviny haly, t.j. 30x7,7 m a z velmi malých serií výroby.

Základem nového uspořádání je umístění strojů do formovacího uzlu, což by mělo zabezpečit zvýšení výroby odstraněním vedlejších pracovních úkonů nebo snížením jejich časové náročnosti při současném snížení fyzicky nejnamáhavější práce. Uspořádání formovny je vidět na obr.2. Formovací stroje by měly být uspořádány za sebou a měly by pracovat v páru. Stroje s označením poz. 1a, b dle obr.2. budou sloužit k zaformování spodku poloformy. Jedná se o jeden stroj typu RETOMAT 20 střešací s dolisováním a otočným ramenem a jeden stroj FOROMAT 20 střešací s dolisováním. Druhá dvojice formovacích strojů /poz.2a, b/ bude sloužit k zaformování vršku poloformy. Každý formovací stroj bude mít vlastní zásobník písku s čelistovým uzávěrem pneumaticky nebo ručně ovládaný a vlastní zvedací zařízení. Formíři obsluhující stroje poz. 1a, b nejprve přenesou prázdný rám z vozíku /poz.5/ a připevní ho na formovací stroj. Rám zaformují a ručně nebo pomocí zvedacího zařízení /viz 4.3.2/ ho přenesou na válečkovou trať /poz.4/. Po válečkových tratích se budou formy po-

hybovat na hliníkových podložkách. Dále formíři založí jádra, která budou umístěna na patrovém paletovém vozíku s ručním ovládním.

K posunu forem bude použito pneumatického posunovacího zařízení ORSTA. Jedná se o pneumatický pracovní válec P1-80-1000 TGL 20 744 s tangenciálními podstavci, průměrem pístu 80 mm, zdvihem pístu 1000 mm a brzděním v konečné poloze. Brzdícího účinku se docíluje stlačováním vzduchu v brzdovém prostoru, který může z tohoto prostoru unikat mezerou škrťacího ústrojí. Schema tohoto pracovního válce i způsob upevnění je vidět na obr. 3a,b. Pneumatický válec bude umístěn na kraji válečkové tratě.

Obr.3:



Formíři obsluhující stroje poz. 2a,b zhotoví horní poloformu a opět ji ručně nebo pomocí zvedacího zařízení přenesou na válečkovou trať a formu složí. Výhodou takto umístěných formovacích strojů bude menší časová náročnost práce a oba páry formovacích strojů takto mohou formovat rámy různých rozměrů, což způsobuje malá seriovost výroby. Prázdné rámy budou pomocní dělníci vozit zpět k formovacím strojům na vozících. Výhoda tohoto řešení oproti dříve navrženým třem válečkovým tratím spočívá v tom, že jeden vozík pojme

8 prázdných poloforem, což znamená přemístit plný vozík od vytloukacích roštů k formovacím strojům přibližně jednou za hodinu. Zatímco u dopravníku, který by dopravoval prázdné poloformy k oběma párům formovacích strojů, by byla nutná stálá pracovní síla pro přípravu poloforem z válečkové tratě.

Tímto uspořádáním se sníží fyzicky nejnamáhavější práce kvalifikovaných dělníků při přenášení forem /vzdálenost až 7 m/.

3.1.1. FORMOVÁNÍ POD JEŘÁBEM A FORMOVÁNÍ RUČNÍ

Podle požadavku k.p. ELITEX zde bude provedena pouze částečná rekonstrukce. Zvýšený rozsah výroby bude zabezpečován optimální organizací pracoviště.

V této částečné rekonstrukci je nově řešena trasa dopravy formovacího materiálu. Budou zde umístěny dva pásové dopravníky o šířce pásu 500 mm /poz. 9,10 dle obr.2/, které navazují na trasu dopravy pro strojní formování. Dále zde budou nově umístěny tři zásobníky písku o objemu $1,1 \text{ m}^3$, které zajišťují dostatek směsi pro formování pod jeřábem i formování ruční. Pod zásobníky pro formování pod jeřábem se počítá s umístěním dvou vynášecích dopravníků nové konstrukce dle výkresové dokumentace ZJF Brno. Také se uvažuje využití jeřábové dráhy pro svoz odlitků tříd III.-IV. do prostoru odjádrování a dále do skladu pojezdným elektrickým kladkostrojem.

Ruční formování se bude provádět v prostoru u levé stěny haly, kam budou přemístěny podlahové rošty z pravé poloviny haly. Jeho celková produkce by se měla snižovat a měla by být nahrazována strojním formováním.

3.2. ZPUSOB DOPRAVY FORMOVACÍ SMĚSI Z PÍSKOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ DO FORMOVNY

Návrh nového uspořádání částečně využívá stávajících zařízení v pískovém hospodářství, ale pro vlastní formovu je voleno nové uspořádání dle přílohy 1. Zabezpečení dopravy formovacího písku uvnitř formovny bude spojeno se stavebními úpravami střechy v místě nad strojním formováním. Jedná se o zvednutí části střechy o šířce asi 3,6 m o 1,5 m. Takto získaným prostorem bude veden vodorovný pásový dopravník a podél něj lávka pro zabezpečení údržby dopravníku a shrnovačů písku. Dopravník a lávka budou na jedné straně formovny opřeny o zeď a na druhé straně přivařeny k nosné konstrukci haly. Tato stavební úprava je schematicky znázorněna v příloze 1. Detailní řešení návrhu bude muset provést kvalifikovaný pracovník. Návrh předpokládá vybudování prostoru ve střeše, bude mít boční prosklení, které zvýší intenzitu denního osvětlení nad formovacím uzlem.

3.2.1. DOPRAVA FORMOVACÍ SMĚSI PRO STROJNÍ FORMOVÁNÍ

Tato doprava je řešena soustavou pásových dopravníků, jedním korečkovým elevátorem a jedním šikmým korýtkovým pásovým dopravníkem s úhlem sklonu 70° oproti stávajícímu dopravníku s úhlem sklonu 30° . Při návrhu jsme vycházeli ze zvýšených nároků na tuto dopravu daných nárůstem výroby na strojní formování. Doprava vychází z objektu pískového hospodářství s třemi ocelovými zásobníky písku poz.16 dle obr. 2. Při odběru prochází písek talířovým přidělovačem TP 11-3 na vodorovný dopravní pás, z něj přes korečkový elevátor do zásobníku přidělovače poz.14 a odtud na vodorovný pásový

dopravník s reverzací chodu /poz.13/. Pomocí něj se plní jeden ze dvou nově umístěných mísičů MKY 400 /poz.12/. Upravená směs v mísiči prochází provzdušňovačem písku a dále na šikmý korýtkový pásový dopravník /poz.11/, který směs dopravuje do výše 5,6 m na vodorovný pásový dopravník /poz.3/ opatřený dvěma oboustrannými hydraulicky ovládanými shrnovači, které zabezpečují shrnutí formovacího materiálu do nově navržených zásobníků písku se zvětšeným objemem a úpravou proti nalepování formovací směsi.

3.2.2. DOPRAVA FORMOVACÍ SMĚSI PRO RUČNÍ FORMOVÁNÍ A FORMOVÁNÍ POD JEŘÁBEM

Jelikož doprava pro strojní formování kapacitně stačí pokrýt i potřebu písku pro formování pod jeřábem i formování ruční, byla tato trasa dopravy směsi využita.

Z vodorovného pásového dopravníku /poz.3/ padá směs přes skluz na vodorovný pásový dopravník /poz.9/ a odtud opět přes skluz na další vodorovný pásový dopravník /poz.10/ opatřený třemi jednostrannými shrnovači hydraulicky ovládanými, přes které prochází písek do třech nově umístěných zásobníků písku.

3.2.3. DOPRAVA VRATNÉ SMĚSI

Podle nově navrženého uspořádání bylo s výhodou možno využít stávající trasy svozu písku. Nově navržené jsou pouze vibrační rošty /poz.16/, které nahradily stávající podlahové. Z nich bude padat písek přes skluz na stávající vodorovný dopravní pás, dále přesypem na pás šířky 800 mm, umístěný pod vibračním roštem pro formování pod jeřábem. Z něj prochází

drtičem hrudek na šikmý žebrovaný dopravník, který směs zvedá do polygonového síta. Po oddělení propadlých zbytků hliníku a hrudek prochází vratná směs přes dva pásové dopravníky do ocelových zásobníků písku.

Výhodou tohoto uspořádání s častým přepadem vratné směsi je, že dochází k jejímu podstatnému ochlazení. Nevýhodou je zanášení dopravníků umístěných pod stávajícími podlahovými rošty. Při novém uspořádání budou pod vibračními rošty umístěny skluzy s vyústěním těsně nad dopravní pás, vytvoří úzkou stopu, čímž se zamezí bočnímu přepadávání směsi a tím zanášení betonových kanálů trasy svozu vratné směsi.

3.3. ZPŮSOB DOPRAVY HOTOVÝCH FOREM K ODLÉVÁNÍ

Doprava forem je zabezpečena dvěma válečkovými tratěmi, přičemž prázdné rámy se budou dopravovat od vytloukacích roštů zpět k formovacím strojům na speciálních vozících. Volba dvou tratí a vozíků byla dána půdorysným uspořádáním pravé poloviny haly, kde nebylo dostatek místa pro vhodnější verzi se čtyřmi tratěmi, z nichž krajní by řešily dopravu zaformovaných rámu a dvě tratě uprostřed dopravu prázdných rámu zvláště pro každý pár formovacích strojů. V návrhu bylo využito dvou válečkových tratí uspořádaných dle obr.2. Obě tyto tratě /poz.4/ budou sloužit k dopravě zaformovaných rámu na hliníkových podložkách od formovacích strojů poz.1a,b ke strojům poz.2a,b, kde se provede složení poloformem a dále k odlévání, ochlazení a vytloukání.

Na válečkovou trať se poloformy přenesou buď ručně nebo pomocí zvedacího zařízení. Jedná se o zařízení stávající z profilu I, po němž se bude pohybovat pracovní válec ORSTA

s pneumatickým pohonem /viz 4.3.2/. Tratě nemají vlastní pohon, formy budou posunovány pomocí pneumatického pracovního válce ORSTA s horizontálním uložením. Po vytlučení ochlazených odlitků pomocní dělníci přendají prázdné rámy do přistavených vozíků a po naplnění vozík přesunou zpět k formovacím strojům.

3.4. DOPRAVA TAVENINY A ZPŮSOB ODLÉVÁNÍ FOREM

V současné době je tato fáze výroby odlitků jednou z řady problémů slévárny. Tavenina se roznáší od udržovacích pícek ručně do vzdálenosti až 20 m přes licí pole. Je to fyzicky namáhavá práce s velkým nebezpečím úrazu. Dochází též k rozstříku taveniny při nesení, tím se jednak snižuje využití nataveného kovu a dále se zbytečně zanáší trasa svozu vratné směsi.

Při novém návrhu byla využita trasa dopravy taveniny od tavících pecí k pecím udržovacím. Jedná se o ocelovou jednodrážku tvořenou profilem I 14. Po ní pojíždí zvedák pánví s elektrickým zvedáním. Posun a naklápění je ruční. Tato jednodrážka bude prodloužena podél obou válečkových tratí. Od tavící pece, kde se provede nalití natavené slitiny a její rafinace, odlévač dopraví pánev umístěnou na zvedacím zařízení přes dvě mechanické výhybky k jedné ze dvou válečkových tratí se zaformovanými rámy. Vzhledem k maximální výšce forem /až 400 mm/ je volena výška válečkových tratí 400 mm pro zajištění větší bezpečnosti odlévání i při maximální výšce rámu.

Tuto práci bude nutno přesně organizovat, neboť zabezpečení odlití všech zaformovaných rámu bude úkolem jednoho pracov-

níka - odlévače. Aby došlo k dokonalému tuhnutí odlitků, musí odlévač pravidelně odlévat co nejdříve po složení formy.

Celá organizace jednotlivých profesí na tomto úseku bude limitujícím činitelem pro plynulost výroby odlitků na strojním formování, tzn. tavič - odlévač - formíř - pomocný dělník /vyklepávání forem/ - pomocný dělník /přísun polofo-rem k formovacímu stroji/.

Před realizací návrhu doporučuji odzkoušet na funkčním modelu v závislosti na úkonech a jejich časovém rozpětí.

4. PROJEKTOVÁ STUDIE

Celkové uspořádání návrhu je znázorněno v příloze 1. Na výkrese je provedena pouze dispoziční studie, většina zařízení je znázorněna schematicky. Celé uspořádání je znázorněno v měřítku 1:50 a není proto kótováno. Při návrhu stavební úpravy jsme vycházeli z potřeb technologické části řešení. Podle toho je navrženo její umístění i volba rozměrů bez ohledu na vhodnost tohoto řešení z hlediska celkového stavebního projektu haly. Proto tuto část bude muset rozpracovat odborník - pracovník stavebního oddělení. Návrh nosné konstrukce zásobníků písku nad formovacími stroji je rozpracován v příloze 2.

4.1. STROJNÍ FORMOVÁNÍ

Strojní formování bude umístěno v pravé polovině haly, v levé polovině pak formování ruční a formování pod jeřábem. Celkové uspořádání je vidět z přílohy 1. Stroje s označením poz.1 a 13 slouží k zaformování spodku poloformy. Jedná se o jeden stroj typu FOROMAT 20 /poz.1/, střešací s dolisováním, maximální velikost formovacího rámu je 630x500 mm, výška stolu 710 mm. Vnější rozměry stroje jsou 1350x1350x1700 mm. Jeho maximální výkon při zařazení do linky je 120 poloform za hodinu. Tohoto výkonu v navrženém uspořádání nebude dosaženo. Druhý stroj pro formování spodku formy je typu RETOMAT FPGA 20-2 /poz.13/, střešací s dolisováním a s otočným ramenem. Maximální rozměr rámu, který můžeme na stroji formovat je 630x500 mm. Tento stroj v důsledku obrácení ramene potřebuje větší půdorysný prostor a z tohoto důvodu je

také volena kratší válečková trať pro dopravu forem při strojích s označením poz. 8 a 13. Stroje pro zhotovení vršku formy jsou oba typu FORCMAT 20 uvedených parametrů. Pro dopravu jader do formovny navrhujeme užít dvoupatrový paletový vozík o rozměrech asi 1200x800 mm, který by nahradil stávající typ PB 1, jelikož má velké půdorysné rozměry. Přemístění strojů z původní polohy dané obr.1 do nové bude provedeno pomocí zdvižných vozíků. Nad formovacími stroji budou na ocelové konstrukci, která je v příloze 1 zobrazena čárkovaně, umístěny nové zásobníky písku s čelistovými uzávěry ovládanými buď mechanicky /stávající stav/ nebo výhodněji pneumatickým válcem. Po zaformování poloforem se jejich přenesení a složení na válečkovou trať provede pomocí zvedacích zařízení.

4.1.1. FORMOVÁNÍ POD JEŘÁBEM A FORMOVÁNÍ RUČNÍ

Jak již bylo uvedeno, zůstane z větší části zachována dosavadní koncepce. Odvoz hotových odlitků bude zabezpečován elektrickým kladkostrojem o nosnosti $Q = 500$ kg typu P 10, který pojíždí po ocelové jednodrážce tvořené profilem I 14 o délce asi 20 m. Dále dojde k přemístění tří zásobníků písku a čtyř podlahových roštů do prostoru u levé stěny haly. Také zde budou dva nově umístěné pásové dopravníky /poz.28 a 32, viz příloha 1/ pro dopravu formovací směsi pro tyto způsoby formování.

4.2. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU FORMOVACÍ SMĚSI

Se snahou o využití stávající technologie bylo zvoleno

uspořádání, které snižuje investiční náklady při současném zabezpečení pokrytí zvýšených požadavků na množství přepravované směsi. Pro dopravu pískové směsi je využita soustava pásových dopravníků se šířkou pásu 500 mm a jeden korečkový elevátor.

4.2.1. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU FORMOVACÍ SMĚSI PRO STROJNÍ FORMOVÁNÍ

Tento návrh byl již propracován pracovníky k.p. ELITEX a počítá s využitím stávajících ocelových zásobníků písku o obsahu 30 m^3 /poz.7 dle obr.2/, které jsou umístěny v přípravně formovací směsi. Pod každým zásobníkem písku je připevněn talířový přidělovač TP 11-3 s vyústěním na vodorovný dopravní pás, který dopraví směs přes skluz na korečkový elevátor. Pomocí něj je směs zvednuta do výše 4 m a padá do zásobníku písku dávkovače pískové směsi, který zabezpečuje dodávku přesného množství formovací směsi na vodorovný pásový dopravník s reverzací chodu. Pomocí reverzace se plní střídavě dle potřeby jeden ze dvou mísičů MKY 400. Jsou to kyvadlové mísiče s krátkou průběžnou dobou mísení. Při míchání dochází současně k velmi účinnému chlazení pomocí ventilátoru, což je vhodné pro mísení vratné směsi. Písek je během mísení provzdušňován a po jeho skončení má velmi dobrou tekutost. Tyto nové navržené mísiče budou umístěny v místě stávajících mísičů typu MK 355. Při vyprazdňování mísičů prochází směs provzdušňovači písku na šikmý žebrovaný dopravní pás, kterým je směs zvedána do výše 5,6 m, kde přes skluz padá na vodorovný dopravní pás /poz.3 dle obr.2/. Tento pás je umístěn v prostoru stavební úpravy

střechy na vlastní ocelové konstrukci. Podél celého dopravního pásu je umístěna lávka pro údržbu. Pás je opatřen dvěma oboustrannými shrnovači /poz.12 dle přílohy 1/. Shrnovače budou hydraulicky ovládané pomocí zařízení ELHY 50. Toto zařízení nahradí stávající mechanické ovládání, které ovládal formíř. Novým návrhem bude shrnovač ovládán z velínu pískového hospodářství. Přes shrnovače je směs dopravena na skluzu a odtud padá do zásobníků písku.

4.2.2. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU SMĚSI PRO RUČNÍ FORMOVÁNÍ A FORMOVÁNÍ POD JEŘÁBEM

Protože trasa dopravy formovací směsi pro strojní formování svojí kapacitou postačuje i pro ruční formování, nebyla měněna. Z vodorovného dopravníku ve výšce 5,6 m padá formovací písek přes skluz na vodorovný pásový dopravník a odtud opět přes skluz na další vodorovný pásový dopravník, na kterém jsou umístěny tři jednostranné shrnovače. Navrhujeme užít shrnovače s úhlem šípu 30° , které budou opět ovládané zařízením ELHY 50 a shrnují písek do zásobníku písku. Zde jsou v návrhu uvažovány zásobníky o menším obsahu /1,1 m³/, neboť jejich kapacita je dostatečná.

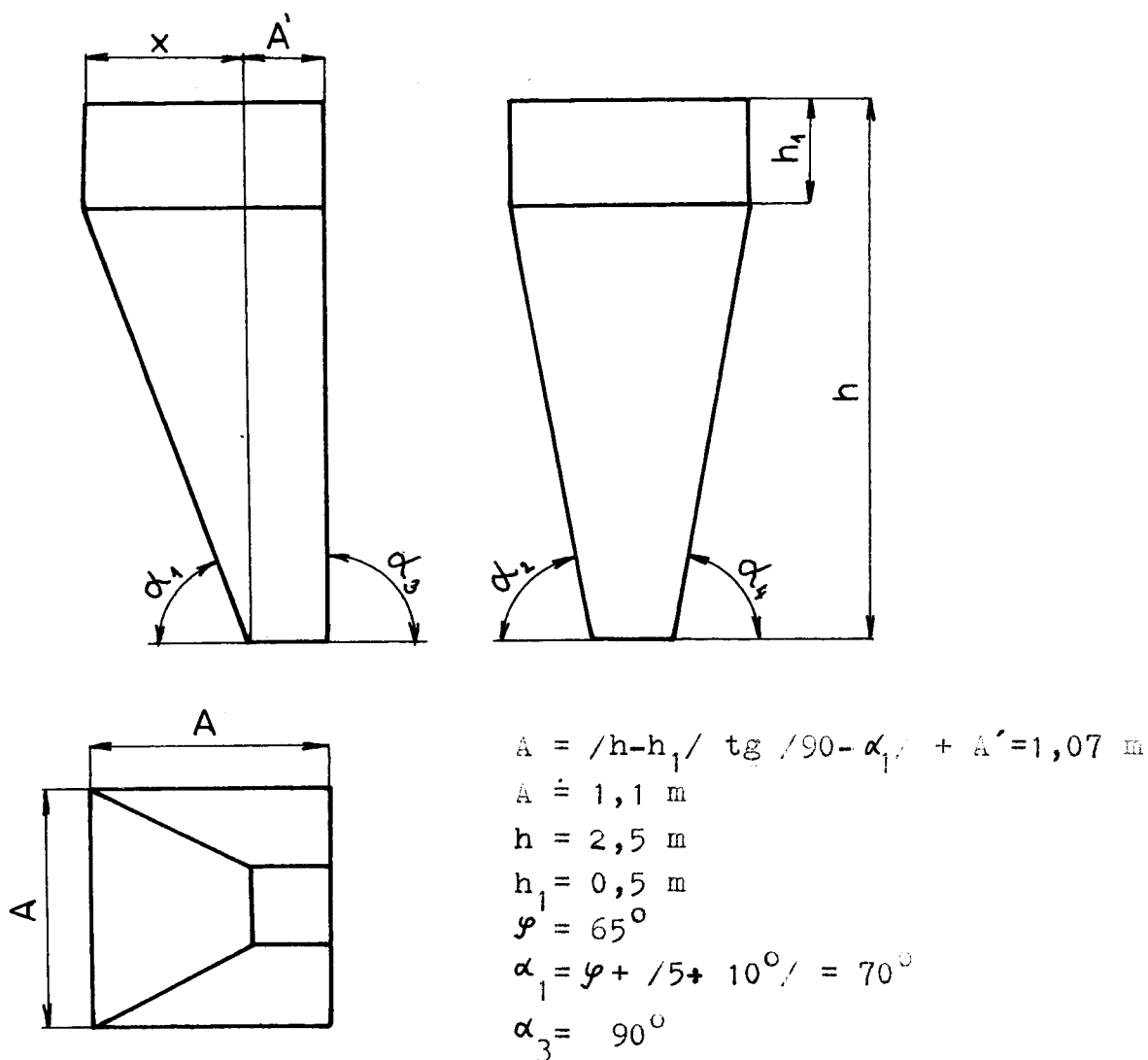
4.2.3. ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU VRATNÉ SMĚSI

Novým uspořádáním bylo možno využít stávající trasu svozu vratné směsi. Písek bude padat z nově navržených vibračních roštů typu NRS 0,63 /poz.16/ na stávající dopravní pás /poz.17/. Jedná se o negativní stabilní rošty, jejichž výhodou je jejich odpružení, takže se otřesy nepřenášejí

na základ. Maximální zatížení roštu je do 630 kg, rozměry ložné plochy 1000x1000 mm, rozměry otvorů 36x36 mm. Vibraci způsobuje excentricky uložený hřídel připevněný k horní části roštu.

4.2.4. NÁVRH A VÝPOČET NOVÝCH ZÁSOBNÍKŮ PÍSKU

Aby se zabezpečila větší potřeba formovací směsi pro strojní formování, bylo nutno zvětšit objem zásobníků zároveň se snahou o zamezení nalepování formovací směsi. Byly navrženy zásobníky písku dle obr.4.



$$\frac{A}{A} = 1 = \frac{\cotg \alpha_1 + \cotg \alpha_3}{\cotg \alpha_2 + \cotg \alpha_4}$$

$$\cotg \alpha_2 = \cotg \alpha_4 = \frac{0,364}{2} = 0,182$$

$$\alpha_2 = \alpha_4 = 80^\circ$$

- A charakteristický rozměr zásobníku
 h výška zásobníku
 φ úhel vnitřního tření
 ρ měrná hmotnost /kg/m³/
 V objem zásobníku
 S povrch zásobníku
 M hmotnost zásobníku
 t tloušťka plechu stěn zásobníku.

Výpočet objemu zásobníku:

$$V = \frac{1}{3} [A^2 \times h' - A'^2 \times /h' - h/]$$

$$V = \frac{1}{3} [1,1^2 \times 3,5 - 0,35^2 \times /3,5 - 2,5/]$$

$$V = 1,37 \text{ /m}^3/$$

Výpočet povrchu zásobníku:

$$S = S_1 + 2 \times S_2 + S_3 + S_4$$

$$S = 2,2 + 2 \times 2,47 + 1,45 + 1,54$$

$$S = 8,134 \text{ /m}^2/$$

Výpočet hmotnosti prázdného zásobníku:

$$M_1 = S \times t \times \rho$$

$$M_1 = 8,134 \times 0,003 \times 7800$$

$$M_1 = 190,34 \text{ /kg/}$$

Výpočet hmotnosti plného zásobníku:

$$M_2 = V \times \rho_p = 1,37 \times 2000 = 2740 \text{ /kg/}$$

$$\rho_p = 2000 \text{ kg/ m}^3$$

Celková hmotnost zásobníku:

$$M = M_1 + M_2 = 2930,34 \text{ /kg/}$$

Uchycení zásobníku k nosné konstrukci /viz 4.2.5/ bude pomocí rámečku, který je svařen z profilu L o rozměrech 80x50x8 mm z materiálu ČSN 10 370.0. K zamezení nalepování formovací směsi navrhuji použití vibrátoru, který se přichytí na stěnu zásobníku. Byl by použit vibrátor typu VE 01.002.2. Jedná se o příložný vibrátor těchto parametrů: maximální síla $F = 1600$ N, výkon $P = 0,09$ kW, otáčky $n = 2700$ 1/min., hmotnost 13 kg, výrobce Uranové doly, n.p. Příbram.

Pro snadnou obsluhu a zabezpečení potřeby formovací směsi při formování bude každý zásobník opatřen dvěma limitními kapacitními měřiči hladiny typu SHL. Měřič pracuje na principu kapacitních změn, které způsobuje změna výšky hladiny formovacího písku a ty vyvolají změnu výstupní veličiny sondy. Signál se zesílí v integrovaném diferenciálním zesilovači a přivede se na klopný obvod. Cívka relé v sepnutém stavu se překlopí a dojde k odpadnutí relé.

Signál ze sond je přenášen na ovládací panel OP1 řídicí kabiny umístěné v přípravně formovací směsi. Z tohoto pracoviště se dálkově ovládá celý postup přípravy formovací směsi, včetně ovládání všech dopravníků a shrnovačů.

4.2.5. NÁVRH A VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE ZÁSObNÍKŮ PÍSKU

Pro upevnění zásobníků písku nad každým formovacím strojem bude sloužit ocelová konstrukce znázorněná v příloze 2, na kterou se budu v dalším textu odvolávat.

Zásobník písku bude zasazen v rámu tvořeném profilem L, ke kterému bude přivařen /poz.3/. Tento profil bude přivařen k podélným nosníkům /poz.2/ tvořených profilem U. Tyto budou upevněny k hlavním nosníkům, tvořených profilem

I /poz.1/, které jsou podepřeny sloupy. Nosné sloupy budou vyrobeny ze dvou svařených profilů U /poz.4/.

K nosníkům U budou přivařeny dva nosníky, tvořené profilem L /poz.6/ pro uchycení zvedacího zařízení nad strojem FOROMAT 20 /poz.1 dle přílohy 1/. Zvedací zařízení u stroje RETOMAT 20 /poz.13 dle přílohy 1/ bude otočně přichyceno k nosnému sloupu konstrukce.

V příloze 2 jsou označena svarová spojení a způsob provedení šroubových spojení. Vyjádření silového působení v jednotlivých svarech i šroubech je velmi složité a z tohoto důvodu se jejich velikosti volí dle rozměrů spojovaných částí.

Při výpočtu nosné konstrukce bylo postupováno podle normy pro navrhování ocelových konstrukcí ČSN 73 1401.

Výpočet nosníku poz.3 :

Tento nosník bude tvořen profilem L. Zásobník písku k němu bude přivařen po celé délce styčné plochy. Spojité zatížení od zásobníků písku se rovnoměrně rozloží na dvojici profilů L.

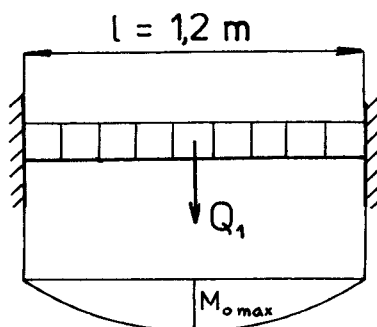
Celková zatěžující síla profilů od plného zásobníku písku, vibrátoru, vynášecího pásu, zvedacího zařízení, uchycení vynášecího pásu včetně rezervy:

$$Q = m \times g = 34107,408 \text{ N}$$

$$Q_c = Q \times \varphi = 40928,89 \text{ N}$$

φ součinitel stálého zatížení

$$\varphi = 1,2$$



$$Q_1 = \frac{Q_c}{2} = 20\,464,44 \text{ N}$$

Q_1, \dots zatěžující síla jednoho profilu L

$$M_o \text{ max} = \frac{Q_1 \times l}{12} \leq W_o \times \sigma_o \text{ dov}$$

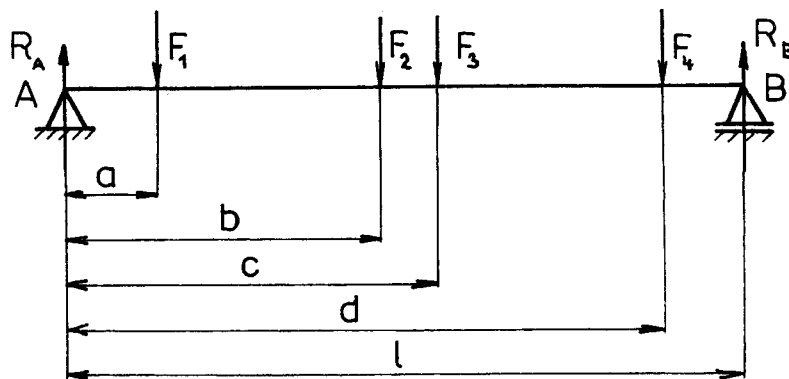
$$M_o \text{ max} = \frac{20464,44 \times 1,2}{12} = 2046,44 \text{ Nm}$$

Předběžně volíme tyč L 80x50x8 mm ČSN 42 5545 s $W_o = 11,99 \times 10^{-6} \text{ m}^3$. Profil bude z materiálu ČSN 10 370, pro který je dle ČSN 73 1401 výpočtová pevnost $R = 210 \text{ MPa}$.

$$\sigma_o = \frac{M_o \text{ max}}{W_o} = 170,67 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil L 80x50x8 ČSN 42 5545 vyhovuje.

Výpočet nosníku poz.2:



$$l = 3,2 \text{ m}; \quad a = 0,5 \text{ m}, \quad b = 1,6 \text{ m}, \quad c = 1,7 \text{ m}, \quad d = 2,8 \text{ m}$$

$$F_1 = F_2 = 9718,9 \text{ N}$$

$$F_3 = F_4 = 10232,82 \text{ N}$$

$F_1, F_2, F_3, F_4 \dots$ síly od zatížení konstrukce

$$\downarrow : -R_A + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - R_B = 0$$

$$\curvearrowright : F_1 \times a + F_2 \times b + F_3 \times c + F_4 \times d - R_B \times l = 0$$

$$R_B = \frac{9718,9 \times /0,5+1,6/ + 10232,82 \times /1,7 + 2,8/}{3,2} = 20767,93 \text{ N}$$

$$R_A = 19134,31 \text{ N}$$

$$M_{o \text{ max}} = R_A \times b - F_1 \times /b-a/ = 19924,12 \text{ Nm}$$

Volím tyč U 16 ČSN 42 5570 z materiálu 11 373 s $W_o = 116 \text{ cm}^3$
a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$.

$$\sigma_o = \frac{M_{o \text{ max}}}{W_o} = 171,76 \text{ MPa} \leq R$$

$$\frac{\sigma_o}{\varphi_o} \leq R$$

$$\lambda = \frac{\gamma \times \beta \times L_{y1}}{i_{y1}}$$

$$L_{y1} = 3,2 \text{ m}$$

$$\alpha_t = 0,0071 \times L_{y1} = 2,272 \Rightarrow \gamma = 0,68$$

$$\beta = 0,86$$

$$i_{y1} = \frac{i_y}{i_x} \times \frac{h}{2} = 2,43 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{0,68 \times 0,86 \times 320}{2,43} = 76,86 \Rightarrow \varphi_o = 0,92$$

$$\frac{\sigma_o}{\varphi_o} = 186,69 \leq R$$

Navržený profil U 16 ČSN 42 5570 vyhovuje.

φ_o součinitel klopení

λ kritická štíhlost tlačeneho pásu při klopení

γ součinitel štíhlosti při klopení nosníku

β součinitel vzpěrné délky klopení

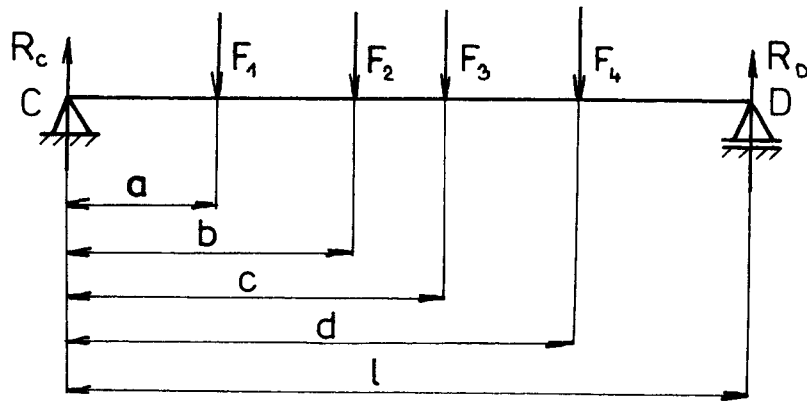
L_{y1} vzdálenost bodů tlačeneho pásu zajištěných proti vybočení z roviny ohybu

i_{y1} poloměr setrvačnosti tlačeneho pásu

h výška nosníku

α_t parametr kroucení

Výpočet nosníku poz.1 :



$$l = 7,55 \text{ m}, a = 1,85 \text{ m}, b = 3,05 \text{ m}, c = 4,2 \text{ m}, d = 5,4 \text{ m}$$

$$F_1 = F_2 = 16\,686 \text{ N}$$

$$F_3 = F_4 = 15\,998,67 \text{ N}$$

$$\downarrow: -R_C + F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - R_D = 0$$

$$c): F_1 \times a + F_2 \times b + F_3 \times c + F_4 \times d - R_D \times l = 0$$

$$R_D = 31\,172 \text{ N}$$

$$R_C = 34\,197,34 \text{ N}$$

$$M_o \text{ max} = R_C \times b - F_1 \times /b-a/ = 84\,645,99 \text{ Nm}$$

Předběžně volím tyč I 28 ČSN 42 5550 z materiálu ČSN 11 373

s $W_o = 542 \text{ cm}^3$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$

$$\sigma_o = \frac{M_o \text{ max}}{W_o} = 156,17 \text{ MPa} \leq R$$

$$\frac{\sigma_o}{\varphi_o} \leq R$$

$$L_{y1} = 7,55 \text{ m}$$

$$i_{y1} = 3,09 \text{ cm}, \alpha_t = 5,36, \gamma = 0,50, \beta = 0,86$$

$$\lambda = \frac{\gamma \times \beta \times L_{y1}}{i_{y1}} = 105$$

$$\varphi_o = 0,79$$

$$\frac{\sigma_o}{\varphi_o} = 197,6 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil I 28 ČSN 42 5550 vyhovuje.

Výpočet nosných sloupů poz.4:

nosné sloupy budou namáhány tlakem a ohybem. Budou svařeny ze dvou profilů [.

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} + \frac{M_0}{W_0} \leq R$$

- N osová síla
 φ součinitel vzpěrnosti
A plocha průřezu
 M_0 maximální moment prutu
 W_0 průřezový modul
R výpočtová pevnost
 R'_C osová síla vypočtená u nosníku poz.1 se zahrnutím jeho hmotnosti i silového působení od hmotností ostatních nosníků
M hmotnost nosníku poz.1
 L_{cr} kritická délka sloupu
 β součinitel vzpěrné délky prutu v ohybu
 α parametr štíhlosti
w největší průhyb nosníku
I moment setrvačnosti průřezu
 λ štíhlostní poměr
i poloměr setrvačnosti průřezu
L délka sloupu
E modul pružnosti v tahu

$$M = 7,55 \times 47,9 = 361,64 \text{ kg}$$

$$N = R'_C = 35964,67 \text{ N}$$

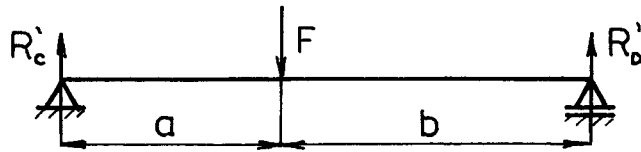
$$\beta_1 = 0,7 \sqrt{1 + \frac{R'_D}{R'_C}} = 0,97$$

$$\alpha = \frac{I_x L}{I_{cxh}} = 0,8785$$

$$\beta = \beta_1 \sqrt{1 + 0,35 \times \lambda - 0,017 \times \lambda^2} = 1,103$$

$$L = 4,63 \text{ m}$$

$$L_{er} = \beta \times L = 5,104 \text{ m}$$



$$F = 68917 \text{ N}, \quad a = 3,61 \text{ m}, \quad b = 3,94 \text{ m}, \quad l = a + b = 7,55 \text{ m}$$

$$w = \frac{F \times a}{3 \times E \times I \times l} \left(\frac{a + 2 \times b}{3} \right)^3$$

$$E = 210 \times 10^3 \text{ MPa}, \quad I = 7590 \text{ cm}^4$$

$$w = 38,72 \text{ mm}$$

$$r = \frac{\sqrt{2 \times p / 2 + 4 \times w^2}}{8 \times w} = 336,59 \text{ m}$$

$$\cos \beta = \frac{a}{r} = 0,0107 \quad \beta = 89^\circ 23' \quad \alpha = 90^\circ - \beta = 37'$$

$$F' = R'_c \times \sin \alpha = 385,72 \text{ N}$$

$$l = L \times \cos \alpha = 4,629 \text{ m}$$

$$M_0 = F' \times l = 1785,8 \text{ Nm.}$$

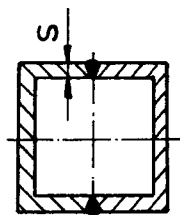
Sloupy předběžně navrhnuji ze dvou svařených profilů [10 ČSN 42 5570 z materiálu ČSN 11 373:

$$\lambda = \frac{L_{er}}{i} = 139,41$$

$$\frac{35964,68}{0,32 \times 0,0027} + \frac{1785,8}{0,00007239} = 66,33 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil [10 vyhovuje.

Výpočet svarového spojení sloupu:



nosný sloup bude svařen přerušovaným podélným tupým svarem v nepodloženém.

$$s = 8,5 \text{ mm} , l_o = 100 \text{ mm} , F_T = 35964,68 \text{ N}$$

s tloušťka svařovaného materiálu

l_o délka svaru

l nosná délka svaru

F_T smyková síla

τ_t napětí v tupém svaru při namáhání smykem

σ_{01} normální napětí

M_o ohybový moment

W_{01} průřezový modul svaru

σ_s srovnávací napětí

σ_{Dsv} dovolené napětí svaru

σ_D dovolené napětí základního materiálu

α převodní součinitel svařovaného spoje

$$l = l_o - 2 \times s = 83 \text{ mm}$$

$$\tau_t = \frac{F_T}{s \times l} = 50,97 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{01} = \frac{M_o}{W_{01}} = \frac{6 \times M_o}{s \times l^2} = 182,98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_{01}^2 + 3 \times \tau_t^2} \leq \sigma_{Dsv}$$

$$\sigma_{Dsv} = \alpha \times \sigma_D = 210 \text{ MPa} \quad \alpha = 1,0$$

$$\sigma_s = 203,1 \text{ MPa} < \sigma_{Dsv}.$$

Navrhuji přerušovaný tupý svar tvaru V c délce 100 mm.

Délka mezer u sloupů poz.4 bude 15,64 mm a u sloupů poz.5 15,13 mm.

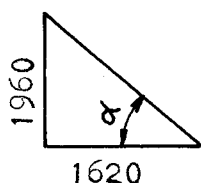
Výpočet nosníku poz.6 viz 4.3.2.2.

4.2.5.1. ZAVĚTROVÁNÍ KONSTRUKCE

Větrové nosníky jsou navrhovány z důvodu ztužení

konstrukce a pro zabezpečení proti zborcení. Jednotlivé nosníky kontroluji na štíhlost, přičemž $\lambda_{\text{mezní}} = 180$. K nosné konstrukci budou buď přímo přivařeny nebo budou připevněny pomocí styčných plechů způsobem patrným z detailu C /viz příloha 2/.

Pozice 7:



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= 1,20 & \alpha &= 50^\circ \\ l_r &= \frac{1960}{\sin \alpha} & &= 2558 \text{ mm} \end{aligned}$$

Volím TR \square 40 x 2 mm ČSN 42 6935 s $i = 1,54$ cm

$$\lambda = \frac{l_r}{i} = 166,1 \leq \lambda_m$$

Navržený profil TR \square 40 x 2 mm vyhovuje.

Při navrhování všech ostatních zavětrovacích nosníků bylo postupováno stejným způsobem výpočtu.

pozice 8: $\lambda = 161,04 \leq \lambda_m$

TR \square 40 x 2 mm ČSN 42 6935

pozice 9: $\lambda = 144,85 \leq \lambda_m$

TR \square 60 x 2 mm ČSN 42 6935

pozice 10: $\lambda = 156,23 \leq \lambda_m$

TR \square 40 x 2 mm ČSN 42 6935

pozice 11: $\lambda = 150,45 \leq \lambda_m$

TR \square 40 x 2 mm ČSN 42 6935

pozice 12: $\lambda = 159,03 \leq \lambda_m$

TR \square 90 x 40 x 3 mm ČSN 42 6936

pozice 13: $\lambda = 152,98 \leq \lambda_m$

TR \square 35 x 2 mm ČSN 42 6935

pozice 14: $\lambda = 147,61 \leq \lambda_m$

TR \square 35 x 2 mm ČSN 42 6935

4.2.5.2. KOTVENÍ SLOUPU

Sloupy navrhuji zakotvit pomocí dvou kotevních šroubů M 16x320, zapuštěných v betonové patce. Sloup bude přivařen k ocelové podložce tvořené z plechu ČSN 42 5310, který se pro tloušťku 20 mm dodává z materiálu ČSN 11 373.

Betonovou patku navrhuji zhotovit z prostého betonu B 180 /180 kg cementu na 1 m³ šterkopísku, 180 l vody/, o rozměrech 400x600 mm, hloubky 800 mm. Beton B 180 má dovolené namáhání $\sigma_b = 4$ MPa.

$$S = b \times l$$

b, l rozměry patky

σ krajní namáhání v tlaku

N zatěžující síla v jednom sloupu

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{35964,67}{400 \times 600} = 0,15 \text{ MPa} < \sigma_b$$

Navržené rozměry betonové patky vyhovují.

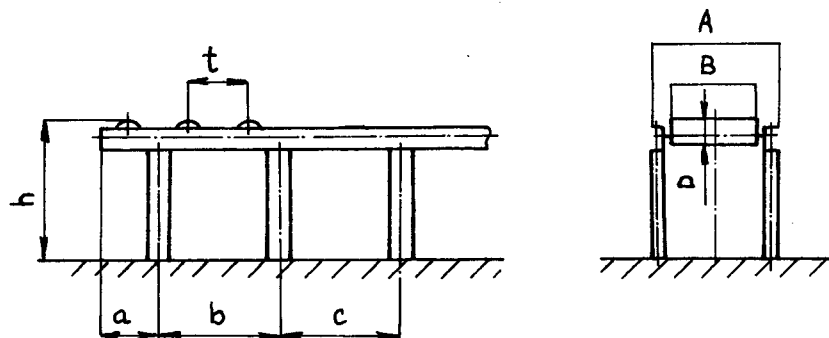
4.3. ZAŘÍZENÍ PRO DOPRAVU HOTOVÝCH FOREM K ODLÉVÁNÍ

Od formovacího stroje se formy pomocí zvedacího zařízení dopravují na válečkovou trať, po které se posunují pomocí pneumatického posunovacího zařízení dále ke skládání, odlévání, ochlazení a vytloukání.

4.3.1. VOLBA VÁLEČKOVÝCH TRATÍ

Při volbě válečkových tratí jsme vycházeli z maximálních rozměrů užívaných rámců, t.j. 600x500x200 mm. Byl navržen gravitační válečkový dopravník 46 TWP o rozměrech dle obr.5.

Obr.5:



$A = 612 \text{ mm}$, $B = 500 \text{ mm}$, $D = 89 \text{ mm}$, $h = 350+650 \text{ mm}$ a je stavitelná po 50 mm , $t = 200 \text{ mm}$, $a = 600 \text{ mm}$, $b = 1400 \text{ mm}$, $c = 1400 \text{ mm}$.

Výšku válečkové tratě jsme zvolili 400 mm jako optimální při odlévání.

Pro dopravu forem budou užity dvě válečkové tratě o délkách:

trať pro dopravu forem od stroje poz.1 $l = 22,1 \text{ m}$

trať pro dopravu forem od stroje poz.13 $l = 20,4 \text{ m}$

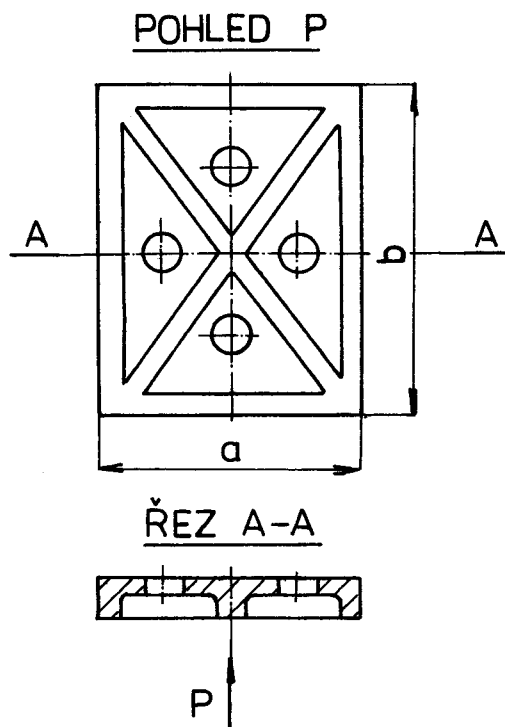
celková délka tratí $l_c = 42,5 \text{ m}$.

Válečkový dopravník je výrobkem FMO Krakow - CENTROZAP Katowice, PLR.

Formy se budou pohybovat po válečkových tratích na hliníkových podložkách. Jelikož by nebylo únosné vyrábět podložky pro všechny druhy užívaných rámy, bylo navrženo zhotovit dvě sady podložek o rozměrech $A = 420 \times 420 \times 10 \text{ mm}$ a $V = 620 \times 520 \times 15 \text{ mm}$. Podložky s označením A by se užívaly pro formovací rámy rozměrů $400 \times 300 \times 150$ a $400 \times 400 \times 100 \text{ mm}$, s označením V pro všechny ostatní rámy do maximálních rozměrů $600 \times 500 \times 200 \text{ mm}$.

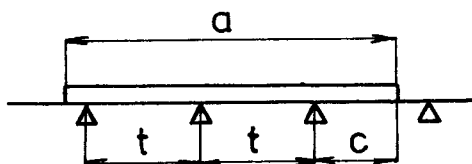
4.3.1.1. NÁVRH PODLOŽKY POD FORMU PŘI DOPRAVĚ PO VÁLEČKOVÉ TRATI

Podložka užívaná pod formy při dopravě hotových forem po válečkové trati se bude vyrábět z materiálu ČSN 42 4331.70 a bude mít tvar dle obr.6.



$$\begin{aligned} \sigma_{Pt} &= 160 \text{ MPa} \\ \sigma_{PO} &= 400 \text{ MPa} \\ a &= 520 \text{ mm} \\ b &= 520 \text{ mm} \\ Q &= 2452,5 \text{ N} \\ Q &\dots \text{ zatížení podložky} \end{aligned}$$

Podložku bude tvořit rámeček s diagonálně vedenými žebry, který bude z vrchní strany opatřen deskou, v níž budou zhotoveny otvory pro odlehčení.

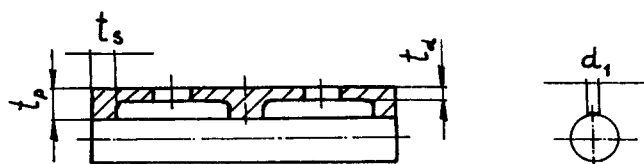


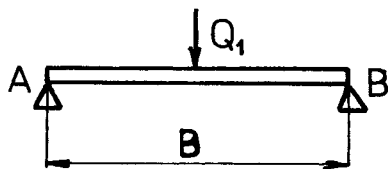
$$\begin{aligned} t &= 200 \text{ mm} \\ c &= 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Podložka bude v nejvíce namáhané poloze působit na tři válečky současně.

Zatížení jednoho válečku:

$$Q_1 = \frac{Q}{3} = 817,5 \text{ N}$$



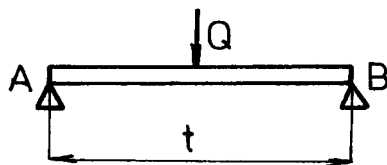


$$R_A = R_B = \frac{Q_1}{2} = 408,75 \text{ N}$$

$$d_1 = 2 \text{ mm}$$

$$S = \frac{R_A}{\sigma_{Pt}} \quad S = t_s \times d_1$$

$$t_s \text{ min.} = \frac{R_A}{d_1 \times \sigma_{Pt}} = 1,28 \text{ mm}$$



$$R_A = R_B = \frac{Q}{2} = 1226,25 \text{ N}$$

$$M_o \text{ max} = \frac{Q \times t}{8} = 30,66 \text{ Nm}$$

$$W_o = \frac{M_o}{\sigma_o} \quad W_o = \frac{t_d \times t^2}{6}$$

$$t_d \text{ min.} = \frac{6 \times M_o}{\sigma_o \times t^2} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$t_d \text{ min} \dot{=} 1 \text{ mm.}$$

Rozměry podložky navrhuji:

tloušťka stěny	$t_s = 8 \text{ mm}$
tloušťka desky	$t_d = 5 \text{ mm}$
tloušťka žeber	$t_z = 15 \text{ mm}$
výška podložky	$t_p = 15 \text{ mm}$
průměr otvorů	$d = 100 \text{ mm}$

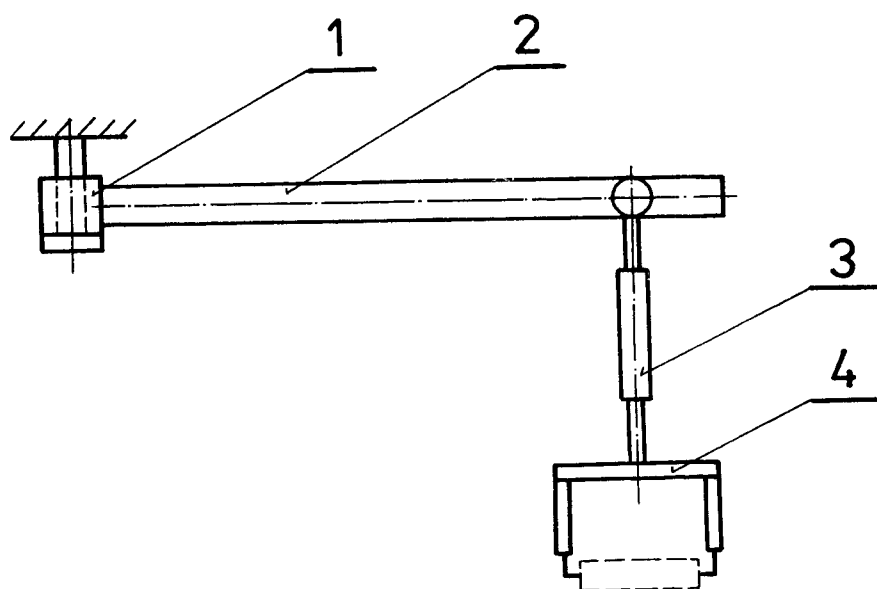
V : 620x520x15 mm

A : 420x420x10 mm

4.3.2. POPIS ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ

Ve formovných drobných odlitků, kde se formují odlitky do velikosti rámmů asi 450x450x100 mm, t.j. do maximální hmotnosti kolem 40 kg, se ukládají rámy a odebírají formy většinou ručně. Mechanizační zařízení se zde neosvědčují, protože snižují výkon formířů a ti ho proto nepoužívají. Zvedací zařízení bude proto užíváno pro dopravu zaformovaných rámmů, rozměrů 600x500x200 mm a hmotnosti až 140 kg, případně 500x400x100 mm a hmotnosti 53 kg.

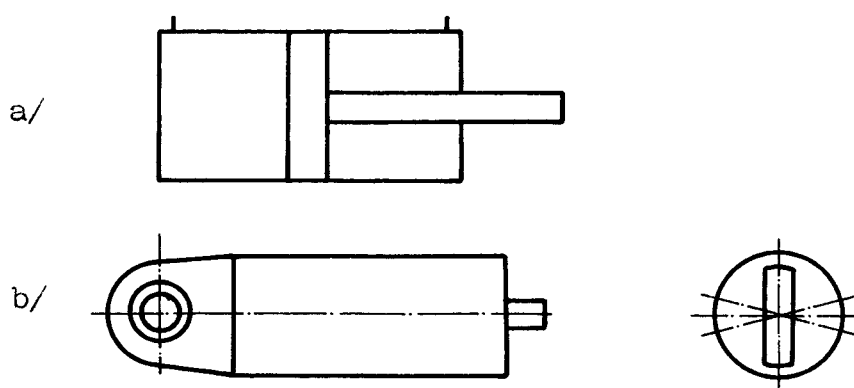
Návrh zařízení byl proveden s ohledem na potřebné dosahované polohy. Vzhledem k tomu, že potřebujeme dopravit formovací rám do poloh daných přílohou 1 a to vždy pouze ve směru vodorovném a svislém, postačí zde zvedací zařízení dané obr.7.



- | | | |
|---|-------|-------------------|
| 1 | ..... | otočný kloub |
| 2 | ..... | profil I |
| 3 | ..... | pneumatický válec |
| 4 | ..... | výměnné rameno. |

Zařízení bude připevněno na konstrukci nad každým formovacím strojem.

K otočnému kloubu 1 je přivařen profil I /2/, po němž se pohybuje pomocí pojezdového zařízení pneumatický pracovní válec B2- 80x800 TGL 20743 s průměrem pístu 80 mm a zdvihem 800 mm, který umožňuje vlastní zvedání forem. Tento pracovní válec je výrobkem VEB Kombinat ORSTA-Hydraulik, Betrieb Pneumatik Berlin, DDR a jeho schema i způsob upevnění je vidět na obr.8a, b.

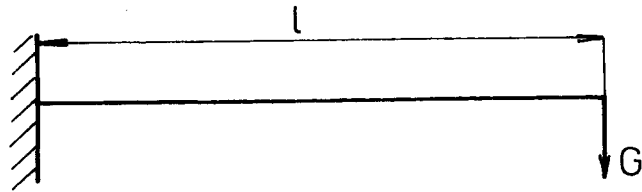


Rameno 4 je výměnné podle rozměrů zvedaného rámu. Upevnění rámu na rameno je pomocí držáku, který je umístěn pod vedením pro kolíky a je k rámu přišroubován.

4.3.2.1. VÝPOČET PROFILU ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ

Zvedací zařízení u každého stroje se skládá z pracovního válce, který se pomocí pojezdového zařízení pohybuje po profilu I. Velikost tohoto profilu byla volena dle zatížení a potřebné délky.

Zvedací zařízení u stroje FOROMAT 20 poz.8 viz příloha 1:



$$l = 1,6 \text{ m} , G = 2079,72 \text{ N}$$

G Zatížení profilu od zavěšených zařízení se zaformcovaným rámem

$$M_{o \text{ max}} = G \times l = 3327,5 \text{ Nm}$$

Předběžně volím tyč I 8 ČSN 42 5550 z materiálu ČSN 11 373 s

$W_o = 19,5 \text{ cm}^3$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$

$$\sigma_o = \frac{M_{o \text{ max}}}{W_o} = 170,64 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil I 8 ČSN 42 5550 vyhovuje.

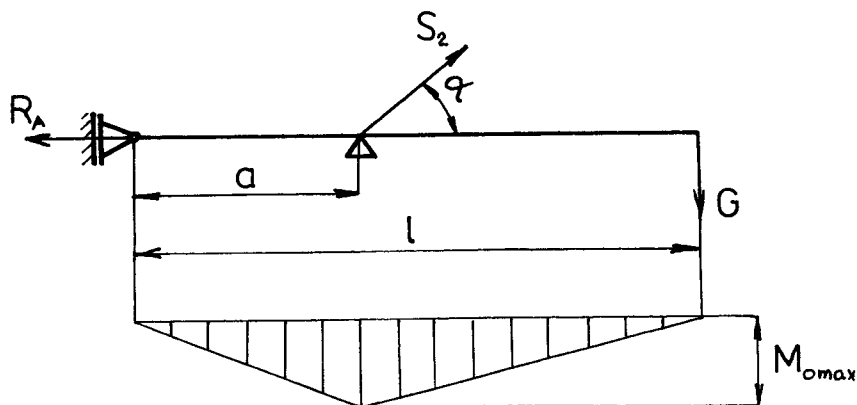
$$M = l \times m = 9,5 \text{ kg}$$

m hmotnost 1 metru profilu I 8

M hmotnost profilu I 8 o délce 1,6 m.

Profil I 8 ČSN 42 5550 navrhuji použít i pro zvedací zařízení u stroje poz.6 dle přílohy 1, jelikož jsou zde stejné podmínky. Zatížení 2079,72 N a potřebná délka profilu 1,6 m.

Zvedací zařízení u stroje RETOMAT 20 :



$$l = 2,9 \text{ m} , a = 1 \text{ m} , G = 2079,72 \text{ N}$$

$$M_{o \text{ max}} = G \times /l - a/ = 3951,468 \text{ Nm}$$

Volím tyč I 10 ČSN 42 5550 z materiálu ČSN 11 373 s $W_o = 34,2 \text{ cm}^3$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$

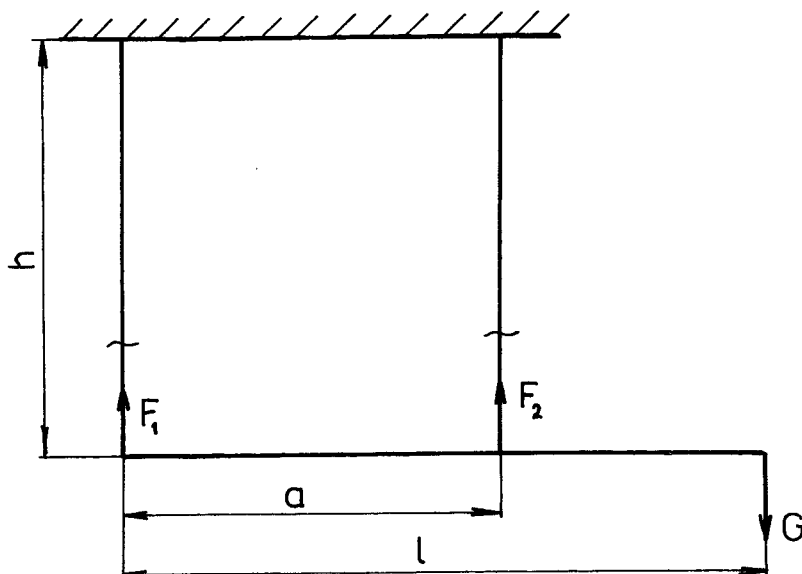
$$\sigma_o = \frac{M_{o \text{ max}}}{W_o} = 115,54 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil I 10 ČSN 42 5550 vyhovuje.

$$M = l \times m = 24,186 \text{ kg}$$

M hmotnost profilu I 10 o délce 2,9 m.

Zvedací zařízení při stroji poz.1 se bude sestávat z pevně přivařeného nosníku k nosné konstrukci zásobníků písku, jelikož zde postačí trasa dopravy formovacího rámu vždy na začátek válečkové tratě.



$$a = 1,3 \text{ m} , l = 2,05 \text{ m} , G = 2079,72 \text{ N}$$

F_1 , F_2 síly působící v profilech přichycujících zvedací zařízení k nosné konstrukci zásobníků písku

$$M_{o \text{ max}} = G \times /l - a/ = 1559,79 \text{ Nm}$$

Volím tyč I 10 ČSN 42 5550 z materiálu ČSN 11 373 s $W_o = 10,6 \text{ cm}^3$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$.

$$\sigma_0 = \frac{M_0 \max}{W_0} = 147,15 \text{ MPa} \leq R$$

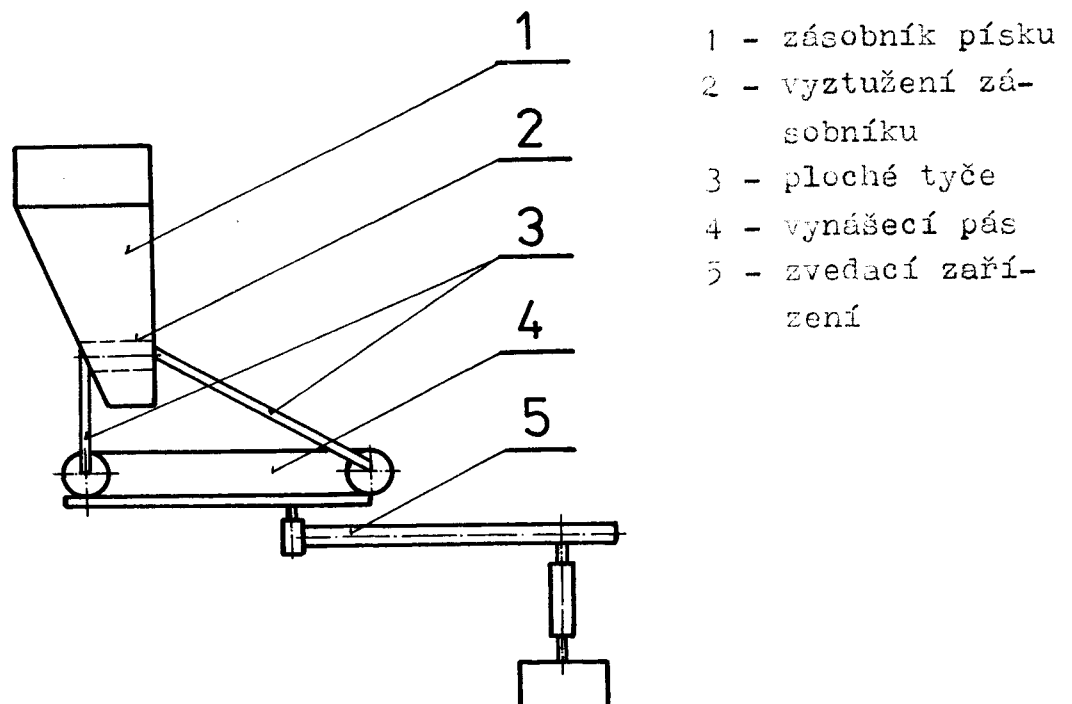
Navržený profil I 10 ČSN 42 5550 vyhovuje.

$$M = l \times m = 17,1 \text{ kg}$$

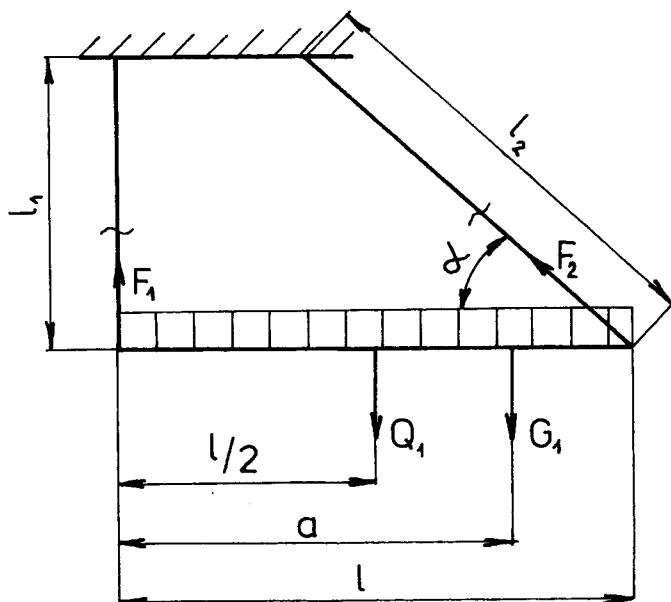
M hmotnost profilu I 10 dlouhého 2,05 m.

4.3.2.2. UCHYCENÍ ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ K NOSNÉ KONSTRUKCI ZÁSOBNÍKU PÍSKU

Zvedací zařízení poz.19 /viz příloha 1/ bude přivařeno k vynášecímu pásu poz.7, který bude k zásobníku písku přichycen pomocí čtyř plochých tyčí způsobem znázorněným obr.8.



V místě přivaření plochých tyčí bude zásobník písku vyztužen ocelovým plechem po celém obvodu, aby se zabránilo vytržení stěn zásobníku.



$$l = 2,05 \text{ m} , l_1 = 0,5 \text{ m} , l_2 = 1,35 \text{ m} , \alpha = 20^\circ ,$$

$$Q_1 = 703,86 \text{ N} , G_1 = 1086,46 \text{ N}$$

$$Q_1 = \frac{Q}{2} \quad G_1 = \frac{G}{2}$$

Q zatížení od vynášecího pásu s formovacím pískem

G zatížení od zvedacího zařízení se zahrnutou hmotností profilu I /viz 4.3.2.1./

$$\uparrow: F_1 - Q_1 - G_1 + F_2 \times \sin \alpha = 0$$

$$F_2 = \frac{Q_1 + G_1 - F_1}{\sin \alpha}$$

$$U = \sum \frac{F_i^2 \times l_i}{2 \times E \times S} = \frac{F_1^2 \times l_1}{2 \times E \times S} + \frac{(Q_1 + G_1 - F_1)^2 \times l_2}{2 \times E \times S \times \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{\partial U}{\partial F_1} = 0$$

$$F_1 = \frac{l_2 \times (Q_1 + G_1)}{l_2 + l_1 \times \sin^2 \alpha} = 1715,98 \text{ N}$$

$$F_2 = 217,99 \text{ N.}$$

Předběžně volím tyč \square 5x3 mm ČSN 42 6522 z materiálu ČSK

11 373 s S = 15 mm² a výpočtovou pevností R = 210 MPa.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S_1} = 114,4 \text{ MPa} \leq R$$

Navržená tyč 5x3 mm ČSN 42 6522 vyhovuje.

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{217,99}{4} = 54,5 \text{ MPa} \leq R$$

Pro uchycení tyčí, ve které působí síla F_2 by stačilo použít ploché tyče \square 4x1 mm ČSN 42 6522 z materiálu ČSN 11 373 s $S = 4 \text{ mm}^2$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$. Z důvodu působení lidského faktoru, větší bezpečnosti provozu a snazší montáže však navrhuji použít všechny čtyři ploché tyče \square 5x3 mm ČSN 42 6522.

Stejným způsobem bude přichyceno i zvedací zařízení nad formovacím strojem poz.6 dle přílohy 1.

$$l = 1,1 \text{ m}, l_1 = 0,5 \text{ m}, l_2 = 0,7434 \text{ m}, \alpha = 43^\circ$$

$$G_1 = 1086,46 \text{ N}, Q_1 = 377,68 \text{ N}$$

$$F_1 = 1007,818 \text{ N}$$

$$F_2 = 678,35 \text{ N}$$

Volím tyč L 10x10x1 mm ČSN 42 6949 z materiálu ČSN 11 320 s $S = 0,181 \text{ cm}^2$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$.

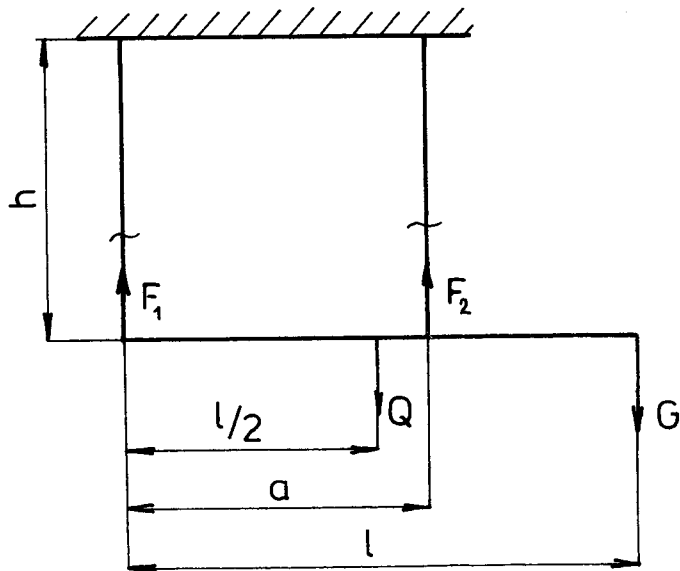
$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S_1} = 55,68 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil L 10x10x1 ČSN 42 6949 vyhovuje.

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{678,35}{4} = 169,58 \text{ MPa} \leq R$$

Zde by stačilo použít tyče \square 4x1 mm ČSN 42 6522 z materiálu ČSN 11 373 s $S = 4 \text{ mm}^2$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$. Ze stejných důvodů jako v předchozím případě navrhuji použít všechny čtyři profily L 10x10x1 ČSN 42 6949.

Zvedací zařízení poz.18 dle přílohy 1 bude zavěšeno na nosnících poz.6 dle přílohy 2.



$$G = 2079,72 \text{ N} , \quad Q = 167,75 \text{ N}$$

G zatěžující síla od pracovního válce se zavěšenou poloformou

Q síla od zatížení vlastní hmotností profilu I 10
/viz 4.3.2.1/

$$\uparrow : F_1 - Q + F_2 - G = 0$$

$$F_2 = G + Q - F_1$$

$$U = \sum \frac{F_i^2 \times l_i}{2 \times E \times S} = \frac{h \times (F_1^2 + F_2^2)}{2 \times E \times S}$$

$$\frac{\partial U}{\partial F_1} = 0$$

$$F_1 = \frac{G + Q}{2} = F_2$$

$$F_1 = F_2 = 1123,735 \text{ N.}$$

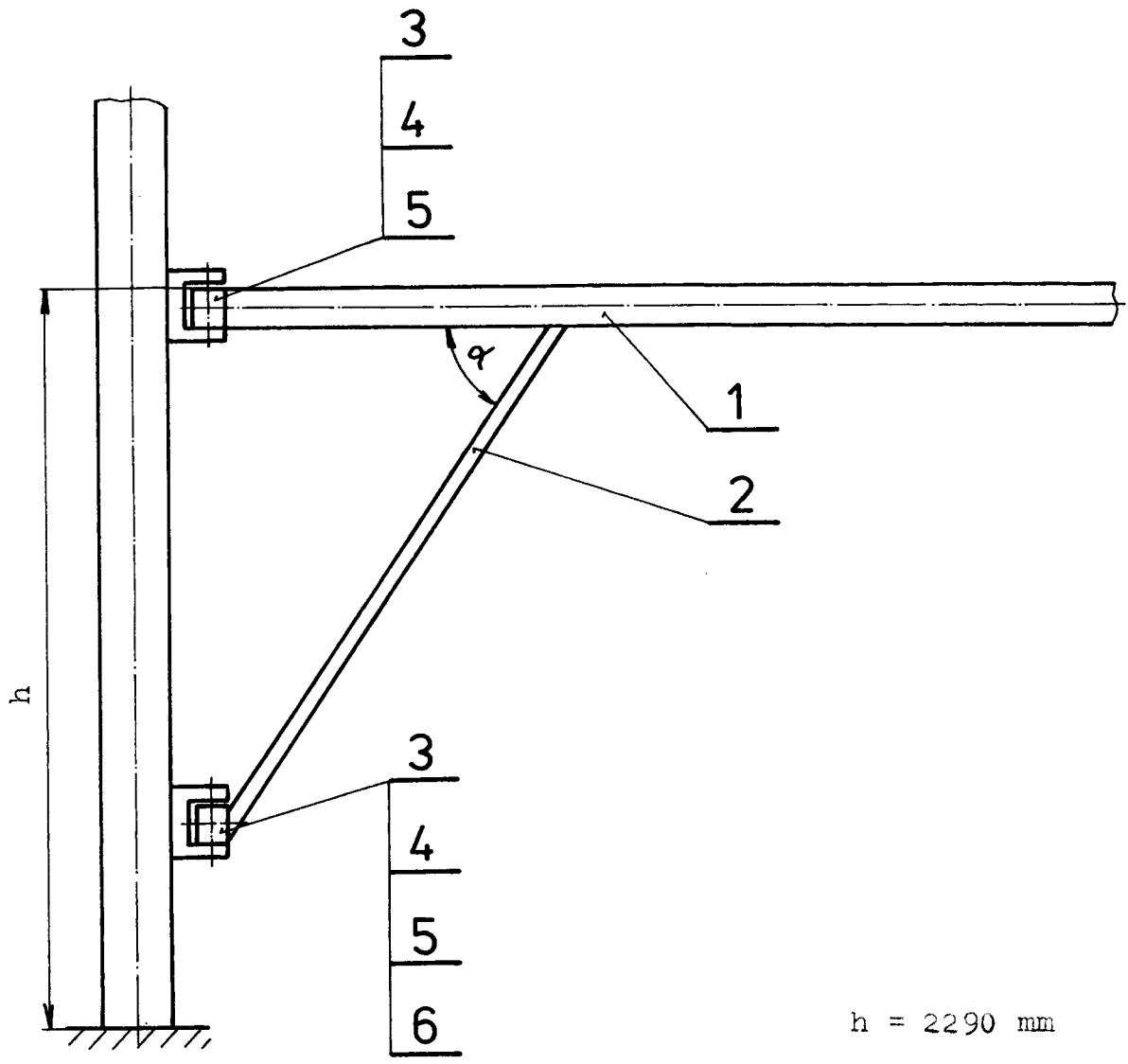
Předběžně volím tyč L 10x10x1 ČSN 42 6949 z materiálu ČSN 11 320 s $S = 0,181 \text{ cm}^2$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$.

$$\sigma = \frac{F}{S} = 62,08 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil L 10x10x1 ČSN 42 6949 vyhovuje.

Zvedací zařízení u stroje typu RETOMAT 20 bude připevněno otočně k levému nosnému sloupu konstrukce poz.4 dle

přílohy 2 v pohledu od formování pod jeřábem. Způsob uchycení je schematicky znázorněn na obr.9.



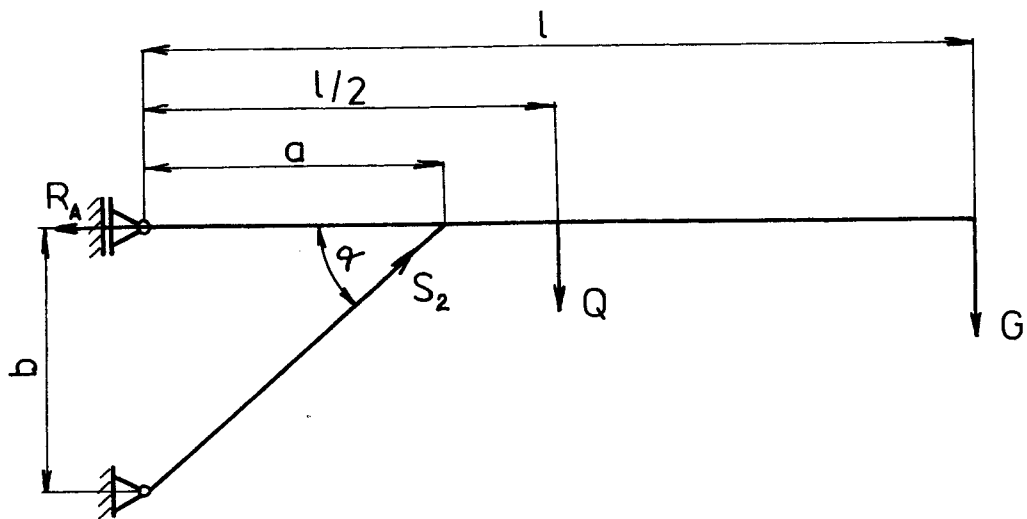
- 1 profil I zvedacího zařízení
- 2 profil [
- 3 čep
- 4 těsnicí kroužky
- 5 kuličkové ložisko dvouřadé naklápěcí
- 6 axiální kuličkové ložisko jednosměrné

Výpočet profilu poz.2:

$l = 2,9 \text{ m} , a = 1 \text{ m} , b = 1,91 \text{ m}$

$G = 2079,72 \text{ N} , Q = 237,265 \text{ N}$

Q síla od zatížení vlastní hmotností profilu I 10 poz.1



$$A) : G \times l + Q \times \frac{l}{2} - S_2 \times a \times \sin \alpha = 0$$

$$S_2 = \frac{2 \times l \times \frac{G}{2} + Q \times l}{a \times \sin \alpha} = 8361,544 \text{ N}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a} = 1,91 \quad \alpha = 62^{\circ}22'$$

Volím tyč [10x10x2 mm ČSN 42 6963 z materiálu ČSN 11 320 s $S = 0,468 \text{ cm}^2$ a výpočtovou pevností $R = 210 \text{ MPa}$.

$$\sigma = \frac{S_2}{S} = 178,66 \text{ MPa} \leq R$$

Navržený profil [10x10x2 ČSN 42 6963 vyhovuje.

4.4. ZARÍZENÍ PRO DOPRAVU TAVENINY

Při návrhu způsobu dopravy taveniny bylo použito stávající ocelové jednodrážky tvořené profilem I 14, kterou navrhuji prodloužit z tavniny podél obou větví válečkové trati. Délka jednodrážky bude asi $l = 60 \text{ m}$, nosnost $n = 400 \text{ kg}$.

Pro dopravu tekutého kovu bude použito zvedacího zařízení licích pánví do obsahu 100 dm^3 TUV 04 5556 výrobce ŠKODA Klatovy. Vlastní pánev bude tvořena grafitovým kelínkem o ob-

jemu 40 dm³, t.j. asi 90 kg natavené slitiny. Označení:
pánev 40 hliník 2,7 ON 04 5546, výrobce Závody V.I.Lenina,
n.p. závod Klatovy.

Zvedací zařízení bude mít elektrické zvedání a naklá-
pění pánve zůstane ruční.

5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Při využití navrženého řešení pískové slévárny se předpokládá zvýšení výroby při snížení fyzicky nejnamáhavější práce a zvýšení hygieny pracoviště.

Při ekonomickém hodnocení z různých hledisek byly porovnávány dva nejčastěji vyráběné odlitky. Jeden zastupuje výrobu strojního formování a druhý ruční výrobu.

Pro strojní formování byl vybrán odlitek 1068 o hmotnosti 0,78 kg. Roční požadavek činí $n = 1000$ kusů, SVC 31 Kčs/kus, norma $t_1 = 3,31$ Nmin. Práce na tomto odlitku je zařazena do 5. třídy, čemuž odpovídá sazba $z_1 = 0,53$ Kčs/kus. Denní produkce při plnění normy na 107 % činí 165 kusů. Denní produkce v SVC 5 115 Kčs. Výroba je prováděna do formovacích rámců o rozměrech 400x300x100/100 mm s obsahem 24 dm³. Na jeden kus odlitku se spotřebuje $m_1 = 43,2$ kg formovací směsi. Racionalizační opatření: převod výroby do formovacích rámců 600x500x100/100 s využitím formovacího uzlu, přenášení forem pomocí zvedacích zařízení, mechanizačních prostředků apod. Do rámu 600x500x100/100 bude umístěno 5 modelů.

Jako představitel ruční výroby byl vybrán odlitek 2145: hmotnost 1,25 kg, roční požadavek $n = 1000$ kusů, SVC 53 Kčs/kus, norma $t_2 = 17,50$ Nmin, v 5. třídě $z_2 = 2,80$ Kčs/kus. Denní produkce při plnění normy na 107 % činí 31 kusů, denní produkce v SVC 1643 Kčs, výroba do formovacích rámců 400x300x100/150 o obsahu 30 dm³ formovací směsi, spotřeba formovací směsi $m_2 = 54$ kg na jeden odlitek. Racionalizační opatření: převedení výroby na strojní formování s využitím formovacího uzlu apod. I v tomto případě se počítá s použitím jednotného druhu rámu o rozměrech

600x500x100/100, do kterého bude umístěno 5 modelů.

Při využití tohoto návrhu vznikne řada výhod. Dojde ke zlepšení povrchu odlitek strojním formováním, dále ke snížení namahavosti slévačů, slévárenských dělníků. Rovněž dojde ke snížení nákladů na různé rozměry formovacích rámců z důvodu přechodu na používání jednotného druhu.

5.1. Z HLEDISKA SPOTŘEBY FORMOVACÍ SMĚSI

1. Odlitek 1068.

Rám 600x500x200 mm.

Obsah formovací směsi $V = 60 \text{ dm}^3$.

Spotřeba formovací směsi na 5 odlitek:

$$M = V \times \rho_p = 60 \times 1,8 = 108 \text{ kg}$$

ρ_p specifická váha formovací směsi /g/m³/

Spotřeba formovací směsi na jeden odlitek:

$$M_1 = \frac{M}{5} = 21,6 \text{ kg}$$

Snížení spotřeby formovací směsi:

$$\Delta_1 = m_1 - M_1 = 21,6 \text{ kg},$$

což je snížení o polovinu. Při ročním požadavku 1000 kusů bude úspora formovací směsi činit 21,6 tuny.

2. Odlitek 2145.

Rám 600x500x200 mm.

$V = 60 \text{ dm}^3$, $M = 108 \text{ kg}$, $M_1 = 21,6 \text{ kg}$.

Snížení spotřeby formovací směsi:

$$\Delta_2 = m_2 - M_1 = 32,4 \text{ kg}.$$

Při ročním požadavku 1000 kusů bude úspora formovací směsi činit 32,4 tuny.

5.2. Z HLEDISKA SNÍŽENÍ NOREM

1. Odlitek 1068.

Práce dělníků bude zařazena do 5.třídy se sazbou

$$z = 0,26 \text{ Kčs/kus a } t_a = 1,625 \text{ Nmin/kus}$$

Úspora času:

$$\Delta t = t_1 - t_a = 1,685 \text{ Nmin/kus}$$

Úspora mezd:

$$\Delta z = z_1 - z = 0,27 \text{ Kčs/kus}$$

$$\Delta z_1 = \Delta z \times n = 270 \text{ Kčs,}$$

což odpovídá výkonu jednoho slévače za tři směny.

2. Odlitek 2145.

Práce bude opět zařazena do 5.třídy se sazbou

$$z = 0,30 \text{ Kčs/kus a spotřebou času } t_b = 1,875 \text{ Nmin/kus.}$$

Úspora času:

$$\Delta t = t_2 - t_b = 15,625 \text{ Nmin/kus.}$$

Úspora mezd:

$$\Delta z = z_2 - z = 2,50 \text{ Kčs/kus}$$

$$\Delta z_2 = \Delta z \times n = 2500 \text{ Kčs,}$$

což odpovídá práci jednoho slévače po dobu 250 Nhod.

5.3. Z HLEDISKA ZVÝŠNÍ PRODUKTIVITY PRÁCE

1. Odlitek 1068

$$t_s = 480 \text{ min}$$

t_s doba trvání jedné směny

$$n_1 = \frac{t_s}{t_a} / k + 1 / = 336 \text{ kusů/směnu}$$

$k = 0,14$ koeficient ztrát.

Využitím nového způsobu výroby se produktivita práce zvýší na 336 kusů za směnu, t.j. o 103,6 %.

Přínos denního výkonu v SVC:

$$\Delta = n_1 \times 31 - 5115 = 5301 \text{ Kčs/směnu}$$

2. Odlitek 2145.

$$n_2 = \frac{t_s}{t_b} / k + 1 / = 291 \text{ kusů/směnu.}$$

V tomto případě se produktivita práce zvýší na 291 kusů za směnu, t.j. o 838,7 %. Přínos denního výkonu v SVC:

$$\Delta = n_2 \times 53 - 1643 = 13780 \text{ Kčs/směnu.}$$

Tento značný rozdíl je způsoben převedením výroby na strojní formování s využitím formovacího uzlu a přejitím na jednotný druh rámu, ve kterém bude umístěno 5 modelů na jednu.

5.4. Z HLEDISKA SNÍŽENÍ PRACNOSTI

Při využití tohoto návrhu uspořádání dojde ke značnému snížení pracnosti. Kvalifikovaní formíři nebudou odnášet zaformované rámy na licí pole do vzdálenosti až 7 metrů, nebudou muset sami formy odlévat. Dojde ke snížení počtu vedlejších pracovních úkonů a jejich náročnosti jak časové, tak i na fyzickou námahu dělníků. V současné době jsou na 1.směně ve strojní formovně 4 formíři a 3 pomocní dělníci, kteří zároveň obsluhují ruční formování. Při novém uspořádání nedojde k úspoře pracovníků. Pomocným dělníkům se změní skladba práce. Jeden bude zabezpečovat odlévání složených forem a další dva budou vytlukat ochlazené rámy. Fyzická náročnost jejich práce se proti stávajícímu stavu sníží. /odpadne ruční vytloukání odlitků, přenášení prázdných i

i zaformovaných rámech a kelímků taveniny, ruční stahování
vratné směsi na podlahové rošty apod./

6. Z Á V Ě R

Úkolem diplomové práce byl návrh a konstrukční zpracování mechanizace strojního formování s hlavním cílem nového uspořádání formovny při požadavku co nejnižších investičních nákladů a tím co nejvyššího využití stávající technologie.

Požadavek co nejnižších investic je splněn využitím stávajících formovacích strojů, které budou přemístěny do formovacího uzlu umístěného v pravé polovině haly při pohledu od vytloukání. Navrženým uspořádáním rovněž dojde k úspore potřebné formovací směsi, bude dosaženo požadované zvýšení produktivity práce při současném snížení pracnosti, fyzické namáhavosti při nezměněném stavu pracovních sil a zvýšení hygieny práce.

Závěrem diplomové práce bych chtěla poděkovat vedoucímu práce s.ing.Simonovi a konzultantům s.ing. Grünfeldovi, s.Drlíkovi za cenné rady a připomínky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ŠIROKICH, J. a kol.: Zařízení sléváren, 1.vyd. PRAHA 1968
- GRÜNFELD, P. : Studie mechanizace pískové slévárny k.p.
ELITEX Mšeno n.N., DF - ST- 1577/80
- BÁRTLOVÁ, A.: Pomůcka pro navrhování ocelových konstrukcí pozemního stavitelství.
2.vyd. ČVUT PRAHA 1968
- ČSN 73 1401
- ČSN 73 0115
- FERTIGUNGSPROGRAMM: Ausgabe 1971