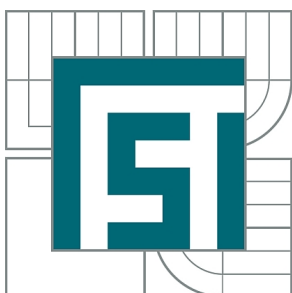




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# OPTIMALIZACE USPOŘÁDÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH PRACOVÍŠŤ VE SPOLEČNOSTI SLOVARM

OPTIMAL LAYOUT OF TECHNOLOGICAL WORKPLACES AT SLOVARM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JÁN PODZÁMSKY

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ROMAN KUBÍK, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

student(ka): Bc. Ján Podzámsky

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Optimalizace uspořádání technologických pracovišť ve společnosti Slovarm**

v anglickém jazyce:

#### **Optimal layout of technological workplaces at Slovarm**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je optimalizovat uspořádání technologických pracovišť s cílem minimalizovat meziobjektové a vnitroobjektové materiálové toky.

Cíle diplomové práce:

1. Analýza současné situace v podniku Slovarm
2. Identifikace kritických míst současné dispozice
3. Návrh možných variant řešení (vč. předpokládaných nákladů a přínosů)
4. Výběr optimální varianty a její konečné ekonomické zhodnocení

Seznam odborné literatury:

1. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
3. SAMEK, J. Modely optimálního rozmístění výroby. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.
4. SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
5. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 21.11.2011

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Úlohou tejto práce je optimalizovať usporiadanie pracovísk v rámci firmy Slovarm a.s, čo sa aj úspešne podarilo. Za pomoci postupov z oblasti technologického projektovania vznikol návrh, ktorý vychádzal z požiadaviek vedenie spoločnosti. Celému procesu riešenia predchádzalo teoretické objasnenie problematiky a vysvetlenie základných pojmov, ako aj charakteristika a technický popis firmy ako celku. Následným prevedením analýz a rozborov sa došlo k rôznym variantom riešenia, z ktorých bol vybraný jeden najvhodnejší. Ten bol detailne rozpracovaný a jeho kladné následky vyjadrené v technicko-ekonomickom zhodnotení.

### Kľúčové slová

rozmiestnenie, materiálový tok, obrobňa, manipulácia, náklady

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is the layout optimization of workplaces within the firm Slovarm Ltd., which was successfully done. By using the procedures of technological design was made the layout, which is based on requirements of company management. The process of solving problems was preceded by a theoretical clarification and explanation of basic concepts, as well as the characterization and technical description of the company as a whole. Subsequent analyses showed different variants from which was chosen the best one. It was elaborated in details and its positive effects were measured in technical-economic evaluation.

### Key words

layout, material flow, machine shop, manipulation, costs

## BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

PODZÁMSKY, Ján. *Optimalizace uspořádání technologických pracovišť ve společnosti Slovarm*. Brno 2012. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 60 s. příloh. Vedoucí práce.

### ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému **Optimalizace uspořádání technologických pracovišť ve společnosti Slovarm** vypracoval(a) samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

25.5. 2012

-----  
Dátum

-----  
Bc. Ján Podzámsky

## **POĎAKOVANIE**

Ďakujem týmto Ing. Romanovi Kubíkovi, Ph.D za cenné pripomienky a rady pri vypracovávaní diplomovej práce a samozrejme aj pánovi Petrovi Kotvanovi, aktuálnemu obchodnému zástupcovi a bývalému výrobnému riaditeľovi firmy Slovarm, za ochotu poskytnúť všetky potrebné informácie a za konzultácie počas riešenia.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
ČESTNÉ PREHLÁSENIE .....	5
POĎAKOVANIE .....	6
OBSAH .....	7
ÚVOD.....	9
1 Formulácia problematiky a zhodnotenie súčasného stavu.....	10
1.1 Všeobecné princípy technologického projektovania .....	10
1.1.1 Použité grafické a grafoanalytické prostriedky rozboru a hodnotenia ...	11
1.1.2 Návrhové metódy .....	15
1.1.3 Výber optimálneho variantu .....	17
1.1.4 Základné spôsoby rozmiestňovania strojov a pracovísk .....	17
1.1.5 Zásady rozmiestňovania strojov v dispozičnom riešení .....	20
1.3 História a súčasnosť firmy Slovarm a.s. ....	23
1.4 Popis aktuálneho stavu výroby .....	25
2 Analýza materiálového toku .....	27
2.1 Voľba reprezentanta .....	27
2.2 Detailný popis toku .....	30
2.2.1 Postupové grafy .....	37
2.2.2 Tabuľka vzťahov .....	39
2.2.3 Šachovnicová tabuľka .....	40
2.2.4 Sankeyov diagram .....	40
2.3 Súhrn a identifikácia kritického miesta.....	40
2.3.1 Popis kritického miesta.....	41
3 Návrh riešení a výber optimálnej varianty umiestnenia .....	43
3.1 Súradnicová metóda.....	43
3.2 Určenie vhodných lokalít.....	44
3.3 Porovnanie predpokladov vytipovaných lokalít .....	44
3.3.1 Plošné predpoklady.....	44
3.3.2 Porovnanie výhod a nevýhod .....	46
3.3 Výber lokality .....	46
4 Možnosti realizácie .....	47
4.1 Výhody a nevýhody jednotlivých variantov .....	47
4.1.1 Variant A .....	47
4.1.2 Variant B .....	48

4.1.3 Variant C .....	49
4.2 Váhové hodnotenie.....	50
4.2.1 Variant A .....	51
4.2.2 Variant B .....	52
4.2.3 Variant C .....	53
4.3 Zhodnotenie výsledkov .....	54
5 Rozpracovanie .....	55
6 Finálne zhodnotenie.....	57
6.1 Priame technicko-ekonomické následky.....	57
6.1.1 Úspory dráhy a času .....	57
6.1.2 Ekonomické zhodnotenie .....	58
6.1.3 Náklady na realizáciu .....	61
6.2 Potenciálne zisky (úspory).....	62
7 Záver.....	64

## ÚVOD

Súčasný systém (trhová ekonomika) je založený na slobode podnikania a voľnej súťaže. Základným znakom tohto systému je konkurencia, ktorá existuje v každom odvetví a núti účastníkov odlíšiť sa od zbytku a byť lepšími. V priemysle to znamená vytvoriť čo najväčšiu hodnotu za čo najmenšie náklady a čo najkratší čas. Jediný spôsob ako to môže firma dosiahnuť je neustále sa zlepšovať a prispôbovať sa novým trendom.

Touto cestou sa vydala aj firma *Slovarm* (obr.1), ktorá aj napriek viac ako storočnej tradícii vo výrobe armatúr nezaostáva a nespolieha sa len na vybudované „meno“. Ale práve naopak, neustále sa zlepšuje, modernizuje a hľadá nové riešenia. Z dôvodu neustáleho zvyšovania cien energií, materiálu a narastajúcemu tlaku zákazníkov na cenu je nutné znižovať náklady na výrobu, s podmienkou zachovania pôvodnej kvality. Toto sa docieli len neustálou inováciou výrobného programu a výrobnej základne podniku.

Slovarm je kľúčový výrobca domových a bytových armatúr, ako aj komponentov pre rozvody vzduchu, studenej a teplej vody, pary a ústredného vykurovania v strednej a východnej Európe. Jedným z jej významných zákazníkov je aj firma Pipelife, s ktorou Slovarm udržiava dobré obchodné vzťahy už niekoľko rokov. V zmysle zlepšovania služby pre zákazníka, sa rozhodlo o optimalizácii materiálového toku viac ako miliónovej série tzv. zástrekov smerujúcej práve k tomuto stálemu obchodnému partnerovi.



Obr. 1 Slovarm a.s.

## 1 FORMULÁCIA PROBLEMATIKY A ZHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU

Úlohou práce je analýza súčasného usporiadania technologických pracovísk v spoločnosti Slovarm a.s, s následným návrhom efektívnejších riešení rozloženia pracovísk za účelom minimalizácie dĺžky vnútroobjektových a mimoobjektových materiálových tokov. S ohľadom na rozlohu výrobného závodu, jeho kapacity a želania vedenia spoločnosti sa optimalizácia týka súboru technologických pracovísk v rámci výroby tzv. zástrekov.

Celkovo sa vyrába 6 typov zástrekov, z ktorých jeden má najväčší podiel na celkovej produkcii a sám tvorí 1. sledovaný materiálový tok. Ďalších 5 predstavuje druhý materiálový tok. Všetky typy majú veľmi podobné alebo identické výrobné postupy, ktorých výsledkom je spoločná produkcia viac ako miliónovej série.

Pri zložitosti a rozsahu daného problému bolo nutné v analýze stávajúceho stavu a následnom riešení aplikovať niektoré z metód technologického projektovania, ktoré sú definované v nasledujúcej kapitole.

### 1.1 Všeobecné princípy technologického projektovania

Technologické projektovanie je konštrukčná činnosť, ktorá má technicko-ekonomický charakter. Zaoberá sa spracovaním variantov technológie výroby, montážou strojných zariadení a technicko-organizačnými variantmi usporiadania výrobných systémov.(3)

Najdôležitejšou časťou projektovej dokumentácie je návrh dispozičného riešenia rozmiestnenia strojov a zariadení, na ktoré nadväzuje stavebné riešenie budovy, rozvodov energií, osvetlenia, ergonómia pracovísk, bezpečnosť a následné ekonomické vyhodnotenie celého projektu.(1)

Základ pre zostavenie dobrého technologického návrhu je dodržanie správneho metodologického postupu. Príprava návrhu je cyklická práca prebiehajúca v nasledujúcich krokoch(1):

- diagnostika,
- zber informácií,
- rozbor aktuálneho stavu,
- návrh,
- realizácia.

**Diagnostika** je rýchly orientačný prieskum identifikujúci hlavné nedostatky, ktorý vymedzuje nasledujúci postup prác v ďalších fázach projektového navrhovania. Preto je zapotreby, aby bola prevedená kvalifikovanými a skúsenými pracovníkmi, ktorý majú ucelenejší pohľad na problematiku z hľadiska jej komplexnosti. (1)

**Zber informácií** je nevyhnutnou súčasťou celého procesu. Adekvátne informácie sú získavané organizovaným a systematickým získavaním z pozorovania výrobného procesu alebo z vnútropodnikovej či inej databázy. Observačné

informácie sú veľakrát cennejšie a lepšie odrážajú reálny stav, no ich dostupnosť je značne obmedzená. Následne spracované dáta vo forme tabuliek, grafov apod. slúžia ako podklady pre ďalšiu etapu projektovania. (1)

**Rozborová fáza** býva časťou, kde vznikajú možné smery návrhových riešení. Rozbor by preto mali opäť zaisťovať skúsenejší odborníci, aby bola zaručená jeho všestrannosť z rôznych hľadísk (technika, ekonómia, ergonómia, atd.). (1)

Medzi základné metódy rozboru patria (1) :

- štandardizácia,
- vybavenosť výroby strojmi a zariadeniami a ich využitie,
- technického stavu základných prostriedkov,
- úroveň mechanizácie a automatizácie výrobného procesu,
- toku materiálu a manipulačných prostriedkov,
- časové rozbor výroby a manipulácie,
- stávajúceho dispozičného riešenia, stavu výrobných hál,
- ergonomických vplyvov,
- vekové, kvalifikačné štruktúry pracovných síl,
- úrovne riadenia a použitá riadiaca technika.

**Návrh** je individuálnou záležitosťou projektanta, keď na základe rozboru vzniknú rozličné varianty. Tieto možnosti by mali odrážať najnovšie trendy a poznatky vedy a techniky v danom obore. Tvorba návrhov je kreatívna činnosť produkujúca unikátne riešenia pri rešpektovaní všetkých väzieb, ktoré majú na riešený problém vplyv. Dôležitý je teda aj istý nadhľad, schopnosť využívať vzorové aplikácie a ich úpravu na konkrétny problém. Súčasťou bývajú návrhy nábehu výroby, ekonomické zhodnotenia, časový plán realizácie. Nakoniec je vybraný najvhodnejší variant k realizácii.(1)

**Realizácia**, ako dokončenie prípravného procesu preverí celú doterajšiu činnosť. Ide o finálne zavedenie návrhu do praxe, ktoré môže byť realizované dodavateľsky, vo vlastnej réžii alebo kombinovane. Je vhodné, aby priebežná doba realizácie projektu bola čo najkratšia. Završením je potom stále zaradenie projektového riešenia do výrobného procesu, ktorý je neustále sledovaný a vyhodnocovaný v kontraste s predpokladanými cieľmi podniku.(1)

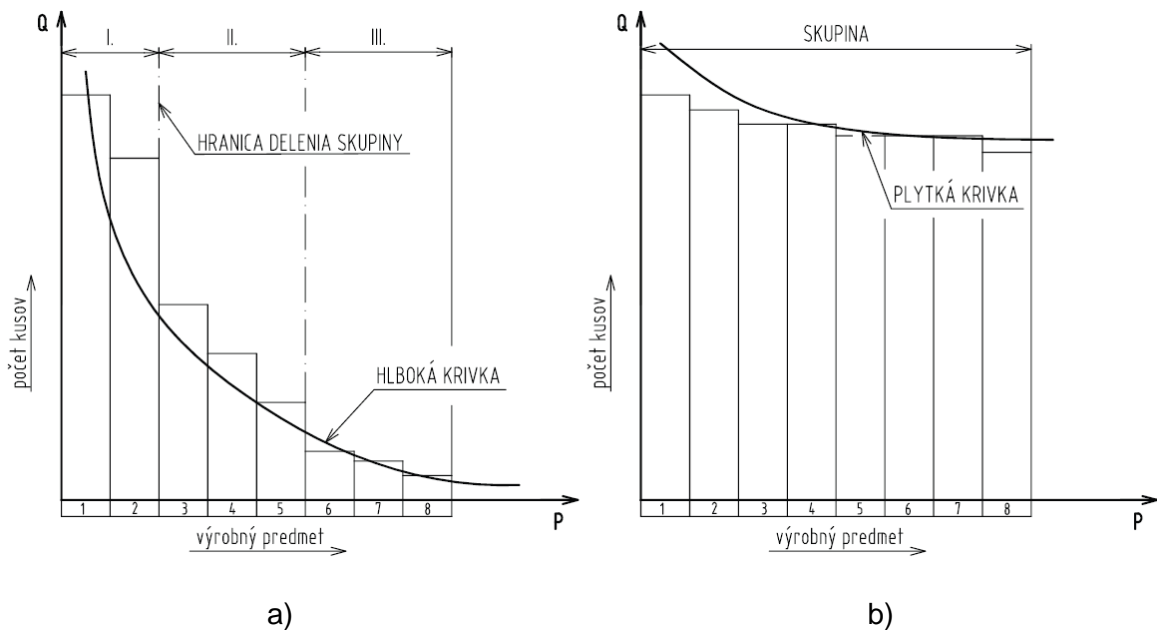
### 1.1.1 Použité grafické a grafoanalytické prostriedky rozboru a hodnotenia

Analýza súčasného stavu hrá v predprojektovej príprave veľmi dôležitú úlohu. Poskytuje široký prehľad o stávajúcom výrobnom programe, súčiastkovej základni, materiálovom toku a iných technologických a výrobných faktoroch. Týchto grafoanalytických prostriedkov sa v projekčnej praxi vyskytuje celá rada. Je nutné zdôrazniť, že sa nejedná len o informačné pomôcky, ale že tieto prostriedky hrajú veľmi dôležitú úlohu aj v etape vlastného návrhu.(3)

### P-Q diagram (3)

Sériovosť a opakovateľnosť značne ovplyvňuje nielen návrh výrobných technológií, ale tiež napr. otázky dispozičného riešenia, toku materiálu apod.

P-Q diagramy ( P – product, výrobok; Q – quantity, množstvo) sa používajú k zaznamenaniu sériovosti výroby jednotlivých skupín výrobkov alebo typov súčastí. V podstate existujú len dva typy P – Q diagramov – s hlbokou a plytkou krivkou (viz. obr 1.1).



Obr.1.1 P-Q diagram s: a) hlbokou krivkou b) plytkou krivkou. (5)

Pokiaľ má krivka hlboký tvar, znamená to, že existujú značné rozdiely vo vyrábanom množstve a je vhodné pristúpiť k jej členeniu na viac úsekov. Deliacia hranica týchto úsekov je určená tak, aby výslednej charakteristike nových úsekov zodpovedali pokiaľ možno plytké krivky.

### Postupové grafy

Dávajú grafický prehľad o pracovných procesoch spolu s ich trvaním prípadne dĺžkou alebo prenášanou váhou.

Pomocou nich sa graficky znázorňujú pracovné deje, týmito značkami (4):

- - technologická činnosť,
- - kontrolná činnosť,
- ⇒ - manipulácia,
- ◊ - príprava na manipuláciu,

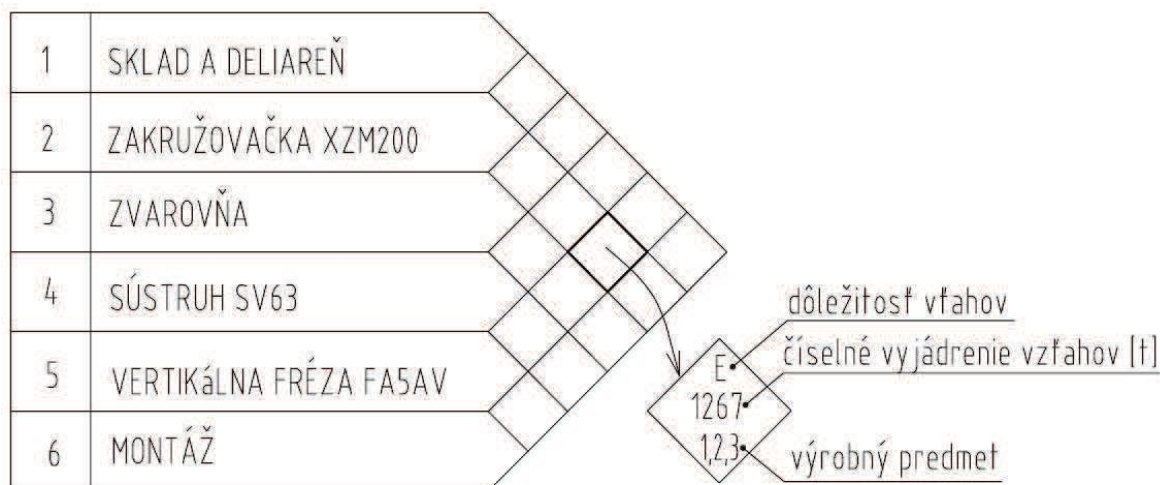
D - krátkodobé čakanie na operáciu,

▽ - skladovanie.

Niektoré značky prechádzajú modifikáciou napr. pridaním písmena nad značku manipulácie sa špecifikuje dopravný prostriedok, akým je vykonávaná (J- žeriav, VZ- vysokozdvížný vozík). Všetky značky sa spájajú čiernou čiarou, na ktorých sa u zložitejších postupoch šípkami udávajú smery toku materiálu. (2)

### Křížová tabuľka vzťahov (3)

V tejto tabuľke (obr. 1.2) sú zachytené vzájomné vzťahy a väzby medzi pracoviskami. Do buniek, obvykle do hornej polovice, sú zapisované dôležitosti vzájomných vzťahov a do spodnej časti sú zaznamenávané dôvody tejto dôležitosti a prípadne zoznam výrobkov spájajúcich obe pracoviská. Tabuľka môže byť pre lepšiu prehľadnosť vyfarbená podľa doplňujúcej legendy (viz tab. 1.1). Pri jej zhotovovaní musia byť tiež dopredu definované pevnostné vzťahy a väzby medzi pracoviskami a ich vzájomná dôležitosť.



Obr. 1.2 Křížová tabuľka vzťahov (5)

Pevnostné vzťahy a väzby sa klasifikujú slovné, znakovo a farebne v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 1.1 Tabuľka pevnostných väzieb. (1)

Znak	Väzba	Farba
A	Absolútne nutná	Red
E	Eminentne nutná (nevyhnutná)	Yellow
I	Imperatívna (dôležitá)	Green
O	Obyčajná, bežná	Blue
U	Už nevýznamná, nedôležitá	White
X	Nežiaduca	Brown
XX	Zakázaná	Black

### Šachovnicová tabuľka (3) (4)

Patrí k základným nástrojom rozboru a modelovania výrobného procesu. Zachycuje prepravu materiálu medzi jednotlivými pracoviskami alebo objektmi za určité časové obdobie, najčastejšie sa udáva v jednotkách t/rok prípadne kg/rok.

Slúži ako jedna zo základných pomôcok pri spracovaní návrhu dispozičného riešenia a vlastného rozmiestňovania výrobných strojov alebo pracovísk. Taktiež slúži ako podklad pri tvorbe sankeyovho diagramu.

Pre každú správne zostavenú šachovnicovú tabuľku (obr. 1.3) musí platiť, že po prevedenom súčte na konci každého stĺpca aj riadku, musí byť prepravované množstvo do a z daného pracoviska (objektu) zhodné. Rovnako súčet posledného riadku a stĺpca musí byť rovnaký.

Kam odkud	VEN	ÚSM	MD1	MD2	MD3	TZ	PÚ	MON	EXP	ŠROT	Σ
VEN		28600	-	-	-	-	-	-	-	-	28600
ÚSM	-		2860	8580	11440	-	-	5720	-	-	28600
MD1	-	-		-	-	-	-	1872	-	988	2860
MD2	-	-	-		-	5619,9	-	5619,9	-	2960,1	14199,9
MD3	-	-	-	-		-	7493,2	7493,2	-	3946,8	18933,2
TZ	-	-	-	5619,9	-		-	-	-	-	5619,9
PÚ	-	-	-	-	7493,2	-		-	-	-	7493,2
MON	-	-	-	-	-	-	-		20705,1	-	20705,1
EXP	20705,1	-	-	-	-	-	-	-		-	20705,1
ŠROT	7894,9	-	-	-	-	-	-	-	-		7894,9
Σ	28600	28600	2860	14199,9	18933,2	5619,9	7493,2	20705,1	20705,1	7894,9	155611,3

[t/rok]

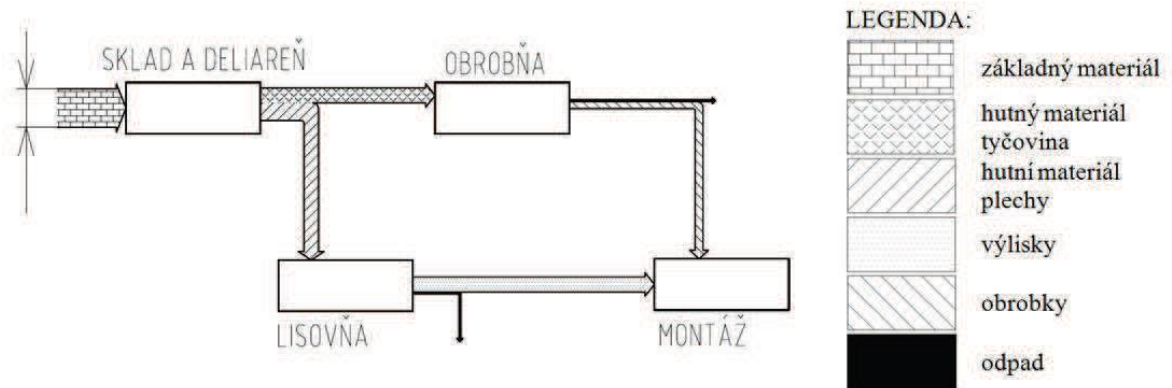
Obr. 1.3 Šachovnicová tabuľka prepráv (7)

### Sankeyov diagram (3) (4)

Pri navrhovaní dispozičného riešenia pracovísk vo výrobnom podniku je používaný Sankeyov diagram (obr. 1.4), ktorý graficky znázorňuje intenzitu toku materiálu. Podmienkou pre jeho zostavenie je kvantifikácia všetkého materiálového toku (aj odpad).

Jeho charakteristické znaky sú, že šípka ukazuje smer toku materiálu, šírka šípky zodpovedá prepravovanému množstvu, rovnako ako dĺžka, ktorá by mala korešpondovať s realitou, samozrejme v určitom merítku. Pri ich zakresľovaní sa odlišujú farbami v závislosti od toho, aký druh materiálu predstavujú resp. od stupňa rozpracovania výrobku. Preferovanou jednotkou pri zobrazovaní toku materiálu je t/rok, ale zobrazujú sa ním aj toky energie, informácií či ľudí. Pre zhotovenie týchto diagramov existujú komerčné aplikácie ako napr. *e!Sankey* (bol

využitý aj v tejto práci), Sankey editor ,ale je možné ich vytvoriť aj programoch, ktoré na to nie sú prednostne určené (Excel, Matlab).



Obr. 1.4 Sankeyov diagram. (5)

### 1.1.2 Návrhové metódy

Existuje veľa návrhových metód a tie by mal projektant v priebehu projektovania kombinovať tak, aby výsledok obsahoval všetky relevantné pohľady na riešenie.

Najužívanejšie metódy (1):

- metóda využívajúca schému viacpredmetového sledu činností,
- kruhová metóda,
- trojuholníková metóda hodnotenia vzťahov,
- prostá trojuholníková metóda,
- metóda S.L.P.,
- metóda ťažiska,
- metóda súradníc,
- metóda postupnosti operácií,
- metóda vyhodnocovania medzidielenských vzťahov,
- metóda k posúdeniu možností vytvárania špecializovaných dielní,
- metóda CRAFT.

Z dôvodu jednoduchosti a poskytnutia presného numerického vyjadrenia žiadanej informácie sa v ďalšom riešení použila len metóda súradníc, ktorá je podrobnejšie definovaná v nasledujúcom bode.

#### Metóda súradníc (1)

Je to univerzálna metóda (obr. 1.5), založená na využití matematicko-grafického riešenia, ktorá sa používa hlavne v prípadoch, keď hľadáme k pracovisku vhodné

umiestnenie v objekte. Toto pracovisko musí mať silný vzťah k iným pracoviskám nachádzajúcim sa v tomto objekte.

### Postup

Jednotlivé objekty si vo vhodnej mierke vyznačíme do súradnicového systému X,Y. Sú tu teda svojimi súradnicami  $x_i$ ,  $y_i$  zobrazené všetky objekty so vzájomným vzťahom aj vo vzťahu k počiatku.

Centrálny objekt  $H$  má rôzne kooperačné vzťahy k ďalším uvedeným objektom, ktoré si vyjadríme pomocou  $q_i$  (môže to byť súčiniteľ hmotností, početnosť spojení, atd.). Pri hľadaní optimálneho umiestnenia  $H$  hľadáme také súradnice X, Y, pri ktorých je najmenšia hodnota  $\sum x_i \cdot q_i$  a  $\sum y_i \cdot q_i$ . 1

Súradnice centrálneho objektu teda vypočítame zo vzťahu 1 :

$$X = \frac{\sum_i^n X_i \times q_i}{\sum_i^n q_i} \quad (1)$$

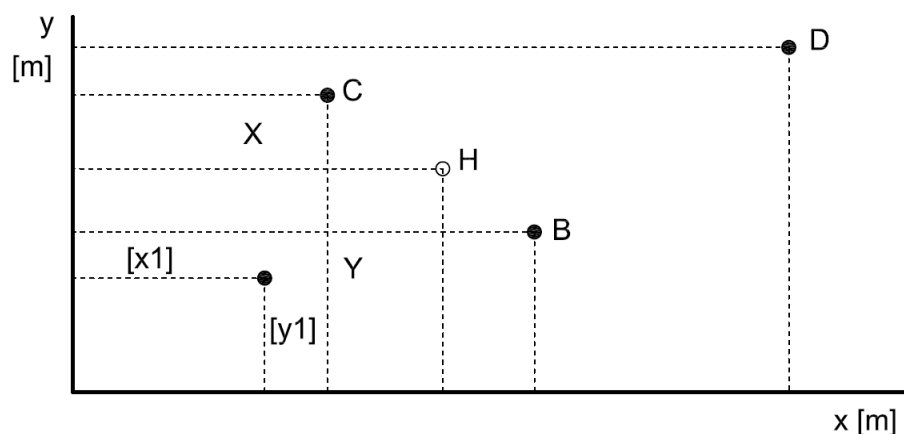
$$Y = \frac{\sum_i^n Y_i \times q_i}{\sum_i^n q_i} \quad (2)$$

kde X,Y – hľadané súradnice objektu  $H$

$x_i$ ,  $y_i$  – súradnice daných objektov

$i$  – 1,2,3.....n

$q_i$  – hodnota vzťahu medzi danými objektmi  $i$  s centrálnym objektom  $H$



Obr. 1.5 Súradnicová metóda (1)

### 1.1.3 Výber optimálneho variantu

Obmedzenie subjektívneho činiteľa na najmenšiu mieru vedie k tomu, aby každý projekt bol riešený vo viacerých variantoch. Z tých bude vybraná jedna, ktorá sa bude zdať najlepšia. V záujme objektivity sa pri tvorbe variantov nezavrhujú žiadne možné smery riešenia. Varianty sa vypracujú „na hrubo“ v podobe návrhov hlavných vzťahov a orientačnom riešení dispozícií jednotlivých pracovísk. V závere sa uvedú pri každom variante jeho výhody a nevýhody, po ktorých spracovaní sa vyberie najlepší alternatíva. Tá sa následne hlbšie rozpracuje. (3)

Zvyčajné je tiež technicko-ekonomické porovnávanie variantov. Štruktúrnou časťou tejto komparácie sú textové analýzy a ekonomické prepočty.

V práci sa pre výber optimálnej varianty použila (3):

- **textová analýza** - obsahuje zadanie, klady a zápory variantu, realizačné opatrenia a vyhodnotenie s jednoznačným záverom
- **váhové hodnotenie** je metóda na určenie stupňa plnenia cieľov. Pri výbere variantu váhovým hodnotením je nutné zaviesť kritéria, ktoré technologicky, ekonomicky a logisticky charakterizujú daný problém. Vzhľadom k vážnosti kritéria by mala byť ku každému pridelená jeho váha, pri čom platí - čím väčšie číslo tým je kritérium dôležitejšie. K týmto kritériám sú pridelené body s ohľadom na úroveň splnenia jednotlivých kritérií. Opäť platí že čím vyššie číslo tým vyššia úroveň plnenia. Vynásobením váhy a pridelených bodov sa získa váhové hodnotenie kritéria, následným súčtom týchto hodnotení sa dostane váhové hodnotenie variantu. Logicky vyplýva, že variant s najvyšším váhovým hodnotením je považovaný za ten najvhodnejší.

### 1.1.4 Základné spôsoby rozmiestňovania strojov a pracovísk

Pri rozmiestňovaní strojov a pracovísk vychádzame z výsledkov prevedených návrhových metód a rozborov. Rozmiestnenie by malo byť optimálne vhladom k základným požiadavkám (hospodárnosť výroby, prehľadnosť usporiadania, minimálna manipulácia, minimálny zabraný priestor, bezpečnosť atd.). (1)(3)

Rozlišujeme tieto spôsoby usporiadania(3):

- voľné
- technologické
- predmetové
- modulárne
- bunkové a hniezdové.

Z ktorých práve technologické usporiadanie je to, ktoré sa vyskytuje aj v projekte a bude podrobnejšie opísané.

#### **Technologické usporiadanie (1) (3)**

V technologických postupoch sú operácie zlučované podľa príbuznosti a rovnako tak sú stavané aj stroje. Napríklad všetky operácie týkajúce sa zvárania sa

vykonávajú v zvarovni alebo obrábacie operácie v obrobní. Ak sa pohľad na vec ešte prehĺbi, potom sa môžu v technologickom usporiadaní obrobne vyskytnúť zvlášť stavané sústruhy a zvlášť frézy atď. Tvoria sa teda skupiny rovnakých strojov.

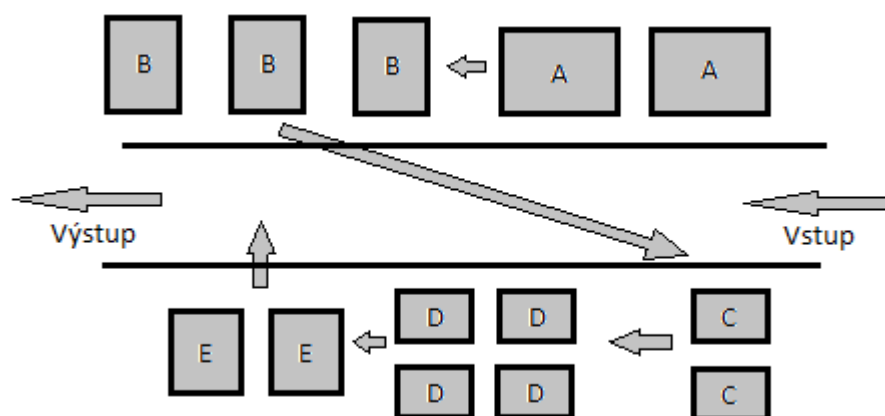
Sortiment vyrábaných súčastí je tu tak rozdielny, že nie je možné určiť jednotný smer materiálového toku.

Výhody:

- zmena výrobného programu nenaruší výrobu
- ľahké zavedenie viacstrojovej výroby
- lepšie využitie strojov
- ľahšia údržba
- poruchy jednotlivých strojov menej narušujú celú výrobu
- klesá spotreba nástrojového vybavenia
- majstri sú špecializovaní podľa profesií.

Nevýhody:

- komplikovaný dlhý tok materiálu
- rastú náklady na dopravu
- dlhá priebežná doba
- rast nárokov na centrálny medzisklad
- rastie objem obežných prostriedkov



1.6 Schéma technologického usporiadania (7)

### Voľné usporiadanie (1) (3)

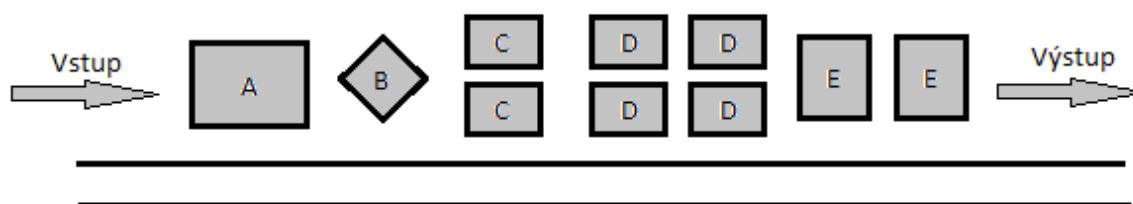
Ide o usporiadanie, pri ktorom sú stroje (pracoviská) situované v dielni náhodne. Voľné usporiadanie (obr. 1.7) sa volí tam, kde nie je možné popredu určiť smer materiálového toku alebo nadväznosť výroby. Býva volené hlavne v prototypových a údržbárskych dielňach. .



Obr 1.7 Schéma voľného usporiadania (7)

### Predmetné usporiadanie (1) (3)

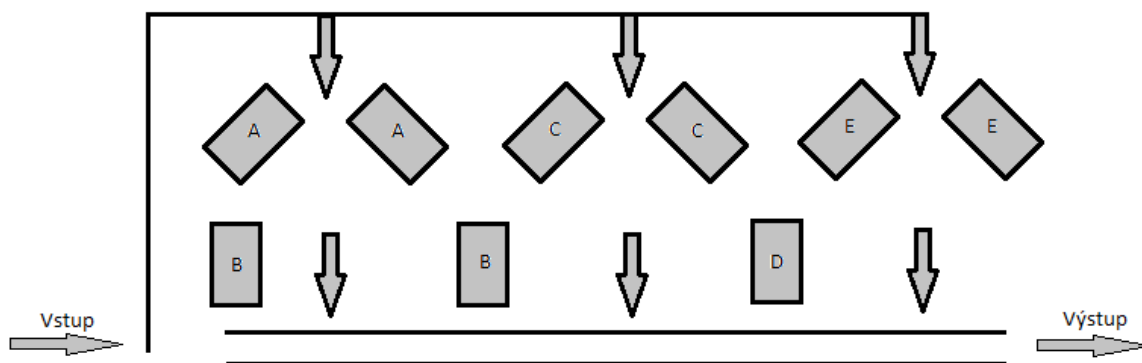
Charakteristickým znakom predmetového usporiadania (obr. 1.8) je rozmiestnenie strojov (pracovísk) podľa technologického postupu vyrábaného výrobku. Z toho vyplýva že materiálový tok má vždy rovnaký smer a vzniká tak výrobný prúd – linka. Dané usporiadanie je vyžívané hlavne vo veľkosériovej a hromadnej výrobe.



Obr 1.8 Schéma predmetového usporiadania (7)

### Modulárne usporiadanie (1) (3)

Patrí medzi najnovšie usporiadania, lebo vzniklo až začleňovaním NC strojov do výroby. Je charakteristické zoskupovaním rovnakých technologických blokov., z ktorých každý plní viac technologických funkcií. Celá prevádzka sa tak skladá z rovnakých alebo podobných pracovísk - modulov. Modulárne usporiadanie (obr. 1.9) je využívané predovšetkým v kusovej a malosériovej výrobe

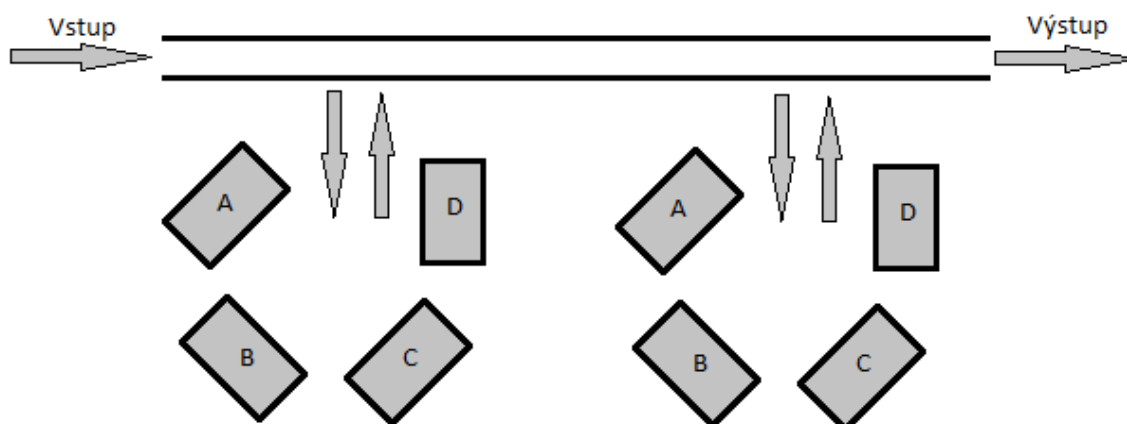


Obr. 1.9 Schéma modulárneho usporiadania (7)

### Bunkové a hniezdové usporiadanie (3)

Základom je bunka, ktorá obsahuje vysoko produktívny stroj s mechanizovaným alebo automatizovaným okolím. Bunkové usporiadanie (obr. 1.11) sa využíva v podnikoch, kde je zabezpečené stále a dostatočne objemné využitie pracoviska.

Hniezdové usporiadanie je alternatívou bunkového a prichádza do úvahy pri stacionárnych montážach.



Obr. 1.10 Schéma bunkového a hniezdového usporiadania (7)

#### 1.1.5 Zásady rozmiestňovania strojov v dispozičnom riešení

Hlavným cieľom pri rozmiestňovaní strojov je zabranie, čo najmenšieho priestoru s ohľadom na projektantské zvyklosti a normy, ktoré sú stanovené z hľadiska bezpečnosti a hygieny. Pri zakresľovaní polohy stroja sa stroj znázorňuje s jeho krajnými rozmermi, prípadne polohami a jeho samotná poloha sa kótuje od stĺpu po krajný rozmer (vyznačenú polohu). Projektant musí vedieť o aký druh stroja ide, kadiaľ je stroj napájaný, kde je miesto pre obsluhu. Významnú úlohu zohráva vyrábaný produkt, ktorý určuje resp. dimenzuje manipulačné nároky celého pracoviska (cesty, prostriedky). Výber vzdialeností rozmiestnenia strojov od iných strojov a od okolitých konštrukcií (norma STN 73 5105) je na obr. 1.11, obr. 1.12

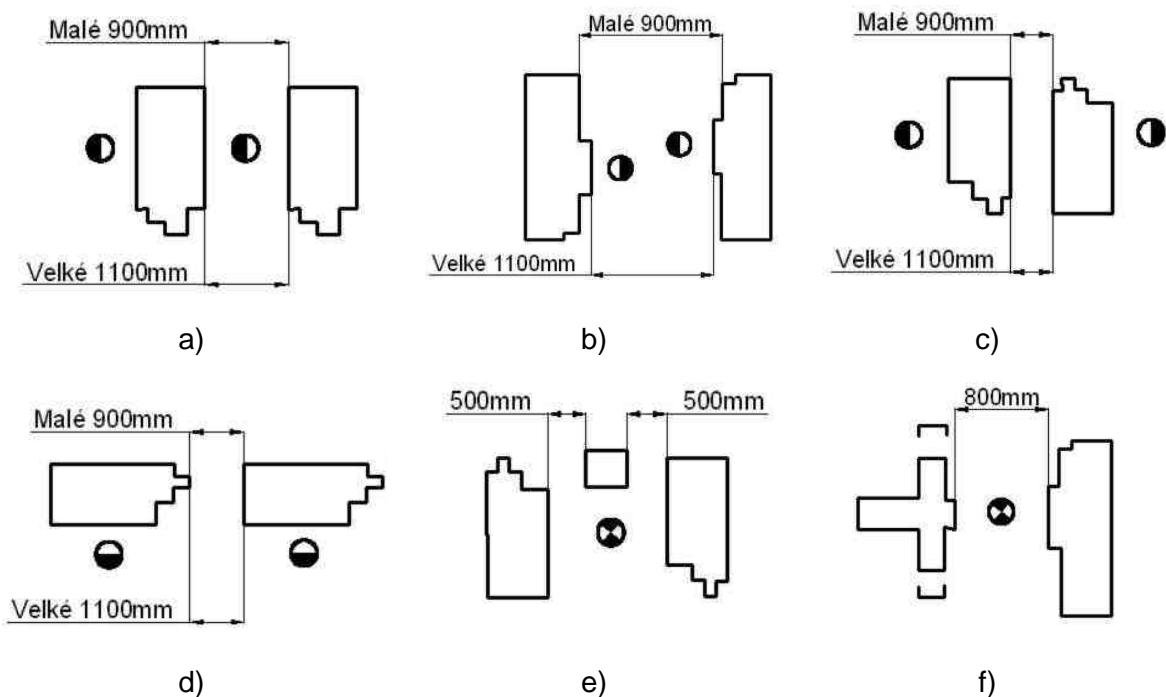
a pravidlá pre určenie veľkosti manipulačných dráh (norma STN 26 9010) sú uvedené . (1)(3)(4)

Pre ľahké obrobne sa počíta zhruba 8 – 12 m<sup>2</sup> na jeden stroj, pre stredne ťažké zariadenia je to 20- 25 m<sup>2</sup> a pre zvlášť ťažkú výrobu 50 – 70 m<sup>2</sup>. Za malé stroje považujeme tie s obrysom cca 800 x 1500 mm, veľké sú také, kde jeden rozmer je väčší ako 3500 mm.(1)

V zásade sa môže každý stroj situovať vzhľadom k ose lodi tak že (1):

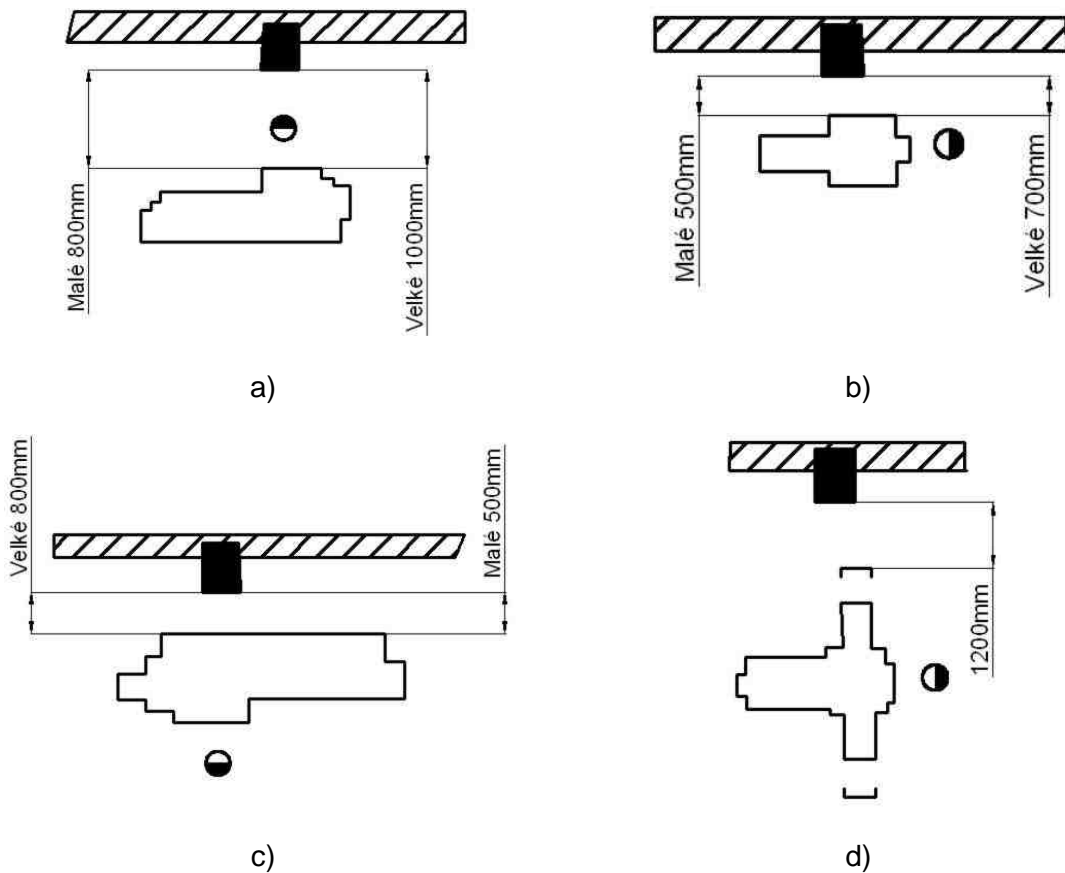
- hlavná osa stroja je rovnobežná s pozdĺžnou osou lode
- hlavná osa stroja je kolmá na os lode
- hlavná osa zvierá s osou lode určitý uhol

### Obrazový výber z noriem



Obr. 1.11 Vzďalenosť medzi jednotlivými strojmi, vzájomne umiestnenými (1):

- za sebou
- čelom k sebe
- zadnými stranami k sebe
- v rade
- e,f) čelom k sebe pre viacstrojovú obsluhu.



Obr.1.12 Vzďialenosť od stien (stĺpov) k (1):

- a) čelnej časti stroja
- b) bočnej časti stroja
- c) zadnej časti stroja
- d) vrcholovej polohe stroja

### Určenie širok manipulačných dráh (4)

#### Priechodové uličky

- pre pracovníka s bremenom:

- jednosmerná ulička, bremeno v jednej ruke po boku = 850 mm,
- jednosmerná ulička, bremeno v oboch rukách po boku = 1000 mm,
- obojsmerná ulička, bremeno v jednej ruke po boku = 1000 mm,
- obojsmerná ulička, bremeno v oboch rukách po boku = 1150 mm,

- pre pracovníka bez bremena:

- jednosmerná ulička = 600 mm,
- obojsmerná ulička = 750 mm.

### Manipulačné uličky

- pre pojazd zariadení a vozíkov:

- jednosmerná ulička -  $P_1$ ,

$$P_1 = A + 200 + 200 \text{ [mm]} \quad (3)$$

- obojsmerná ulička -  $P_2$ ,

$$P_2 = 2 \times A + 200 + 200 + 400 \text{ [mm]} \quad (4)$$

kde  $A$  je najväčšia šírka manipulačného zariadenia s bremenom [mm].

### Hlavné dopravné komunikácie

- preprava bremien aj pohyb pracovníkov:

- dopravná cesta s 1 jazdným a 1 postranným pruhom-  $S_1$ ,

$$S_1 = B + 600 + 200 \text{ [mm]} \quad (5)$$

- dopravná cesta s 1 jazdným a 2 postrannými pruhmi-  $S_2$ ,

$$S_2 = B + 600 + 600 \text{ [mm]} \quad (6)$$

- dopravná cesta s 2 jazdnými a 1 postranným pruhom-  $S_3$ ,

$$S_3 = 2 * B + 600 + 400 + 200 \text{ [mm]} \quad (7)$$

- dopravná cesta s 2 jazdnými a 2 postrannými pruhmi-  $S_4$ ,

$$S_4 = 2 * B + 600 + 600 + 400 \text{ [mm]} \quad (9)$$

kde  $B$  je šírka jazdného pruhu [mm].

### **1.3 História a súčasnosť firmy Slovarm a.s.**

Počiatky výroby armatúr na Myjave vznikali už v roku 1921 v Petržalke pri Bratislave, kde vznikla firma Tauš a Spěváček. Na Myjavu bola fabrika presťahovaná v roku 1937. Až v tomto období po zmene výrobného programu sa začali vyrábať armatúry. I keď v čase 2. svetovej vojny sa veľká časť preorientovala na zbrojársku výrobu, nasadením sústružníckych automatov do výroby armatúr sa fabrika zbavila konkurencie a upevnila si svoju pozíciu.

Po skončení vojny od roku 1945 sa výroba armatúr, pod vplyvom povojnovej konjunktúry, rýchlo rozrástla. Vtedy sa ešte používal nevhodný materiál- zinok, ktorý však čoskoro nahradili zliatiny medi- mosadz a bronz. V roku 1950 sa stala Slovenská armatúrka Myjava (ďalej SAM) monopolným výrobcom armatúr v ČSR. Rozšíril sa sortiment o napájacie ventily pre poľnohospodárstvo, začalo sa s výrobou plastických hmôt, postupne sa zavádzala výroba klinových posúvačov, spätných ventilov. Najväčší progres zaznamenala výroba kúrenárskych armatúr- šróbení, predĺžení a drobných spojovacích dielcov.

Už v roku 1956 sa začalo priamo v SAM s vývojom JUS- jednúčelových strojov, ktoré niekoľkonásobne sproduktívni výrobu základných komponentov. Pre výrobu

týchto JUS bola uzatvorená spolupráca s TOS Kuřim, ktorý bol výhradný dodávateľ týchto strojov pre SAM.

V tomto období vznikla potreba vytvoriť obslužné útvary pre kolos, akým sa SAM stávala. Boli postupne budované stavby ako nástrojareň, opravňa, údržba strojov a technologických zariadení a ďalšie služby pre závod hlavnej výroby. Podnik vlastnil i odborné učilište, z ktorého každý rok prichádzalo do SAM 60 až 80 absolventov, ktorý nielenže nahrádzali prirodzený úbytok, ale i zvyšovali stavy počtu zamestnancov.

Po roku 1989 SAM stratila privilégium monopolného výrobcu a dovoz konkurencie z Talianska výrazne otriasol jej postavením na trhu. Ale až dovoz lacných Ms výkovek z východu, hlavne z Číny zapríčinil to, že výroba sa stávala nerentabilnou a nedokázala konkurovať lacným aj keď oveľa menej kvalitným produktom z východu.

Najväznejším problémom bol však manažment, ktorý sa nedokázal prispôbiť novým požiadavkám trhu. V rokoch 1993 - 1995 patrila SAM medzi desiatku „NAJ“ firiem v SR a v roku 1999 už majetok rozpredával správca konkurznej podstaty. Pre predstavu SAM mala v najväčšom rozmachu 5500 zamestnancov.

Rok 2000 môžeme nazvať významným medzníkom pre výrobu armatúr v Myjave. Vznikla spoločnosť **Slovarm a. s.**, ktorá už v tomto roku zahájila výrobu aj obchod. Pri určovaní obchodnej stratégie sa Slovarm v prvom rade vyhol chybám predchádzajúceho manažmentu. Využil obchodnú značku, ktorá bola na Slovensku aj v Čechách zárukou kvality. Sproduktívnil výrobu, uviedol na trh radu lacných, ale kvalitnejších výrobkov ako boli tie dovezené z Číny.

Rozložil riziko výroby a obchodu do troch línií:

- tradičná výroba- veľmi kvalitné výrobky s vyššími cenami aj maržami,
- obchodný tovar- menšie série a sortiment, ktorý zákazník vyžaduje ale nie je možné ho v Slovarme vyrobiť, sa kupuje od iných firiem, ktoré ho vyrábajú pod značkou Slovarm,
- externá výroba- výroba pre iné firmy, ktoré nie sú technicky a technologicky spôsobilé vyrábať komponenty z Ms materiálov. Jedná sa o opakovanú výrobu veľkých sérií, ktoré nepodliehajú sezónnosti. Tým je zaistený neustály tok peňazí, bez nutnosti vývoja - pretože výroba sa vykonáva, podľa výkresovej dokumentácie zákazníka. Medzi najvýznamnejších odberateľov patrí JMA Hodonín, Elster, Wavín, Pipe life, DZD, Stiebel Eltron, Vaillant a mnohé ďalšie.

Cieľom manažmentu bolo obchodné riziko rozdeliť do troch rovnocenných línií, čo sa v podstate do roku 2010 podarilo aj darilo udržiavať v rovnováhe. No v roku 2011 manažment zmenil strategické rozhodnutie o rovnosti a umožnil obchodnému úseku rozvinúť neštandardnú (externú) výrobu do väčších rozmerov, vzhľadom na kapacitné možnosti výroby. Takáto výroba však nesie svoje špecifiká a zákonitosti, ktoré sa musia striktné dodržiavať. Jednoznačnou prioritou je kvalita, i keď cena je tiež veľmi dôležitá. Na druhom mieste je istota pravidelných dodávok, variabilita, rýchlosť a operatíva. Z týchto dôvodov musel manažment Slovarmu zabezpečiť rýchle a operatívne obstaranie vstupného materiálu. Pre tlakové liatie

je vstupným materiálom tekutý kov z Ms 58. Vzhľadom na veľké kapacitné možnosti bola výroba tyčí pre kováčňu vyriešená kontinuálnym liatím, čo dalo firme v zásadných kritériách uspokojenia neštandardného zákazníka nedostihnuteľnú výhodu pred konkurenciou. Klasická dodávka tyčí od výrobcu je v časovom horizonte 4-6 týždňov. Slovarm si je schopný vyrobiť požadované priemery do 24 hodín. Ak chce konkurencia plniť prania náročných zákazníkov musí v kooperácii držať veľké zásoby tyčí rôznych priemerov, čo vytvára veľký tlak na prevádzkový kapitál. Slovarm si udržiava operatívnu zásobu materiálu na tekutý kov a vyrába si tyče, ktoré spotrebúva v horizonte niekoľkých dní. Ďalšou výhodou Slovarmu je, že disponuje všetkými potrebnými technológiami na spracovanie mosadzných materiálov, od tekutého kovu až po finálny výstup - zlievareň, tlakové liatie, kutie, grodovanie, triskanie, omielanie, obrábanie rotačné aj horizontálne, automaty jednovretenové i viacvretenové, obrábanie na JUS, CNC sústruhy a frézky, odmastňovanie, montáž a belanie. Na dopravu k zákazníkovi využíva vlastnú dopravu. Ďalším dôležitým prvkom je odpadové hospodárstvo, ktoré umožňuje okamžitú výrobu tekutého kovu priamo v podniku.

Všetky tieto opatrenia viedli k tomu, že firma Slovarm a.s. vie uspokojiť nároky aj tých najnáročnejších klientov, medzi ktorých patrí už aj spomenutá firma *Pipe life*, pre ktorú smeruje nami sledovaná produkcia zástrekov. Obchodné vzťahy medzi firmami fungujú už viac ako 5 rokov, ale nikdy nekončiacim cieľom je neustále zlepšovať službu pre zákazníka, ktorý to vie aj náležite oceniť. Preto si firma dala za úlohu konštrukčne zlepšiť tvar výrobkov, s výhľadom na zvýšenie produktivity a zlepšenie logistického toku materiálu vo výrobe, čo je cieľom aj tejto diplomovej práce.

#### 1.4 Popis aktuálneho stavu výroby

Slovarm je nadnárodný podnik s obchodnými pobočkami orientovanými hlavne v krajinách na východ od nás (Srbsko, Bielorusko...). Ale všetky výrobné kapacity sa sústreďujú len vo výrobnom závode materskej spoločnosti Slovarm a.s., Slovakia. Celková plocha podniku je 10 320 m<sup>2</sup> rozložená v dvoch halách. Hala A o rozlohe 7550 m<sup>2</sup> a druhá menšia hala B s rozlohou 2770 m<sup>2</sup> nazývaná tiež aj ako obrobňa.

**Hala A** (príloha 1) obsahuje celé spektrum výrobných technológií a delí sa v rámci vnútroobjektového členenia na 5 hlavných sektorov:

1.sektor - (viz príloha 1) zovšeobecnene nazývaný zlievareň, obsahuje technológiu výroby vlastných polotovarov (Ms tyče), vstupný sklad materiálu a pracovisko vstrekovacích lisov. O obsluhu jednotlivých stanovísk sa starajú 4 mostové žeriavy. Dva vzájomne orientované paralelne pozdĺž osy lode objektu, každý s nosnosťou 5 t, obsluhujú oblasť vstrekovacích lisov a oblasť technológie kontinuálneho liatia tyčí spolu so skladoom materiálu. Druhé dva vzájomne umiestnené za sebou, s nosnosťou 3 t sú orientované kolmo na os lode objektu a starajú sa o oblasti vstupného skladu materiálu a taviacich pecí.

Základnou súčasťou sú tri taviace pece, každá s objemom 2 t. Ďalej je to technológia na kontinuálne liatie tyčí spolu s mechanizmami na ich skrátenie. Malou časťou je v 1. sektore výťah (príloha 1,G-15), ktorý funguje ako spojenie celej doterajšej výroby s balením a expedíciou.

2.sektor (príloha 1) - v ňom sa nachádzajú :

- sklad a medzisklady
- súbor liniek: linka na umývanie, linka na spracovanie triesok a na niklovanie.

3.sektor (príloha 1) - sa skladá z linky apretúry (grodovanie), ktorá je jeho centrálnou časťou z hľadiska toku materiálu, ale tiež aj z mechanickej obrobné, údržby a mechanizačnej dielne.

4.sektor (príloha 1) je čisto mechanická obrobňa dá sa identifikovať aj ako ťažká obrobňa. Nachádzajú sa tu tri druhy strojov a to jedna linka s označením ST 5212 A / 02, trinásť VZB-6 a päť Gnuttov spolu s pomocným pracoviskom jednoúčelových strojov tvoria štvrtý sektor.

5.sektor (príloha 1) všeobecne nazývaný ako kováčňa môžeme z technologického hľadiska rozdeliť na tri časti :

- kovacie linky
- lisy
- pily

Celý 5. Sektor zastrešujú dva mostové žeriavy s nosnosťou 7 t, vzájomne uložené paralelne a smerom pohybu orientované pozdĺž osi lode objektu. Logisticky vykonávajú spravidla vždy prvú operáciu a tou je presun zväzkov tyčí zo skladu do zásobníkov automatov (pily, kovacie linky). Inak slúžia na servis zariadenia dielne a výmenu zápustiek .

Jednou z hlavných črt haly A je to, že všetka medzidielenská preprava sa vykonáva výhradne po komunikácií ležiacej v pásme F (príloha 1) , ktorá sa tiahne skrz celý objekt až k hlavnému vchodu pri peciach.

Hala má ako celok *technologické* usporiadanie strojov, čo sa môže pri veľkosériovej výrobe zdať ako nie príliš šťastná voľba. Ale vzhľadom na stále sa meniaci sortiment výroby a na snahu o okamžitú reakciu na želanie zákazníka je to dobre zvolený, fungujúci a hlavne zabehnutý systém. Prirodzene nesie so sebou svoje zápory a to v podobe veľkých počtov medziskladov po celom objekte.

**Hala B** (príloha 2) alebo tiež obrobňa, technologicky zložená len zo strojov s úberom triesky. Ako celok je znázornená v prílohe 2 so základnými rozmermi pre lepšiu predstavu celkového obrazu závodu. Detailnejšie je znázornené len uloženie strojov (pinnacle 150A), ktoré sú súčasťou sledovaných technologických postupov.

Výrobný priestor objektu sa dá rozčleniť podľa užívaných technológií na:

- plochu pre 6-vretenové automaty,
- plochu pre 1 vretenové automaty,
- plochu pre automaty obrábajúce zástreky (sústruhy).

Dôležitým stanoviskom je aj centrálny vstupný sklad materiálu, kde končí (začína) všetka medziobjektová doprava.

## 2 ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU

### 2.1 Voľba reprezentanta

Ako už bolo spomenuté, celá nami sledovaná produkcia zástrekov sa delí na dva materiálové toky, ktoré tvorí šesťica zástrekov (tab. 2.1), ktorých výrobné postupy sú si veľmi podobné.

#### Sortiment zástrekov

Tab. 2.1 Podiely jednotlivých zástrekov na produkcii

Typ zástreku	Produkcia/rok [ks]	Podiel na produkcii [%]
MZD 1/2	1076285	68,03
MZV 1/2	326100	20,61
MZD 3/4	55413	3,50
MZV 3/4	51300	3,24
MZD 1	21266	1,34
MZV 1	51710	3,27
$\Sigma$	1582074	100,00

V tabuľke 2.1 je červeným vyznačený zástrek typu MZD 1/2, ktorý je kvôli rozdielu v prvých krokoch výrobného postupu (viz tab.2.2 a,b) v porovnaní s ostatnými typmi vyčlenený ako samostatný tok.

#### Výrobný postup:

Tab. 2.2a Výrobný postup - odlišná časť (po 1. spoločný bod)

Poradové č.	MZD 1/2	Stroj	Ostatné zástreky	Stroj
1.	Riadič linky, kovať	AMP 20	Rezať materiál	KLMN-2
2.	Triskať AKV drťou	SlickMB	Ohriať špalík, lisovať	LKJ-100
3.			Gradovať	LENR-40
4.			Triskať AKV drťou	SlickMB

Od zvýraznenej operácie triskania je výrobný postup identický pre všetky typy zástrekov.

Tab. 2.2b Výrobný postup – identická časť.

Poradové č.	Všetky zástreky	Stroj
5.	Opracovať na CNC stroji	Pinnacle PKL-150A
6.	Umyť, odmastniť	Umývacia linka
7.	Opracovať na CNC stroji	Pinnacle PKL-150A
8.	Umyť, odmastniť	Umývacia linka
9.	Niklovať	Nikovacia linka

Z vyššie uvedených dôvodov sa pri výbere reprezentanta budeme zameriavať na týchto 5 typov zástrekov:

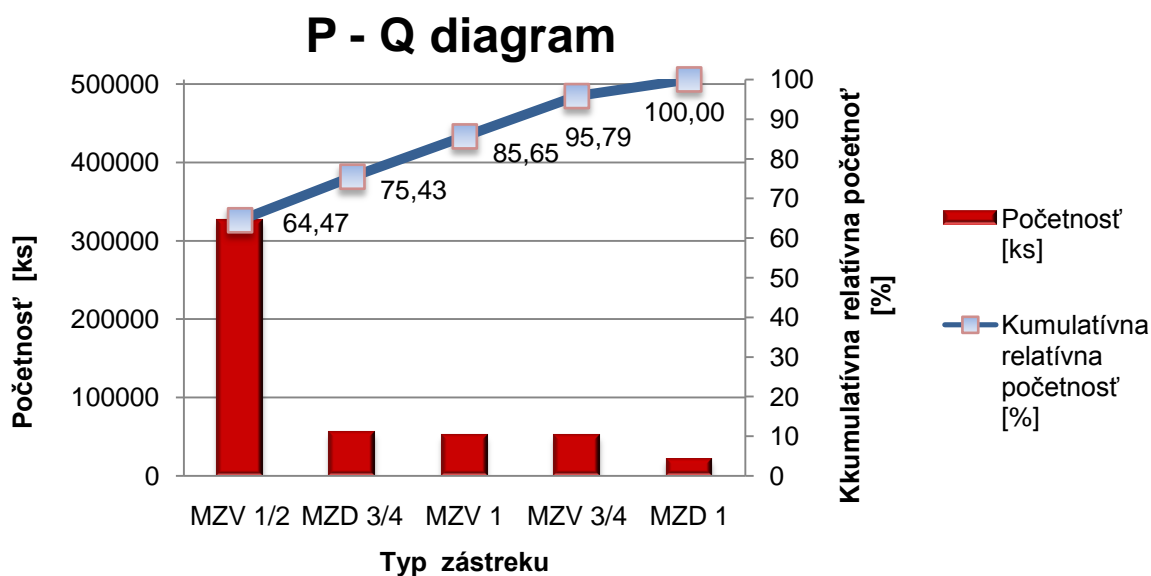
- MZV 1/2 (príloha 7),
- MZD 3/4 (príloha 8),
- MZV3/4 (príloha 9),
- MZD 1 (príloha10),
- MZV1 (príloha11).

Z príloh možno na prvý pohľad určiť, že tvarovo ide o veľmi podobné výrobky, čiže tvarový faktor v ďalšom postupe netreba brať v úvahu.

Pre zjednodušenie voľby, sú jednotlivé podiely na produkcii uvedené v tab. 2.3 a znázornené v P-Q diagrame (obr.2.1). Relatívne početnosti nie sú súčasťou tohto grafu. Využívajú sa pri Paretovom princípe (20% príčin = 80% následkov), ale s ohľadom na komplexnosť vyjadrenia tam boli zaradené.

Tab. 2.3 Zostupne zoradené početnosti vybraných zástrekov.

Poradie	Typ	Početnosť [ks]	Relatívna početnosť [%]	Kumulatívna početnosť [ks]	Kumulatívna relatívna početnosť [%]
1	MZV 1/2	326100	64,47	326100	64,47
2	MZD 3/4	55413	10,96	381513	75,43
3	MZV 1	51710	10,22	433223	85,65
4	MZV 3/4	51300	10,14	484523	95,79
5	MZD 1	21266	4,21	505789	100,00

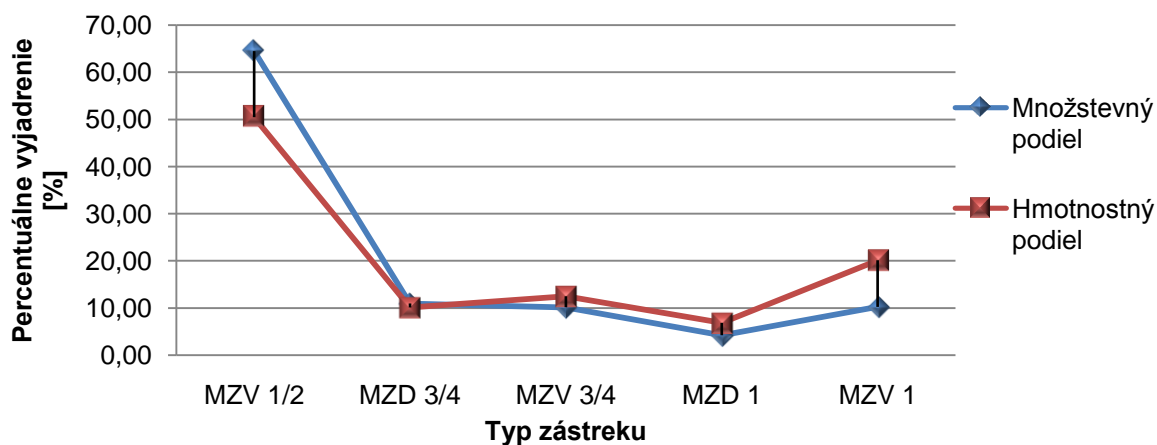


Obr. 2.1 P-Q diagram.

Z P-Q diagramu možno jasne odčítať početnú prevahu zástreku typu MZV 1/2. Táto štatistika sa však týka len počtu výrobkov, ich hmotnostné podiely je možno vidieť v tab. 2.4 alebo graficky zobrazené v obr. 2.2.

Tab 2.4 Porovnanie množstevných a početných podielov vybraných zástrekov

Typ	Množstevný podiel [%/ročná prod. v ks]	Hmotnostný podiel [%/ročná prod. v t]
MZV 1/2	64,47	50,46
MZD 3/4	10,96	10,10
MZV 3/4	10,14	12,48
MZD 1	4,20	6,84
MZV 1	10,22	20,12



Obr. 2.2 Percentuálne podiely na produkcii

### Identifikácia predstaviteľa

Z prevedených analýz jednoznačne vyplýva ako najvhodnejší predstaviteľ zástrek typu **MZV 1/2**. Jeho výrazná početná prevaha zatieňuje fakt, že pomer (počet : hmotnosť) nie je v jeho prípade ideálny a aj zaváženie faktora všeobecnej tvarovej podobnosti ho predurčuje ako reprezentanta tohto materiálového toku.

### 2.2 Detailný popis toku

Počiatkom každého výrobného procesu v podniku je zlievareň. Ako bolo spomenuté nachádzajú sa tu 3 *taviace pece* s objemom 2 tony, každú pec obsluhuje 1 pracovník. Po dosiahnutí požadovaného zloženia sa tekutý kov preleje do špeciálneho vysokozdvížneho vozíka (obr.2.3), ktorý dopraví tekutú mosadz do jednej z dvoch menších *pecí na kontinuálne liatie* (obr. 2.4), kde sa tyč odleje.



Obr. 2.3 Taviace pece, špeciálny vysokozdvížny vozík.



Obr. 2.4 Pece na kontinuálne liatie.

Takto vyrobený polotovar (Ms tyč) môže nadobúdať priemer od  $\varnothing 16 - 50$  mm. Pri výrobe zástrekov MZV 1/2 a MZD 1/2 sa používajú tyče o priemere 20 mm. Po odliatí polotovaru, jeho rozdelení a odstránení zoxidovanej vrstvy, materiál putuje na špeciálnom vozíku do *vstupného skladu polotovarov* (obr.2.5), (príloha 1, A,C-1). Odtiaľ sa žeriavmi (obr. 2.6) zväzky tyčí prenesú do automatov.

Pre MZD 1/2 sú to kovacie linky AMP 20 (priloha1;D-1,2) alebo AKL 30 (priloha1;B,C-2), z ktorých vypadávajú hotové výkovky vhodné na triskanie.

Pre MZV 1/2 prvý krok vedie k pílam Wagner odtiaľ sa v paletách vysokozdvížnym vozíkom prenesú k prednastaveným lisom. Vo výrobných postupoch sú zapísané lisy LKJ-100 (obr. 2.7; 2.8) ale pracuje sa na všetkých okrem SEO-2 a SEO 36.



Obr. 2.5 Vstupný sklad polotovarov



Obr. 2.6 Žeriavy v kovárni

Konštrukcia lisov je vzhľadom k zápustke identická, čiže to umožňuje kovať súčasne na rôznych typoch lisov s identickými zápustkami. Pri dovezení narezaných špalíkov sa pri každom stanovisku nachádza pec, do ktorej si musí obsluha lisu špalíky naložiť z jednej strany a po zohriatí ich kliešťami z druhej strany vyberať a vkladať do pracovného priestoru lisu. Vyhadzovanie prebieha automaticky.



Obr. 2.7 LKJ – 100, ohrievacia pec.



Obr. 2.8 LKJ – 100.

Jednotlivé manipulačné procesy ako dielenské, tak aj medzidielenské (len v rámci objektu), vykonávajú odborne spôsobilejší zamestnanci ako napr. nastavovači strojov. Obsluha pracovísk je statická.

Pri odkutí na lisoch je výsledkom výkovok (obr. 2.9) , ktorý je nutné ďalej opracovať. Na rozdiel od výkovku (obr. 2.10) z linky AMP 20 alebo AKL 30, ho je nutné podrobiť ďalšiemu opracovaniu - odstránenie blany , odhrotovanie.



Obr. 2.9 Výkovok z lisu



Obr. 2.10 Výkovok z kovacej linky

Tento proces prebieha na tzv. *apreture* (príloha 1, sektor 3) a nazýva sa (od)gródovanie. Celé pracovisko apretúry (obr. 2. 11) sa skladá z regálu, kam sa výkovky založia pomocou zakladača, po presypaní do kovových debničiek (obr. 2.12). Ďalej je to valčekový dopravník (obr. 2.13), ktorý dopravuje výkovky k jednotlivým pracoviskám. Celú organizáciu a riadenie pracoviska má na starosti zaškolený pracovník, ktorý zásobuje výkovkami dielčie pracoviská podľa presne určeného organizačného rozpisu.

Jednotlivé pracoviská v rámci linky sú lisu značky LENR a brúsky. . S technologickom postupe sú zapísané LENR 40, ale tak ako u lisov sú prípravky univerzálne a to umožňuje robiť na každom lise na linke.



Obr. 2. 11 Apretura.

Dopravník má dve úrovne - vyššou prichádzajú z regálu neopracované výkovky a spodnou odchádzajú z pracoviska opracované výkovky na koniec pásu, kde sa spätne presýpajú do veľkých paliet a ukladajú do medziskladu pred ďalšou operáciou- triskaním.



Obr. 2.13 Valčekový dopravník.



Obr. 2.12 Kovová debna do základacieho regálu.

V tomto medzisklade (príloha 1, B,C – 11) sa stretne materiálový tok výkovkov MZD 1/2 spolu s tokom, ktorý reprezentuje zástrek MZD1/2.

Triskanie prebieha v oblasti, ktorú v prílohe 1 definujú súradnice A – 10, na stroji *Slick MB* (obr. 2.14) kde je čisto len na obsluhu stroja a medziskladu vyhradení 1 vysokozdvížny vozík.



Obr. 2.14 Slick MB – triskanie.

Otriskané výkovky sú pripravené na opracovanie v mechanickej dielni, ktorá sa nachádza v hale B. Na tento účel bolo zakúpených 10 (ďalšie 2 sú v pláne) CNC sústruhov *Pinnacle LA150* (obr. 2.15). Toto pracovisko obsluhujú dvaja pracovníci. Celý proces v rámci stroja je zautomatizovaný. Pracovníkovi stačí naplniť zásobník stroja a sústruh si obrobky sám upína ako aj vyhadzuje. Samotný systém zásobníku stroja je „know how“ firmy Slovarm.



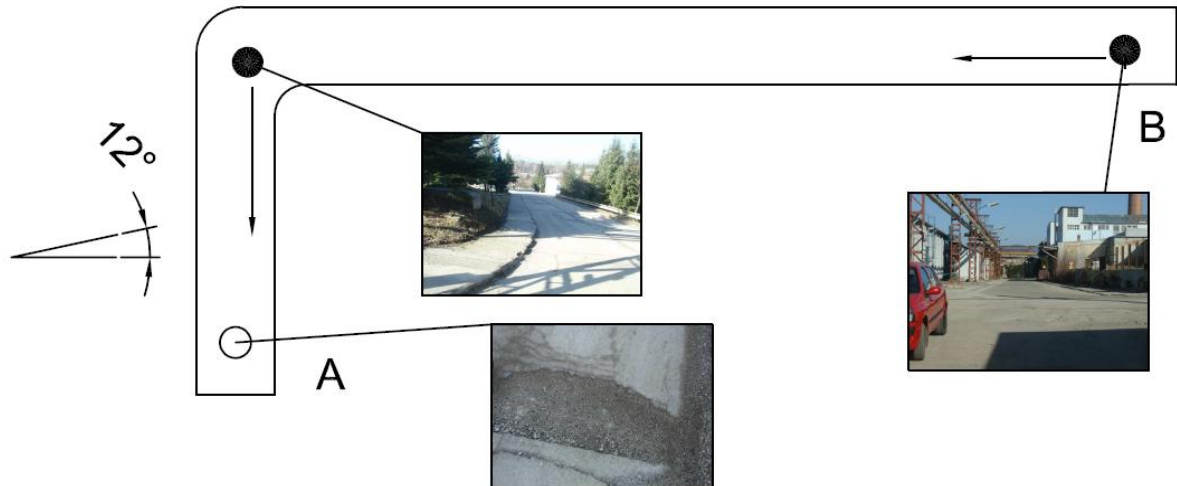
Obr. 2.15 Pinnacle LA150. (9)

Medziobjektovú dopravu zabezpečuje vyčlenení pracovník prostredníctvom vysokozdvížného naftového vozíka (obr. 2.16) .



Obr. 2.16 Naftový vysokozdvížný vozík, nosnosť 5t.

Vzdialenosť od pracoviska triskanie k obrobní je 430 metrov s tým, že po naložení paliet musí obsluha vozíka prejsť 80 m k hlavným dverám objektu (sektor 1, H), ktoré si musí otvoriť a vzápätí aj zatvoriť z bezpečnostných dôvodov. Cesta pokračuje po asfaltovej ceste dlhej 300 m kde je v prvých sto metroch  $12^\circ$  stúpanie (obr. 2.17).



Obr. 2.17 Medziobjektová trasa prepravy.

Tieto podmienky značne predlžujú celý proces transportu hlavne v zimných mesiacoch, kde je nutne mať na kolesách reťaze a náklady na servis rapídne stúpajú. Po dosiahnutí objektu obrobní sa náklad vyloží v centrálnom sklade, tu si ho pomocou paletových vozíkov (obr. 2.18) prevezme obsluha sústruhov a prevezie k jednotlivým strojom.



Obr. 2.18 Paletový vozík (8)

Po prevedení prvej obrábacej operácie resp. v rámci nej sa obrobky presunú do tzv. košov (obr. 2.19) a po ich naplnení sa malými ručnými vozíkmi (obr. 2.20) prevezú do oblasti centrálného medziskladu. Tam si ich prevezme obsluha medziobjektovej dopravy, nastohuje ich na paletu.



Obr. 2.19 Kôš.



Obr. 2.20 Ručný vozík.

Vozík ich po rovnakej trase zoberie k *umývacej linke* (obr. 2.21), kde podstúpia proces umývania. Následne po opätovnom nastohovaní sa opäť prevezú späť do obrobne, kde prebehne druhá obrábacia operácia s tým rozdielom, že obrobky sa v rámci procesu presypú len z jedného koša do druhého.



Obr. 2.21 Umývacia linka



Obr. 2.21 Niklovacia linka

Po opätovnom prevoze do haly A sa opäť umyjú. V medzisklade (príloha 1, A - 13) sa presypú do prepraviek z dôvodu uvoľnenia košov a následne vysypú do *niklovacej linky* (obr. 2.22).

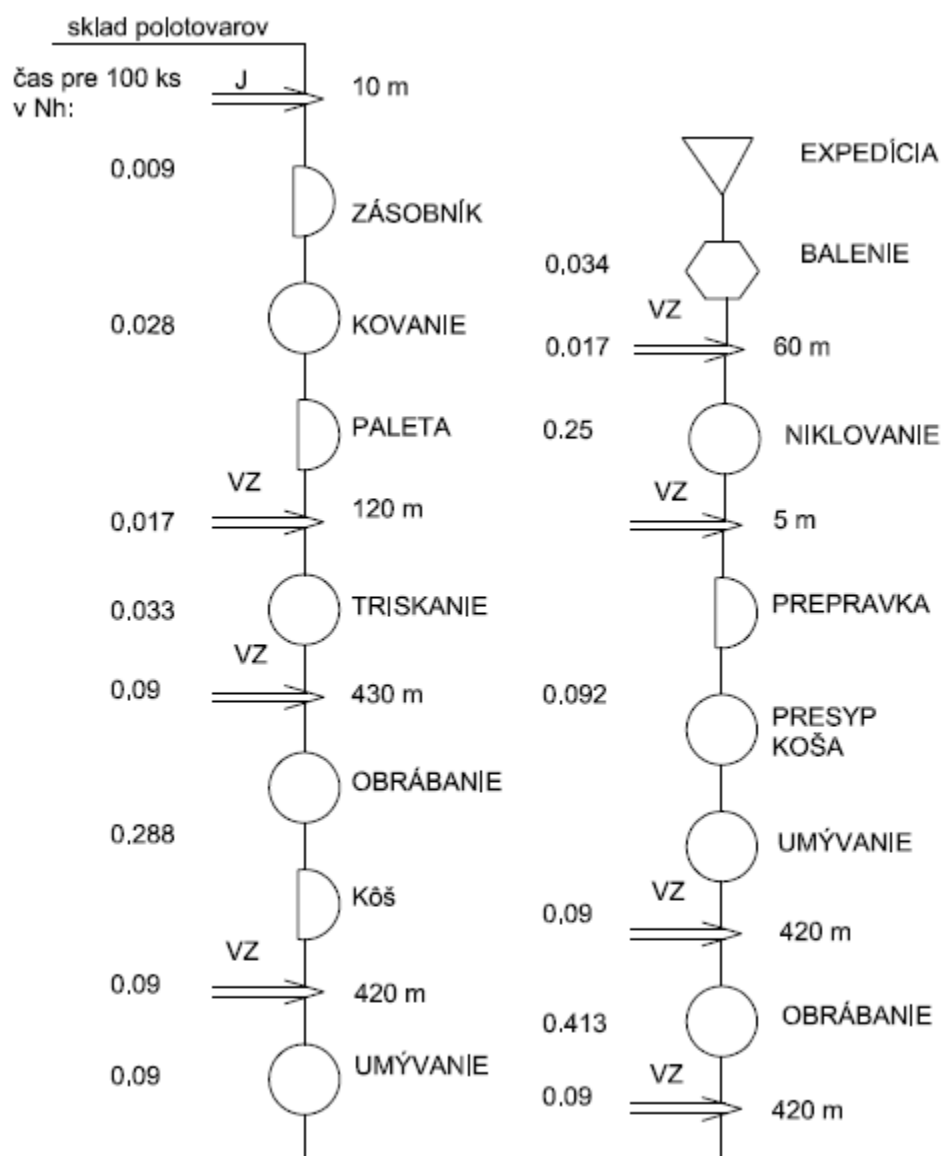
Po poniklovaní sú výrobky uskladnené v prepravkách, z ktorých boli vysypané do niklovacej linky, pozdĺž hlavnej komunikácie skrz sektory 1 až 2. Finálne časti výrobného procesu - balenie, expedícia sa nachádzajú pod úrovňou výrobnéj haly A, kam sa dostávajú výt'ahom (príloha 1, G - 15).

### 2.2.1 Postupové grafy

Znázorňujú graficky vyššie uvedené procesy v rámci tokov MZD 1/2 (obr. 3.1) a reprezentanta MZV 1/2 (obr. 3.2). Symbol – krátkodobé čakanie na operáciu (viz. kap.1.1.1) - je chápaný ako zmena manipulačného prostriedku resp. manipulačnej nádoby. Niekedy zmena prebehne z rámci technologického procesu a niekedy jej predchádza proces - presyp .

Celkové časy zaznamenané obomi postupovými grafmi sú časmi operatívnymi, čiže boli vzaté do úvahy len časy technologické a pomocné (manipulačné).

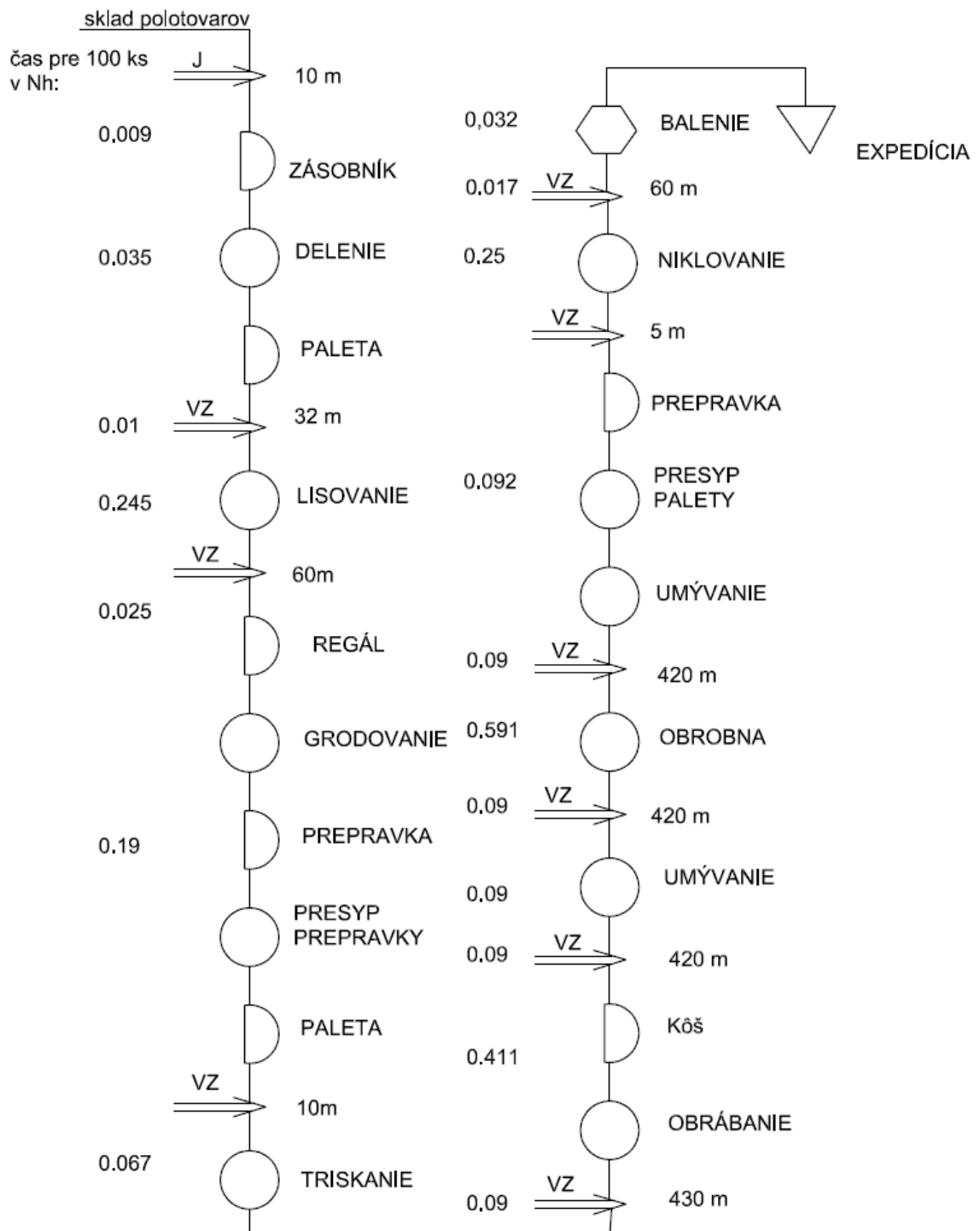
#### Postupový graf pre MZD 1/2:



Obr. 3.1 Postupový graf pre zástrek MZD 1/2

Z grafu môžeme odčítať, že operatívny čas cyklu ( $T_{OD}$ ) na výrobu 100 ks MZD 1/2 je 1,631 Nh z toho čas manipulačných procesov ( $T_M$ ) je 0,403 Nh.

Postupový graf pre MZV 1/2:

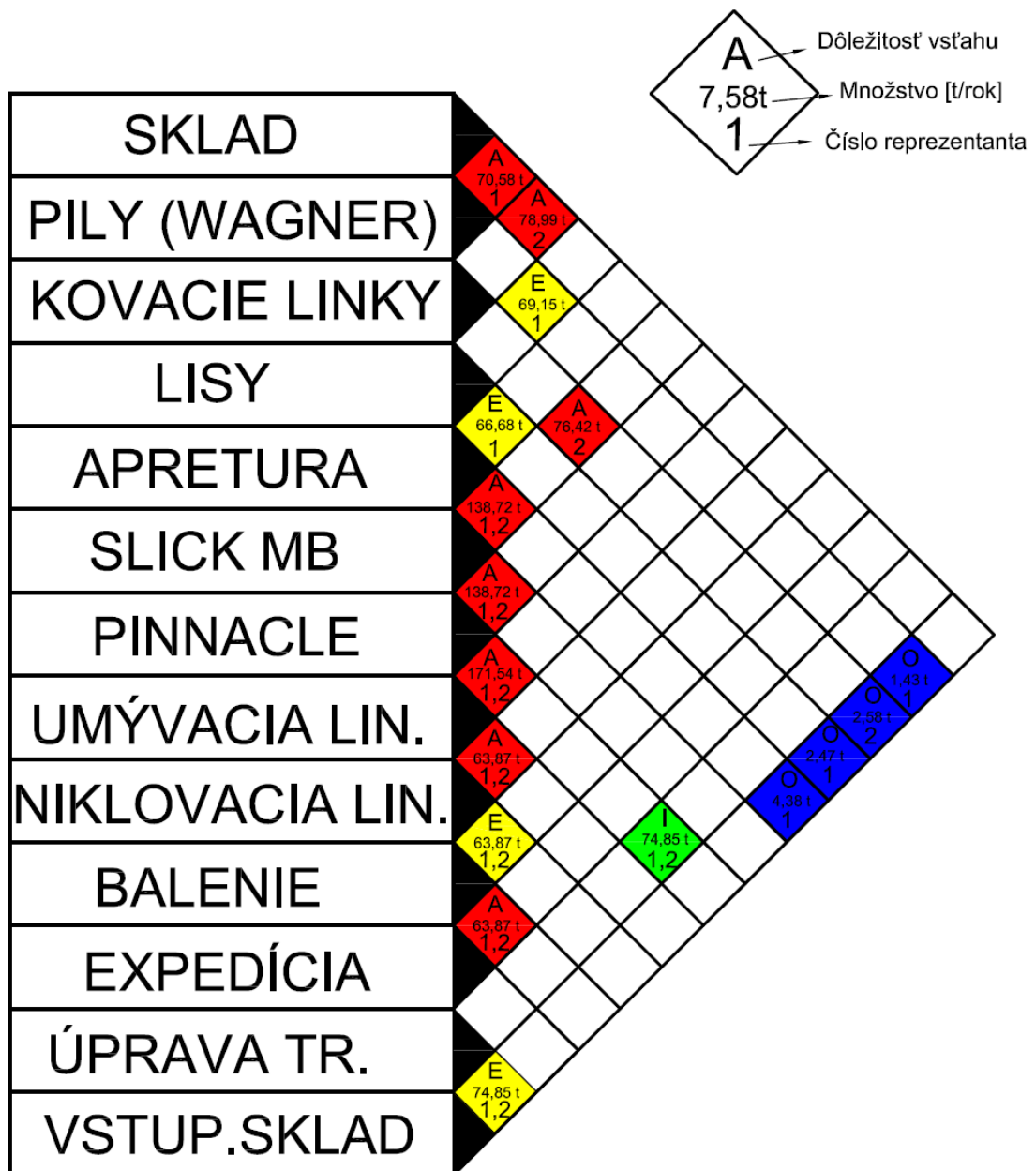


Obr. 3.2 Postupový graf pre zástrek MZV 1/2

Rovnakým spôsobom ako pri grafe MZD 1/2 sa zistilo že operatívny čas cyklu ( $T_{OV}$ ) na výrobu 100 ks MZV 1/2 je 2,424 Nh z toho čas manipulačných procesov ( $T_M$ ) je 0,421 Nh.

### 2.2.2 Tabuľka vzťahov

V tabuľke vzťahov (obr. 3.3) sú znázornené pevnosti vzťahov medzi pracoviskami, ktoré sú podmienené najmä všeobecnou technologickou nadväznosťou alebo veľkosťou materiálového toku.



Obr. 3.3 Tabuľka vzťahov

### Dôvody hodnotení

**A** - vzťahy s týmto hodnotením majú medzi sebou pracoviská, ktorých okamžitá a striktná nadväznosť je technologicky daná v rámci každého výrobného postupu v podniku alebo vzťah je hmotnostne a početnosťou spojený dôležitý v rámci nášho výrobného postupu.

**E** - vzťahy s týmto označením sú medzi pracoviskami, z ktorých aspoň jedno z nich má silný vzťah k ďalším pracoviskám alebo v rámci nášho výrobného postupu je hmotnostný tok a početnosť spojený nižšia.

**I** - touto vážnosťou vzťahu sú spojené pracoviská ktoré majú spojenie z veľa inými pracoviskami alebo hmotnostné toky medzi nimi sú malé.

**O** - vzťahy s najnižšou váhou v rámci našej analýzy, sú to spojenia skrz odpadové hospodárstvo, kde sú zanedbateľné materiálové toky s ohľadom na množstvo obrobeneho materiálu.

### 2.2.3 Šachovnicová tabuľka

Z dôvodu rozsahu tabuľky je znázornená v **prílohe 5**. Dáva numerický prehľad o veľkosti hmotnostných tokov a slúži ako podklad pre vytvorenie sankeyovho diagramu.

### 2.2.4 Sankeyov diagram

V tomto diagrame je znázornený sumárne priebeh ročných hmotnostných tokov všetkých zástrekov v t/rok. Rozloženie pracovísk zodpovedá stavu, ktorý má byť optimalizovaný. Celý diagram je znázornený v **prílohe 3** na väčšom formáte papiera kvôli prehľadnosti. Celý diagram bol kreslený v programe e!Sankey.

*Poznámka* – v prílohe 3 je cesta medzi halami je znázornená len symbolicky znakom prerušenia a zapísaním 300 m dĺžky trasy.

### 2.3 Súhrn a identifikácia kritického miesta

Po prevedení jednotlivých analýz a s prihliadnutím na to, že každé technologické pracovisko okrem jedného, má centrálnu funkciu v rámci podniku a zasahuje do výroby veľa iných výrobkov, môžeme identifikovať kritické miesto. Ako je možné najnázornejšie vidieť hlavne zo sankeyovho diagramu, hlavným problémom je umiestnenie obrobne, ktorá je aj už spomínaným pracoviskom bez vonkajších väzieb, čiže nezasahuje do výroby žiadneho iného produktu okrem sledovaných zástrekov.

### 2.3.1 Popis kritického miesta

Pracovisko sa nachádza v hale B (príloha 2) (obr. 3.4). Skladá sa z 10 CNC sústruhov typu- Pinnacle LA 150 (obr. 3.5).

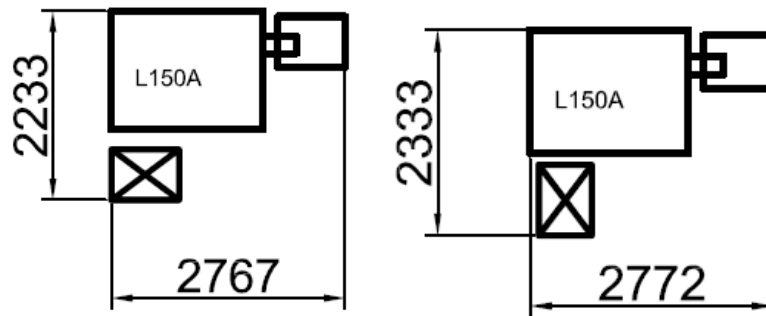


Obr. 3.4 Pracovisko sústruhov Pinnacle LA 150



Obr. 3.5 Pracovisko 1 stroja Pinnacle LA 150

Pôdorys základnej verzie stroju je podľa výrobcu 1,8 x 1,4 x 1,65 [m] (viz príloha 12). S prídavným zariadením na odsun triesok a s najväčšou manipulačnou jednotkou, ktorá sa behom výrobného procesu pri stroji nachádza (paleta), sa určil pôdorys zariadenia viz. obr 3.6, s ktorým sa pracuje aj v ďalších častiach.



Obr. 3.6 Pôdorys pracoviska 1 stroja Pinnacle LA 150

Zaujímavosťou týchto strojov je zásobník, ktorého konštrukcia je „know how“ firmy Slovarm a pôvodný výrobca ho neponúka. Z tohto dôvodu zvládajú s časovou rezervou obsluhu 10 strojov dvaja pracovníci.

Príčinou tak markantných strát pri manipulácií nie je len vzdialenosť, ale prispieva k tomu aj nutnosť dvojnásobného omytia obrobku. Pri prevedení obidvoch cyklov po sebe bez omytia, produkcia vykazovala veľmi veľké percento zmätkov. Príčinou bolo prilepenie triesky na povrch obrobku, čo malo pri automatickom upínaní za následok vyosenie. Z toho dôvodu je dvojnásobné omytie nutné.

### 3 NÁVRH RIEŠENÍ A VÝBER OPTIMÁLNEJ VARIANTY UMIESTNENIA

Z uvedeného vyplýva, že je nutné presunúť pracovisko obrobňa do haly A. Pri ďalšom riešení by mala byť rezerva pre navýšenie počtu strojov o 2 kusy.

#### 3.1 Súradnicová metóda

Pomocou súradnicovej metódy sa vypočítalo teoretické umiestnenie obrobne v rámci haly A. Ako kritérium bola použitá početnosť spojení medzi jednotlivými pracoviskami v rámci jedného výrobného cyklu.

#### Postup riešenia:

Počiatok súradnej sústavy sme položili do ľavého dolného rohu haly A .

Pracoviská so vzťahom k obrobni:

1. Triskanie - [X1=88, Y1=4; q<sub>i</sub>=1]
2. Umývanie - [X2=107, Y2=7; q<sub>i</sub>=2]
3. Spracovanie triesok - [X3=107, Y3=15,5; q<sub>i</sub>=1]
4. Výdajňa pre obrobňu - [X4=110, Y4=43; q<sub>i</sub>=2\*]

q<sub>i</sub>- početnosť spojení v rámci výrobného cyklu

\*- hodnota q<sub>i</sub> výdajne pre obrobňu bola určená odhadom vzhľadom na počet strojov a takmer nepretržitú výrobu.

Výpočet teoretického umiestnenia obrobne:

$$X = \frac{\sum_i^n X_i \times q_i}{\sum_i^n q_i} \quad (1)$$

$$X = \frac{\sum 88 \times 1 + 107 \times 2 + 107 \times 1 + 110 \times 2}{\sum 1 + 2 + 1 + 2} = 105m$$

$$Y = \frac{\sum_i^n Y_i \times q_i}{\sum_i^n q_i} \quad (2)$$

$$Y = \frac{\sum 4 \times 1 + 7 \times 2 + 15,5 \times 1 + 43 \times 2}{\sum 1 + 2 + 1 + 2} = 20m$$

Grafické znázornenie výpočtu môžete vidieť v **prílohe 6** v mierke 1:900. Rozsah grafu (haly) Y- 50m a X-151m.

### 3.2 Určenie vhodných lokalít

Výsledné súradnice teoretického umiestnenia obrobne X-105; Y- 20 sa nachádza v oblasti D-12 čo je priestor komunikácie a skladu v 2.sektore. Na základe výsledku boli vytipované dve lokality umiestnenia:

1. možnosť sú miestnosti v sektore 4, súradnice G,H-5,7- **pomocná obrobňa a sklad,**
2. možnosť je **nepoužívaná niklovňa** v sektore 1 súradnice G,H-15,16 a s prihliadnutím na výsledok súradnicovej metódy aj vhodnejšia vzhľadom na dĺžky manipulačných dráh.

### 3.3 Porovnanie predpokladov vytipovaných lokalít

#### 3.3.1 Plošné predpoklady

Prvým a hlavným kritériom je dostatok plochy pre všetkých 10 strojov spolu s nutnou plochou pre manipuláciu. Vychádza sa z toho, že plocha manipulačná by mala byť minimálne 30% z plochy výrobnéj.

Základným predpokladom teda bolo aby:

$$F_o = F_v + F_{P_{dc}} \quad (10)$$

$$F_v = f_s \times P_{sk} \quad (11)$$

$$F_{P_{dc}} = 0,3 \times F_v \quad (12)$$

$F_o$  – minimálna teoretická plocha obrobne [ $m^2$ ]

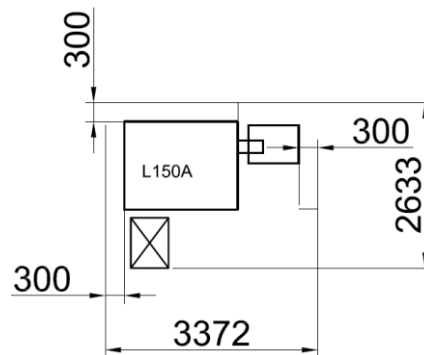
$F_v$  – výrobná plocha [ $m^2$ ]

$f_s$  – merná plocha na 1 stroj [ $m^2$ /stroj]

$P_{sk}$  – počet strojov [stroj]

$F_{P_{dc}}$  – pomocná plocha- manipulačná [ $m^2$ ]

Ako plošnú jednotku resp. potrebný priestor pre 1 strojné pracovisko sa použila plocha zvolená spôsobom zobrazeným na obr. 4.1.



Obr. 4.1 Metodika určenia plochy strojného pracoviska (1)

Po zaokrúhlení môžeme napísať:

$$f_s = 3400 \times 2650 = 9,01 \text{ m}^2/\text{stroj} \quad (13)$$

kde  $f_s$  je plocha 1 strojného pracoviska [ $\text{m}^2/\text{stroj}$ ]

Počet strojov je 10 čiže:

$$P_{sk} = 10 \text{ strojov}$$

Z toho vyplýva, že minimálna potrebná plocha sa vypočíta:

$$F_v = 9,01 \times 10 = 90,1 \text{ m}^2 \quad (11)$$

$$F_{P_{dc}} = 0,3 \times 90,1 = 27,03 \text{ m}^2 \quad (12)$$

$$F_o = 90,1 + 27,03 = 117,13 \text{ m}^2 \quad (10)$$

**Plocha samotnej niklovne:**

$$F_N = 5,8 \times 12 = 69,6 \text{ m}^2 \rightarrow F_N < F_o \quad (14)$$

Tento stav nevyhovuje a po analýze sa zistilo, že pre získanie dostatočnej plochy by bolo nutné plochu niklovne rozšíriť o plochy priľahlej kancelárie, skladu a WC.

$$F_{o1} = F_N + F_{SK} + F_{KN} + F_{WC} \quad (15)$$

$$F_{o1} = 69,6 + 8,05 + 21,35 + 24 = 123 \text{ m}^2 \rightarrow F_{o1} \geq F_o$$

$F_{o1}$  – plocha rozšírenej niklovne [ $\text{m}^2$ ]

$F_N$  – plocha samotnej niklovne [ $\text{m}^2$ ]

$F_{SK}$  – plocha skladu [ $\text{m}^2$ ]

$F_{KN}$  – plocha kancelárie [ $\text{m}^2$ ]

$F_{WC}$  – plocha toaliet [ $\text{m}^2$ ]

Tento stav z plošného hľadiska vyhovuje.

**Plocha skladu:**

$$F_{SK(o2)} = 11,8 \times 12 = 141,6 \text{ m}^2 \rightarrow F_{SK} \geq F_o \quad (16)$$

Tento stav plošne vyhovuje.

Obidve možnosti z hľadiska potrebnej plochy vyhovujú, no v procese realizácie jednotlivých variantov sú značné rozdiely. Tento problém je opísaný v nasledujúcej kapitole.

**3.2.2 Porovnanie výhod a nevýhod****Možnosť umiestnenia v niklovne:****Výhody:**

- Kratšia manipulačná dráha (obrobňa→ umývanie; umývanie→obrobňa)

**Nevýhody**

- Vysoké náklady na realizáciu a väčšie stavebné zásahy
- Nemožnosť ďalšieho rozšírenia
- Minimum priestoru (sklad a pracovný stôl mimo priestor obrobne)
- Nutnosť premiestnenia stávajúceho skladu a kancelárie

**Možnosť umiestnenia v sklade****Výhody**

- Minimálne náklady na realizáciu -už zavedené energetické toky ,minimálny zásah do stavby
- Možnosť ďalšieho rozšírenia ( pomocná obrobňa)

**Nevýhody**

- Dlhšie manipulačné dráhy oproti možnosti umiestnenia v niklovne

**3.3 Výber lokality**

Vzhľadom k plánu zakúpenia ďalších 2 strojov by priestory rozšírenej niklovne plošne nevyhovovali. Taktiež náklady na demontáž stávajúceho zariadenia a prestavbu všetkých vybraných priestorov by boli veľmi vysoké. Tieto fakty sa potvrdili aj po dohovore s vedením, v ktorom sa určil **sklad** ako miesto premiestnenia.

## 4 MOŽNOSTI REALIZÁCIE

### 4.1 Výhody a nevýhody jednotlivých variantov

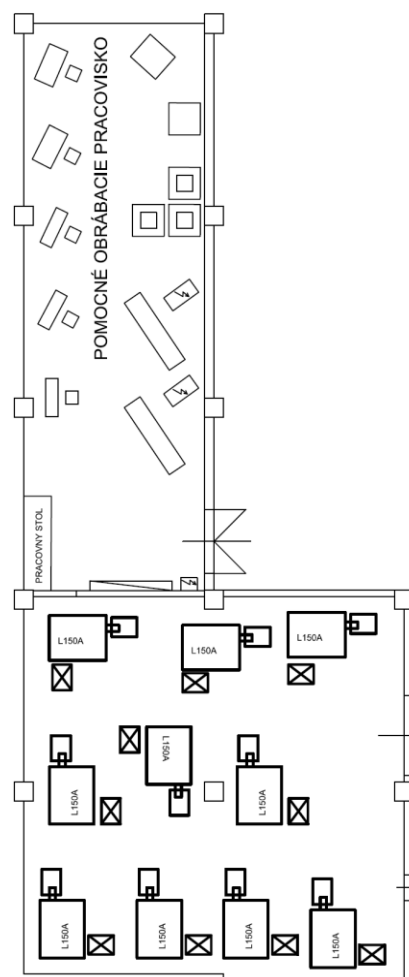
Po určení lokality budúcej obrobne nastala otázka určenia optimálneho rozmiestnenia strojov. Prakticky existujú dve možné smery riešenia:

- a) zachovanie pomocnej obrobne,
- b) zrušenie pomocnej obrobne.

V prílohách 13, 14, 15, 16, sú uvedené všetky navrhnuté variácie rozmiestnenia strojov, ale pre hlbšiu analýzu boli vybrané tri varianty so zastúpením každého smeru riešenia.

#### 4.1.1 Variant A

Bol navrhnutý s ohľadom na zachovanie stávajúceho stavu výroby, s minimálnymi priestorovými nárokmi. Je naprojektovaný na hrane noriem s veľmi obmedzenými priestormi na manipuláciu. Pri tomto variante (obr. 5.1) by musel byť medzisklad presunutý mimo priestor obrobne spolu s 2 plánovanými strojmi do oblasti E-6 v prílohe 1.



Obr. 5.1 Variant A

### Výhody

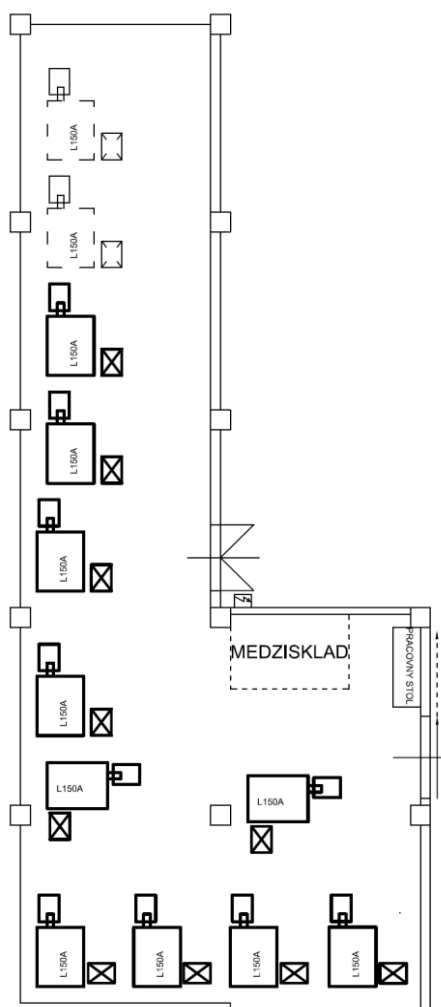
- Zachovanie stávajúceho stavu
- Minimálne náklady na prestavbu

### Nevýhody

- Minimálny priestor na manipuláciu
- Zvýšené riziko úrazu
- Medzisklad mimo obrobne
- Nemožnosť plánovaného rozšírenia

#### 4.1.2 Variant B

Bol projektovaný na základe väčšieho využitia priestoru s ohľadom na bezpečnosť. Za predpokladu zrušenia pomocnej obrobne s tým, že stroje ktoré sa využívajú budú premiestnené do oblasti A-5,7 alebo vyradené.



Obr. 5.2 Variant B

### Výhody

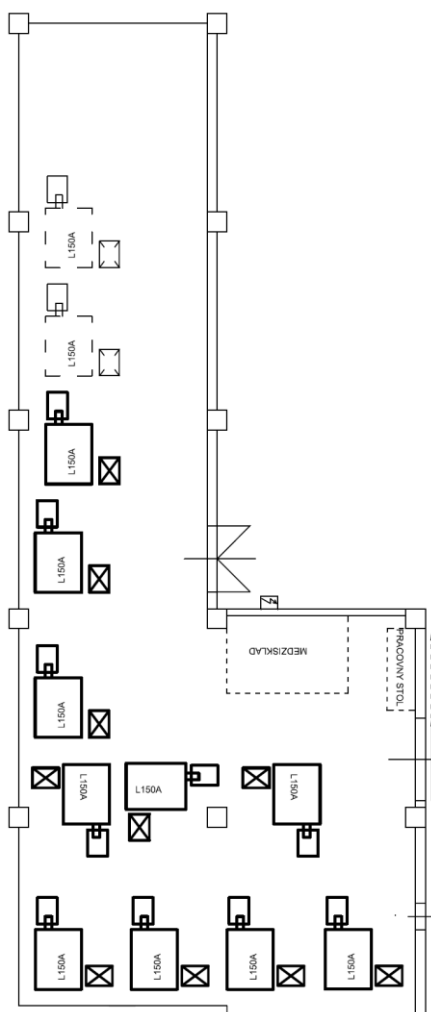
- Dostatok priestoru
- Možnosť obsluhy s vysoko zdvižným vozíkom
- Bezpečnosť
- Vstup do priestoru z dvoch miest
- Centrálna poloha medziskladu vzhľadom k rozloženiu strojov

### Nevýhody

- Vyššie náklady realizáciu

### 4.1.3 Variant C

Pri tomto variante (obr. 5.2) bol kladený dôraz na šetrenie plochy aj napriek plošným možnostiam, ktoré zrušenie obrobne ponúka. Týmto počínom nám vznikol v koncovej časti miestnosti v oblasti umiestnenia 2 plánovaných strojov priestor pre čiastočné zachovanie výroby alebo pre umiestnenie medziskladu.



Obr. 5.2 Variant C

### Výhody

- Čiastočná možnosť obsluhy s vysokozdvížným vozíkom
- Dostatok priestoru na rozšírenie a s možnosťou čiastočného zachovania pôvodnej výroby
- Prístup z dvoch miest
- Primeraná bezpečnosť

### Nevýhody

- Menej priestoru na manipuláciu

## 4.2 Váhové hodnotenie

Pri tvorení hodnotovej tabuľky (tab. 4.1) sa kládol dôraz na komplexné pokrytie problému. Kritéria zahŕňajú všetky relevantné smery. Ich vážnosti nadobúdajú hodnoty 2-5 a úroveň ich plnenia hodnoty 1-5.

Tab. 4.1 Hodnotová tabuľka

Označenie	Váha	Názov	Popis
Kr. 1	5	Bezpečnosť	Bezpečnosť pracovníka je najdôležitejším prvkom v každej oblasti projektovania
Kr. 2	5	Rozmiestnenie strojov	Vhodné rozmiestnenie skracuje materiálové toky a priebežnú dobu výroby, ale aj udáva možnosti ďalšieho rozšírenia
Kr. 3	4	Manipulácia	Zahrňuje priestor k jej bezproblémovému vykonávaniu a prostriedok, ktorým sa vykonáva
Kr. 4	4	Poloha medziskladu	V našom prípade má významný vplyv na manipuláciu a bezpečnosť
Kr. 5	3	Náročnosť realizácie	Prestavba na danú variantu zahrnuje náklady a náročnú manipuláciu so strojmi
Kr. 6	2	Zabraná plocha	Je to kritérium efektívnosti daného riešenia

#### 4.2.1 Variant A

Kr. 1- Bezpečnosť – daný variant má v rámci bezpečnosti najväčšie rezervy z dôvodu maximálnej úspory plochy.

Kr.2 – Rozmiestnenie strojov – je najlepšie možné pri zachovaní stávajúceho stavu pomocnej obrobne

Kr. 3- Manipulácia - je sťažená a bude možná len pomocou paletového zdviháku pričom treba dbať na zvýšenú bezpečnosť

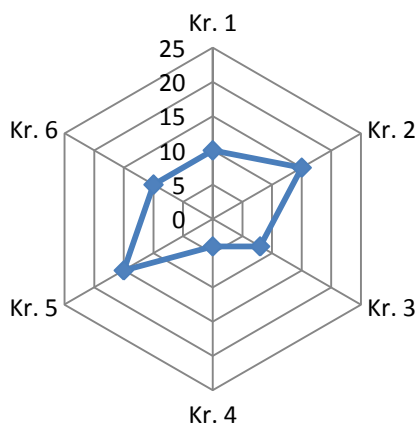
Kr.4- Poloha medziskladu - je podľa je najväčšou nevýhodou celého variantu. Musel by byť uložený mimo priestor obrobne a cesta k nemu by križovala hlavnú prepravnú trasu

Kr.5- Náročnosť realizácie - je minimálna z dôvodu už zavedených energií a odsávanie do priestoru ešte z predošlej výroby. Toto kritérium spĺňa na maximum

Kr. 6- Zabraná plocha – keďže variant bol navrhovaný s touto prioritou taktiež toto kritérium spĺňa na maximum

Tab. 4.2 Tabuľka hodnotení plnenia kritérií pre variant A

Označenie	Váha	Splnenie kritéria	Počet bodov
Kr. 1	5	2	10
Kr. 2	5	4	20
Kr. 3	4	2	8
Kr. 4	4	1	4
Kr. 5	3	5	15
Kr. 6	2	5	10
<b>Spolu</b>			<b>67</b>



Obr. 5.3 Lúčový graf variantu A

### 4.2.2 Variant B

Kr. 1- Bezpečnosť- je zabezpečená dostatkom priestoru

Kr.2 – Rozmiestnenie strojov – je ideálne s ohľadom na manipuláciu s materiálom a ďalšie rozširovanie

Kr. 3- Manipulácia- ideálny možný scenár – manipuláciu bude môcť vykonávať vysokozdvížny vozík

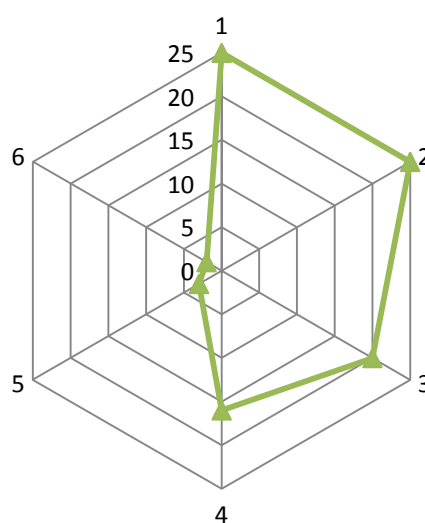
Kr.4- Poloha medziskladu- je centrálna vzhľadom k rozmiestneniu strojov

Kr.5- Náročnosť realizácie- realizácia bude vyžadovať zásah do stavby (zbúranie priečky , pretiahnutie elektriky)

Kr. 6- Zabraná plocha – úspora plochy nebola prioritou riešenia čiže hodnotenie je minimálne

Tab. 4.3 Tabuľka hodnotení plnenia kritérií pre variant B

Označenie	Váha	Splnenie kritéria	Počet bodov
Kr. 1	5	5	25
Kr. 2	5	5	25
Kr. 3	4	5	20
Kr. 4	4	4	16
Kr. 5	3	1	3
Kr. 6	2	1	2
<b>Spolu</b>			<b>91</b>



Obr. 5.4 Lúčový graf variantu B

### 4.2.3 Variant C

Kr. 1- Bezpečnosť- je zaistená

Kr.2 – Rozmiestnenie strojov- s cieľom úspory priestoru a čiastočného zachovania výroby

Kr. 3- Manipulácia- možnosť čiastočnej obsluhy vozíkom

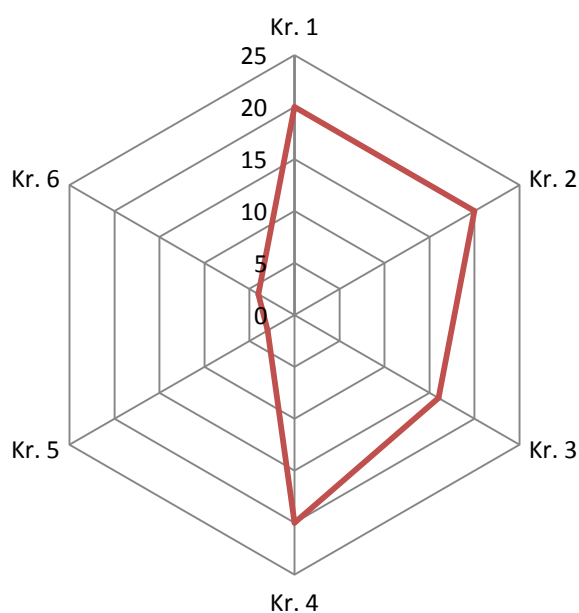
Kr.4- Poloha medziskladu- závisí na rozhodnutí o čiastočnom zachovaní výroby

Kr.5- Náročnosť realizácie- bude nutný zásah do stavby (búranie, električka)

Kr. 6- Zabraná plocha- bola prioritou riešenia čiže hodnotenie je zohľadnené

Tab. 4.4 Tabuľka hodnotení plnenia kritérií pre variant C

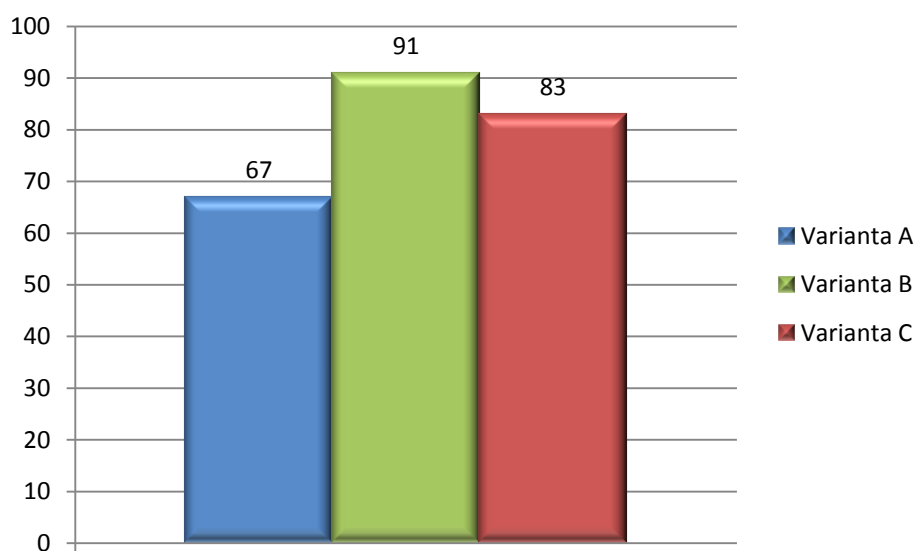
Označenie	Váha	Splnenie kritéria	Počet bodov
Kr. 1	5	4	20
Kr. 2	5	4	20
Kr. 3	4	4	16
Kr. 4	4	5	20
Kr. 5	3	1	3
Kr. 6	2	2	4
<b>Celkem</b>			<b>83</b>



Obr. 5.5 Lúčový graf variantu C

### 4.3 Zhodnotenie výsledkov

Pri porovnaní váhových hodnotení (obr. 5.6) jednotlivých variantov sa ukázal ako najlepšia riešenie **variant B**. Po predložení návrhu vedeniu spoločnosti sa definitívne určil ako konečný variant riešenia.



Obr. 5.6 Porovnanie váhových hodnotení variantov

## 5 ROZPRACOVANIE

V rozpracovanom variante B (obr. 6.1) sú zakreslené dopravné cesty pre obsluhu jednotlivých strojov elektrickými vysokozdvížnými vozíkmi (obr. 6.2) určených na vnútroobjektovú manipuláciu. Tieto vozíky fungujú na elektrický pohon a sú tiež o mnoho menšie na rozdiel od vozíka z medziobjektovej manipulácie.



Obr 6.2 Elektrické vozíky

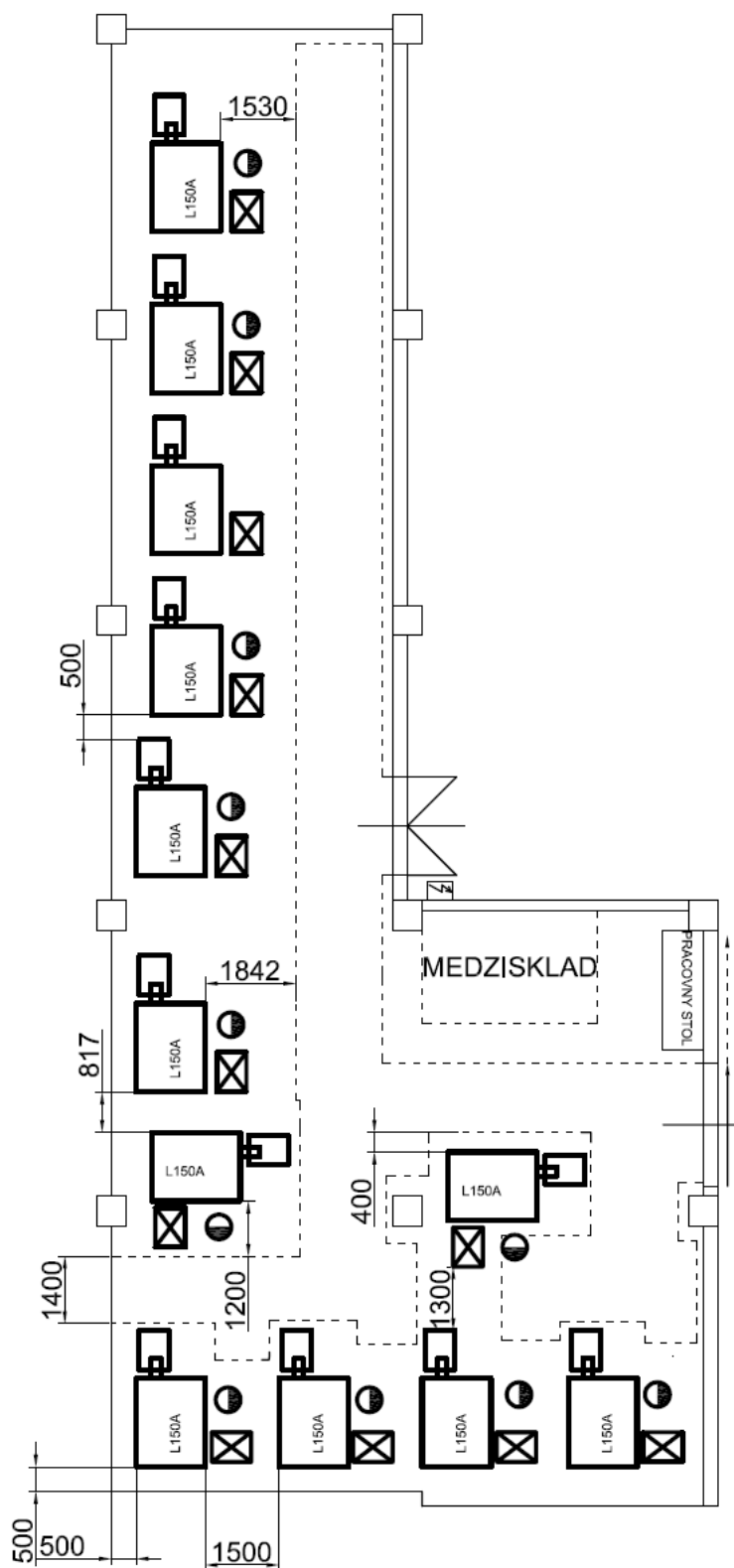
Najužšia časť dopravných ciest má 1,4 m, čo je dostatok miesta na manévrovanie s vozíkmi o maximálnej šírke 1 m aj s bremenom.

Pracovníci sú v projekte zobrazení len ilustračne, lebo ako už bolo povedané o celé pracovisko sa starajú len dvaja pracovníci. Všetky pracoviská spĺňajú bezpečnostné normy až na jedno, ktoré leží pri medzisklade, priamo oproti hlavnému vstupu (plechové posuvné dvere). Ak sa bude pracovník v momente zásobovania protiľahlého stroja nachádzať na tomto stanovisku, bude nútený ho z bezpečnostných dôvodov opustiť do doby odchodu vozíka.

Tohto stanoviska sa týka aj dôvod rozdelenia dopravnej cesty na dve vetvy. Je to kvôli medzistrojovej vzdialenosti o šírke 1,3 m, kde už by bezpečnosť pri manipulácií s vozíkom nebola zabezpečená v dostatočnej miere, viz. kap.1.1.5,vzorec (5).

Za daných podmienok sa manipulačné operácie vykonávané vysokozdvížným vozíkom obmedzia na jednu a to na prepravu od pracoviska triskanie k jednotlivým strojom Pinnacle. Ostatné prepravy, teda preprava z obrobne k umývaniu a naopak (2x) budú zabezpečené obsluhou obrobne. Tá bude priebežne počas zmeny uskladňovať v medzisklade nastohované koše a po jej skončení ručne pomocou malých vozíkov (obr.2.20) prepraví zmenovú produkciu k umývaniu. Tento proces bude fungovať aj opačne na začiatku zmeny, keď si z oblasti umývania preberú umyté zástreky a dopraví ich do obrobne .

Celkový globálny charakter zmeny je najvýraznejšie badateľný v **prílohe 4** .



Obr. 6.1 Rozpracovaný variant B

## 6 FINÁLNE ZHODOTENIE

### 6.1 Priame technicko-ekonomické následky

Z vybraného riešenia je očividné, že všetky priame úspory sa budú odvíjať od ušetrenej dráhy a prostriedkov, ktoré s ňou súvisia. Hlavným následkom celého návrhu je skrátenie manipulačných dráh, z čoho logicky vyplýva aj skrátenie časov, ktoré im zodpovedajú.

Významným následkom navrhnutých zmien by bolo zlepšenie dozoru nad výrobou. Z dôvodu umiestnenia všetkých technicko-hospodárskych úsekov podniku v hale A je veľmi obtiažna akákoľvek kontrola pracovníkov v hale B. Vo firme síce funguje systém na správu podniku ale informácie z neho sú s trojdňovým oneskorením. Priamym dôsledkom zmien by bolo zlepšenie kvality výrobkov, taktiež lepší prehľad výrobného a obchodného úseku o aktuálnom stave objednávky, z čoho vyplývajú lepšie informácie pre zákazníka a okamžitá reakcia na vzniknuté problémy.

#### 6.1.1 Úspory dráhy a času

Dráhy, ktoré je treba prejsť v rámci výrobného procesu po zavedení zmeny, možno ľahko odčítať z prílohy 4- Sankeyovho diagramu navrhnutého riešenia.

#### Úspora dráhy:

	Stávajúci stav	Navrhnutý stav	Rozdiel
Triskanie → obrobňa	430 m	90 m	340 m
Obrobňa → umývanie	420 m	96 m	324 m
Umývanie → obrobňa	420 m	96 m	324 m
Obrobňa → umývanie	420 m	96 m	324 m
$\Sigma$	1690 m	378 m	1312m

Úspora dráhy v rámci znázorneného manipulačného cyklu dávky je 1312 m, čo znamená v percentách 77% úsporu dráhy, s ktorou súvisia nemalé finančné náklady hlavne na vozík.

**Úspora času:**

	Stávajúci stav	Navrhnutý stav (odhad)	Rozdiel
Triskanie → obrobňa	0,09 Nh	0,008Nh= 30 s	0,082 Nh
Obrobňa → umývanie	0,09 Nh	0,0125 Nh = 45 s	0,0775 Nh
Umývanie → obrobňa	0,09 Nh	0,0125 Nh = 45 s	0,0775 Nh
Obrobňa → umývanie	0,09 Nh	0,0125 Nh = 45 s	0,0775 Nh
$\Sigma$	0,36 Nh	0,0455 Nh	0,3145 Nh

Pri porovnaní súčtu manipulačných časov stavajúceho stavu (viz. kap. 2.2.1) a stavu po zavedení zmeny, percentuálne vychádza zníženie časovej náročnosti manipulácie pre tok:

- MZD 1/2 o 74,7 %,
- MZV 1/2 o 78 %.

**6.1.2 Ekonomické zhodnotenie**

Finančná úspora sa vyhodnotí ako ročný náklad na produkciu zástrekov, ktorý je momentálne nadbytočným v porovnaní s navrhovaným variantom alebo tiež sa môže označiť aj za ročný ušlý zisk súvisiaci so stávajúcim stavom.

**Základný predpoklad**

Ako už bolo povedané zmenou by úplne odpadla nutnosť využívania motorového vysokozdvížneho vozíka. Jeho funkciu by zastúpil vozík vnútroobjektovej prepravy, ktorého náklady pripadajú na pracovisko ku ktorému patrí a touto činnosťou by sa nijak nezmenili. Ďalej by to boli pracovníci obrobne, ktorý by vozík zastúpili pri manipulácií s košmi a tieto úlohy by taktiež plnili v rámci už zavedených miezd.

**Predpoklad pre výpočet**

Motorový vysokozdvížny vozík pri manipulácií s paletami v stávajúcom stave má toto kapacitné obmedzenie - odvezie len jednu kovovú ohradovú paletu a len jednu drevenú paletu, ktorá pojme 12 nastohovaných košov. Teda 1 kovová ohradová paleta sa rovná 12 košom nastohovaným na drevenej palete.

### Výpočet jednotlivých podielov na úspore

Pre zistenie koľko krát za rok musí vozík túto dráhu vykonať, vychádzame z ročných produkcií jednotlivých zástrekov viz. tab. 2.1 a z počtu kusov zástrekov pripadajúcich na 1 kôš, kam sa umiestňujú kvôli procesu umývania. Táto hodnota je pre každý typ zástreku iná vzhľadom k jeho rozmerom. Príslušné hodnoty boli odčítané z kontrolných postupov pre jednotlivé zástreky a zapísané do tab. 6.3 ( $p_{ki}$ ).

$$P_{pi} = \frac{RP_i}{p_{ki} \times 12} \quad (17)$$

kde  $RP_i$  - ročná produkcia i-tého typu zástreku [ks]

$p_{pi}$  - počet palet i-teho zástreku [ks]

$p_{ki}$  - merný počet kusov i-tého typu zástreku v 1 koši [ks/kôš]

$$P_p = \sum_{i=1}^{n=6} P_{pi} \quad (18)$$

kde  $P_p$  - celkový počet palet [ks]

Hodnoty sú v stĺpci  $P_{pi}$  sú vypočítané podľa vzťahu (17) a zaokrúhlené smerom nahor na celé čísla.

Tab. 6.3. Počty palet za rok.

Typ zástreku	$RP_i$ [ks/rok]	$p_{ki}$ [ks/kôš]	$P_{pi}$ [paleta/rok]
MZD 1/2	1076285	800	113
MZV 1/2	326100	600	46
MZD 3/4	55413	500	10
MZV 3/4	51300	350	13
MZD 1	21266	350	5
MZV 1	51710	300	15
$P_p = \sum P_{pi}$			202

Z tabuľky vyplýva, že vozík je nútený dráhu dlhú 1690 m prejsť 202 krát za rok. Čiže za rok prejde 341,38 km. Je to minimálna nutná hodnota a reálne je to určite omnoho viac. Pri priemernej spotrebe vozíka 7 l / 100 km je ročná spotreba nafty 24 l, čo je zanedbateľný náklad.

Podiel zo mzdy pracovníka

Obsluha vozíka je povinná si danú paletu za každým nastohovať, tento proces zaberie 15 minút (0,25 hod), keď že prenos je obojsmerný pri vyložení jednej musí nastohovať a odviezť naspäť druhú, čiže časová štruktúra jedného cyklu je :

$$T_t = 0,09 + 0,25 + 0,09 + 0,25 + 0,09 + 0,25 + 0,09 + 0,25 \quad (19)$$

$$T_t = 1,36 \text{ hod}$$

$$T_c = P_p \times T_t \quad (20)$$

$$T_c = 202 \times 1,36 = 274,72 \text{ hod/rok}$$

kde  $T_t$  – časová štruktúra manipulačného cyklu [hod]

$T_c$  – čas pripadajúci na cyklus za 1 rok [hod/rok]

Časť zo mzda obsluhy riadiacej vysokozdvížny vozík:

$$M_o = 675 \text{ €/mes} \quad U_o = \frac{M_o}{E_f} \times T_c \quad (21)$$

$$E_f = 150 \text{ hod/mes}$$

$$U_o = \frac{675}{150} \times 274,72$$

$$U_o = 1236,24 \text{ €/rok}$$

kde  $M_o$  - mesačná mzda obsluhy naftového vozíka [€/mes]

$E_f$  - časový efektívny fond obsluhy naftového vozíka [hod/mes]

$U_o$ - ročná úspora z mzdy obsluhy [€/rok]

Odpisy vozíka

Amortizácia vozíka je pri súčasnej vyťažnosti a nutnosti výmeny vozíka každé tri roky, vyčíslená vzhľadom k cene nového ( 25 000€) na 8333 €/rok.

Náklady na servis sú 2000 €/rok.

Po konzultácií s vedúcim výroby bol podiel manipulácie, týkajúcej sa zástrekov, na celkovej vozíkom vykonanej manipulácií, určený na 30 % čiže podiel na nákladoch vozíka pripadajúci na produkciu zástrekov je:

$$U_v = (8333 + 2000) \times 0,3 \cong 3100 \text{ €/rok} \quad (22)$$

Celkový výsledný priamy náklad (úspora) vyplývajúci z navrhutej zmeny je zobrazený v tab.6.4.

Tab. 6.4 Celková priama úspora

Náklad	Hodnota [€/rok]
Zamestnanec	1236,24
Vozík	3100,00
Spolu	4336,24

### 6.1.3 Náklady na realizáciu

Ako už bolo spomenuté všetky energie a taktiež aj odsávanie už sú v priestoroch zavedené. Tým pádom sa realizácia skrúti na tieto kroky:

- Vypratanie skladu a presun strojov z pomocnej obrobne
- Zbúranie priečky medzi skladom a pomocnou obrobnu
- Likvidácia vzniknutého odpadu
- Premiestnenie strojov (odpojenie, prenos, zapojenie)

Pozn. : Všetky pracovné činnosti budú vykonané zamestnancami firmy.

#### Vyčíslenie

Body a) a b) budú vykonané 2 radovými pracovníkmi za jednorázovú odmenu 100 €/osoba.

$$A_{ab} = 200 \text{ €}$$

Bod c) bol vyčíslený na 100 €.

$$A_c = 100 \text{ €}$$

Pri poslednom bode d) sa z predošlých skúseností usúdilo, že premiestnenie jedného stroja zaberie 4 hodiny. Pri tomto procese musí byť prítomna obsluha vozíka a elektrikár. Premiestňujeme 10 strojov. Z uvedeného vyplýva:

$$P_s = 10 \text{ strojov} \quad A_d = P_s \times t_{pr} \times (m_{ph} + m_{eh}) \quad (23)$$

$$t_{pr} = 4 \text{ hod} \quad A_d = 10 \times 4 \times (4,5 + 5,4) = 396 \text{ €}$$

$$m_{ph} = 4,5 \text{ €/hod}$$

$$m_{eh} = 5,4 \text{ €/hod}$$

kde  $t_{pr}$  – čas presunu 1 stroja [hod]

$m_{ph}$  – hodinová mzda obsluhy vozíka [€/hod]

$m_{eh}$  – hodinová mzda elektrikára [€/hod]

Celkový náklad na realizáciu:

$$A = A_{ab} + A_c + A_d \quad (24)$$

$$A = 200 + 100 + 396 = 696 \text{ €}$$

## 6.2 Potenciálne zisky (úspory)

Pracovisko na obrábanie zástrekov je „srdcom“ obrobne v hale B. Po zavedení daných zmien bude možné spojiť dve nákladové strediská a to obrobnu ( v hale B) a mechanickú obrobnu v hale A do jedného nákladového strediska, čím automaticky prichádzame k úspore mzdy minimálne 1 vedúceho pracovníka.

$$M_{rp}=1350 \text{ €/mesiac}$$

$$U_{RP} = M_{rp} \times 12 \quad (25)$$

$$U_{RP} = 16\,200 \text{ €/rok}$$

kde  $M_{rp}$  – mesačná mzda riadiaceho pracovníka [€/mes]

$U_{RP}$  – ročná uspora za mzdy 1 riadiaceho pracovníka [€/rok]

Po premiestnení sústruhov sa v hale B uvoľní priestor, ktorý sa bude dať využiť na zavedenie nových výrobných technológií alebo na prenájom.

V prípade prenájmu sa zisk odvíja od množstva prenajímaných  $m^2$ . Po prevoze sa uvoľní priestor o výmere 9,1 x 17,4 [m] z toho vyplýva:

$$F_p=158,34 \text{ m}^2 \approx 158 \text{ m}^2 \quad Z_p = F_p \times p_{m^2} \times 12 \quad (26)$$

$$p_{m^2} = 1 \text{ €/m}^2/\text{mes}$$

$$Z_p = 158 \times 1 \times 12$$

$$Z_p = 1896 \text{ €/rok}$$

kde  $F_p$  – uvoľnená plocha [ $m^2$ ]

$p_{m^2}$  – cena prenájmu 1  $m^2$  za mesiac [1 €/m<sup>2</sup>/mes]

$Z_p$  – zisk z prenájmu [[€/rok]

## 6.3 Súhrn

Z hodnotenia je možno vidieť dva druhy úspor (ziskov). Priame úspory budú platiť okamžite po zavedení navrhnutého stavu bez ohľadu na voľby vedenia. Potenciálne úspory (zisky) sú priamo závislé na rozhodnutiach vedenia lebo automaticky nevyplývajú z navrhnutého riešenia. Čo sa týka nákladov na realizáciu vzhľadom k ročným úsporám je možné ich označiť za menej podstatné, ale aj napriek tomu sú znázornené vo finálnej tab 6.5.

Tab. 6.5 Súhrnná tabuľka kategorizácií jednotlivých úspor (nákladov)

		Náklad	Hodnota [€/rok]
Priame	Úspory	Obsluha vozíka	1236,24
		Vozík	3100,00
Riadiaci zamestnanec		16 200	
Potenciálne	Zisk	Nájom	1896,00
		Realizácia	-696
	Spolu	21736,24	

## 7 ZÁVER

Cieľom tohto projektu bola optimalizácia usporiadania technologických pracovísk v spoločnosti Slovarm. V prvých krokoch práce sa bolo nutné zoznámiť s fungovaním celej firmy ako celku, keďže zmena by mala značný vplyv na jej fungovanie. Po prevedení analýz a orientačných výpočtov bolo možné vytvoriť varianty potenciálnych riešení, z ktorých sa pomocou metód komplexných zhodnotení vybrala tá najvhodnejšia.

O úspešnosti riešenia hovoria priamo v práci obsiahnuté fakty:

- rapídne zlepšenie kontroly nad výrobným procesom, rýchlejšie reakcie na vzniknuté problémy, zlepšenie prehľadu o stave objednávky (viz. kap.6.1),
- zrušenie zbytočných nákladov vo forme manipulačných procesov, ktorých ročná hodnota dosahovala 4336 €. Priamym následkom ich zrušenia bolo zlepšenie využitia časového fondu obsluhy premiestnenej obrobne,
- načrtnutie ďalších možností rozvoja firmy zavedením nových technológií alebo výpočet potenciálneho zisku za prenájom plnohodnotnej priemyselnej plochy, ktorá by sa uvoľnila po zavedení riešenia,
- navrhnutie štrukturálnych zmien v nákladových strediskách firmy, kedy by pri premiestnení obrobne z haly B nad ťažkú obrobnu v hale A vzniklo (resp. spojilo) jedno nákladové stredisko. Z toho automaticky vyplýva úspora mzdy minimálne 1THP pracovníka, čo ročne znamená 16 200€ ,
- vyhodnotenie technických úspor v podobe 78% zníženia celkového manipulačného času pre tok MZV 1/2 a 74,7% pre tok reprezentujúci zástrek MZD 1/2.

V závere treba dodať, že znázornené čísla sú najmenšie možné. V praxi sa dá predpokladať, že spotreba paliva vzhľadom na ušetrenú dráhu viz kap 6.1.1 bude znateľná aj napriek tomu, že bola vo výpočtoch označená za mizivú.

## ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akadematické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4.vyd. Brno: Akadematické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
3. RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. Brno : VUT – FSI, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3. c
4. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Projekt manipulace s materiálem. [online]. [cit. 2012-05-23]. Dostupné z:  
[http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/podklady/manipulace/manipulace\\_navody.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/podklady/manipulace/manipulace_navody.pdf)
5. VARJAN, Matúš. Racionalizační projekt pracoviště svařování ohřivačů. Brno, 2010. 68 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedúci práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.
6. ĎUĎÁK, Jozef. Priestorová štruktúra výrobného procesu. In: [online]. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre [cit. 2012-05-23]. Dostupné z:  
[http://www.tf.uniag.sk/e\\_sources/katsvs/rpv/4\\_Prednaska\\_RPV.pdf](http://www.tf.uniag.sk/e_sources/katsvs/rpv/4_Prednaska_RPV.pdf)
7. VEVERKA, Š. Optimalizace výroby dopravníkových válečků. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 81 s, příloh 6. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.
8. Tptools.cz. In: *Zdvížený paletový vozík* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z:  
<http://www.tptools.cz/www-tptools-cz/eshop/1-1-Elektronaradi/40-2-Paletovy-vozik>
9. Pinnacle-mc.com. In: *Pinnacle LA 150* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z:  
<http://www.pinnacle-mc.com/images/l150a.jpg>

## ZOZNAM SKRATIEK A SYMBOLOV

Skratka	Jednotka	Popis
<b>JUS</b>	[-]	jednúčelové stroje
<b>Ms</b>	[-]	mosadz (norma)
<b>SAM</b>	[-]	Slovenská armatúrka Myjava
<b>SR</b>	[-]	Slovenská republika

Symbol	Jednotka	Popis
<b>A</b>	[€]	celkové náklady na realizáciu
<b>A<sub>ab</sub></b>	[€]	jednorázová odmena
<b>A<sub>c</sub></b>	[€]	likvidácia odpadu
<b>A<sub>d</sub></b>	[€]	podiel zo mzdy zabranej realizáciou
<b>B</b>	[mm]	šírka jazdného pruhu
<b>F<sub>KN</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	plocha kancelárie
<b>F<sub>o</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	minimálna teoretická plocha obrobne
<b>F<sub>o1</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	plocha rozšírenej niklovne
<b>F<sub>N</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	plocha samotnej niklovne
<b>F<sub>p</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	uvoľnená plocha
<b>F<sub>pdc</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	pomocná plocha -manipulačná
<b>F<sub>v</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	výrobná plocha
<b>F<sub>wc</sub></b>	[m <sup>2</sup> ]	plocha toaliet
<b>M<sub>o</sub></b>	[€/mes]	mesačná mzda obsluhy naftového vozíka
<b>M<sub>rp</sub></b>	[€/mes]	mesačná mzda riadiaceho pracovníka
<b>P<sub>sk</sub></b>	[ks]	počet strojov
<b>P<sub>p</sub></b>	[ks]	celkový počet paliet
<b>P<sub>1</sub></b>	[mm]	šírka jednosmernej uličky

$P_2$	[mm]	šírka obojsmernej uličky
$RP_i$	[ks/rok]	ročná produkcia i-tého typu zástreku
$S_1$	[mm]	šírka dopravnej cesty s 1 jazdným a 1 postranným pruhom
$S_2$	[mm]	šírka dopravnej cesty s 1 jazdným a 2 postrannými pruhmi
$S_3$	[mm]	šírka dopravnej cesty s 2 jazdnými a 1 postranným pruhom
$S_4$	[mm]	šírka dopravnej cesty s 2 jazdnými a 2 postrannými pruhmi
$T_c$	[hod/rok]	čas pripadajúci na cyklus za 1 rok
$T_M$	[Nhod]	čas manipulačných procesov
$T_{OD}$	[Nhod]	operatívny čas cyklu
$T_t$	[Nhod]	časová štruktúra manipulačného cyklu
$U_o$	[€/rok]	ročná úspora z mzdy obsluhy
$U_{RP}$	[€/rok]	ročná úspora za mzdy 1 riadiaceho pracovníka
$U_v$	[€/rok]	ročná úspora z nákladov na naftový vozík
$Z_p$	[€/rok]	zisk z prenájmu
$f_s$	[m <sup>2</sup> /stroj]	merná plocha na 1 stroj
$m_{eh}$	[€/hod]	hodinová mzda elektrikára
$m_{ph}$	[€/hod]	hodinová mzda obsluhy vozíka
$p_{ki}$	[ks/kôš]	merný počet kusov i-tého typu zástreku v 1 koši
$p_{m2}$	[1 €/m <sup>2</sup> /mes]	cena prenájmu 1 m <sup>2</sup> za mesiac
$p_{pi}$	[ks]	počet paliet i-teho zástreku
$q_i$	[-]	kritérium vážnosti vzťahu
$t_{pr}$	[hod]	čas presunu 1 stroja

**Zoznam príloh**

<b>Príloha 1</b>	<b>Výkres haly A so súradnicovou sústavou</b>
<b>Príloha 2</b>	<b>Výkres haly B</b>
<b>Príloha 3</b>	<b>Sankeyov diagram stávajúceho stavu</b>
<b>Príloha 4</b>	<b>Sankeyov diagram navrhnutého variantu</b>
<b>Príloha 5</b>	<b>Šachovnicová tabuľka</b>
<b>Príloha 6</b>	<b>Súradnicová metóda graficky</b>
<b>Príloha 7</b>	<b>Výrobný výkres MZV 1/2</b>
<b>Príloha 8</b>	<b>Výrobný výkres MZD 3/4</b>
<b>Príloha 9</b>	<b>Výrobný výkres MZV3/4</b>
<b>Príloha 10</b>	<b>Výrobný výkres MZD 1</b>
<b>Príloha 11</b>	<b>Výrobný výkres MZV1</b>
<b>Príloha 12</b>	<b>Technické údaje o stroji Pinnacle LA 150</b>
<b>Prílohy 13-16</b>	<b>Všetky navrhnuté varianty rozloženia</b>

