



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF AUTOMOBIL AND TRANSPORT ENGINEERING

MANIPULACE A MATERIÁLOVÝ TOK VE VÝROBĚ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

MANIPULATION AND MATERIAL FLOW IN PRODUCTION OF STEEL CONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Ondřej Šíp

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.d.

BRNO 2010

ABSTRAKT

Tato diplomová práce pojednává o materiálovém toku ve výrobě, v návaznosti na rozmístění pracovišť a manipulační prostředky. Na základě teoretických poznatků porovnává různé metody analýzy a zpracovává je ve výpočtové části. V rámci zadání se věnuje i rozšíření výroby o nový stroj a nové prostory.

Klíčová slova:

materiálový tok, manipulační prostředek, pracoviště,

ABSTRACT

This diploma thesis discourse about of material flow in production , following the deployment of workstations and handling equipement. It compares different methods of analysis on the basis of theoretical knowledge and processes them in calculation part. Within the problem it follows the expansion of production of a new machine and new areas.

Keywords:

material flow, handling device, workplace,

Bibliografická citace

ŠÍP, O. *Manipulace a materiálový tok ve výrobě ocelových konstrukcí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 70 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

Prohlášení:

Tuto práci jsem vypracoval sám, pod vedením vedoucího práce Ing. Jaroslava Kašpárka, s využitím odborné literatury a s konzultací s panem Ing. Bohumilem Metelkou.

STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

V Brně dne

.....

Bc. Ondřej Šíp.

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat mým rodičům za veškerou podporu během celého mého studia. Také děkuji panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. a panu doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc. za trpělivost a vstřícnost při zpracovávání této práce.

**OBSAH**

1	Úvod	6
2	Představení práce a konkretizace úkolu	7
3	Technologické procesy ve firmě.....	9
3.1	Dělení materiálu.....	9
3.2	Technologie tváření za studena.....	10
3.2.1	Stříhání.....	10
3.2.2	Ohýbání.....	11
3.3	Technologie obrábění	12
3.4	Technologie svařování	12
3.4.1	Svařování plamenem.....	13
3.4.2	Svařování elektrickým obloukem	13
3.4.3	Pulzní svařování-elektrickým odporem	14
3.5	Ostatní technologie	14
4	Manipulace s materiálem	15
4.1	Manipulační prostředky	15
4.1.1	Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem-nepřetržitě pracující ...	15
4.1.2	Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem- přetržitě pracující	16
4.2	Skladování	17
5	Uvedení do problematiky sestavování návrhu	18
5.1	Trojúhelníková metoda- prostá	18
5.2	Kruhová metoda.....	19
5.3	Metoda těžiště	20
5.4	Metoda trojúhelníkového hodnocení vztahů.....	21
5.5	Metoda souřadnic.....	22
6	Analýza stávajícího stavu	23
6.1	Přehled pracovišť a strojů	24
6.2	Přehled manipulačních prostředků.....	26
6.3	Výroba kontejneru Scania.....	27
6.3.1	Technologický postup.....	28
6.3.2	Materiálový tok při výrobě	28
6.4	Vypracování návrhů rozmístění pracovišť.....	33
6.4.1	Kruhová metoda [2,3]	33
6.4.2	Trojúhelníková metoda prostá	39
6.4.3	Návrh řešení, zhodnocením dosažených výsledků-varianta E.....	43
7	Výstupní parametry analýzy.....	45
7.1	Výpočet manipulačních časů	45
7.2	Výpočet manipulačních nákladů.....	48
7.3	Výsledné hodnoty analýzy	50
7.3.1	Početní porovnání návrhů	52
7.3.2	Zvolení nejlepší varianty	53



7.4	Pozice zbylých pracovišť	55
8	Návrh rozmístění pracovišť při rozšíření výrobních prostor	60
8.1	Varianta 1	61
8.2	Varianta 2	62
9	Zhodnocení zadaného manipulačního uzlu	62
10	Závěr	65
11	Seznam použitých zdrojů	66
12	Seznam použitých symbolů a zkratek	67
13	Seznam příloh	70



1 Úvod

S pohledem na tradici strojírenského průmyslu u nás a její postupný vývoj především v první polovině 20. století, nemůžeme si nevšimnout velké významnosti tohoto odvětví v českém, respektive československém průmyslu obecně. Tradiční podniky s dlouholetou historií doplňují jak zahraniční výrobci, kteří u nás hledají vhodné podmínky pro rozšíření své působnosti na mezinárodní úrovni, tak i menší výrobci, kteří se s větší či menší úspěšností prosazují na domácím trhu a tím navazují na zmiňované tradice strojírenství.

Jak výroby většího rozsahu, tak i výroby menšího pole působnosti, se musí neustále přizpůsobovat novým a novým vlivům, aby byly konkurenceschopné. K těmto vlivům můžeme přiřadit například nové technologie, poptávku, ekonomické změny, nové trendy, normy a zákony a v neposlední řadě taktéž rozvoj firmy jako takové.

S tím souvisí i řada problémů, které je třeba řešit. Pokud nejde o zavedení nového výrobce na trh, je třeba je řešit za pochodu, s co nejmenším dopadem na již zaběhlou výrobu. Zastavení či zpoždění výroby vždy vede k ekonomickým ztrátám. Nesprávně načasovaný a zvolený zásah do zaběhlého programu může mít dopady daleko většího rozsahu. Avšak správnou logistikou veškerých procesů ve výrobě se může docílit větší celkové efektivity práce.

Ke správným řešením nám dopomáhají v dnešní době například pokročilé softwarové programy, simulační programy a různé typy analýz. Na začátku však hlavním článkem bývá zdravý lidský úsudek. Ke správnému zhodnocení stavu a možným úpravám je nutné mít jednak znalosti z oblasti logistiky, plánování výroby, dopravy a manipulace s materiálem, ale také je třeba rozumět technologii dané výroby a technologickým procesům v řešené výrobě.

2 Představení práce a konkretizace úkolu

Tato práce je zpracovávána pro firmu, zabývající se výrobou ocelových konstrukcí. Mým úkolem je provést analýzu stávajícího stavu z hlediska materiálového toku a manipulace s materiálem. S ohledem na zaběhlou výrobu, přidání nového stroje do výroby a možnosti rozšíření výrobních prostor pak vypracovat návrh optimálnějšího rozmístění pracovišť. V případě vzniku problémového místa v materiálovém toku, je mým úkolem navrhnout možné řešení tohoto uzlu tak, aby problém byl odstraněn.

Ve firmě polotovary procházejí technologiemi od dělení materiálu, přes obrábění, tváření, svařování, až po konečnou montáž a lakování. Firma se zabývá kusovou výrobou, největšími zakázkami, co do počtu výsledných produktů, tak i do hmotnostní a kapacitní zátěže, je výroba kontejnerů na nákladní automobily. Konkrétně se jedná o typy Scania, Avia a Tatra. Lehčí verze kontejneru (plech tl. 2 mm) se využívá na svoz papíru, těžší verze (plech tl. 4 nebo 5 mm) na svoz železa. Provádí se zde i úpravy a opravy kontejnerů-pojezd, zavírání. Ze složitějších produktů můžeme zmínit například cyklonový odlučovač. Objemový tok ve výrobě se odvíjí od zakázek, pohybuje se však v intervalu **50 až 100 tun za měsíc**.

Počet zaměstnanců, jejich kvalifikace i pracovní doba se odvíjí od zakázky, nelze tedy jednoznačně určit zaměstnaneckou kapacitu firmy, nebo směnnost provozu. Plat pracovníka je určován dle hodinové mzdy a odbornosti, podnik také využívá systém prémie.

Vzhledem k rozvíjející se výrobě a nárokům na prostory, využila firma možnosti rozšíření výrobních ploch. Je v plánu výstavba nové haly, přímo napojené na halu stávající (viz. obr. 2.1). Toto rozšíření dává větší možnost optimálnějšímu rozvržení pracovišť a ostatních ploch, s ohledem na materiálový tok a manipulaci s materiálem. Přidáním stroje (pásová pila), schopným zpracovávat i polotovary větších rozměrů, se rozšíří výroba o další technologické pracoviště, které však je nutné správně zakomponovat do systému, aby tato volba nevedla ke snížení efektivity práce.



Obr. 2.1: Levé křídlo haly (vlevo), prostory nové přístavby (vpravo). [vlastní foto]

Aby se lépe mohl analyzovat stávající stav a zjistily se tím technologické, kapacitní a další nedostatky, bude po konzultaci s firmou celkovou výrobu reprezentovat nejvytíženější zakázka již zmíněných kontejnerů. Hmotnostním tokem se tato výroba nachází ve zmiňovaném intervalu 50-100 tun měsíčně.

Konkrétněji půjde o výrobu 22 kontejnerů Scania (viz. obr. 2.2) Kusovník je přiložen jako Příloha 1.

Přehled:

výrobek	kontejner SCANIA
rozměry (v x š x d) (mm)	2260x2400x5880
počet kusů	22
hmotnost 1 ks (kg)	3034
celková hmotnost (kg)	66 746



Obr. 2.2: Kontejner typ Scania. [vlastní foto]

Při sestavování návrhu na optimalizaci materiálového toku se především počítá se stávajícími prostory, ale také s plánovanou novou halou, která má být spojena s hlavní budovou dvěma vstupy. Nová hala má být napojena na místní komunikaci, což umožní přímější dodávku materiálu.

V návrhové fázi práce se také počítá se zakomponováním nového stroje-pásové pily pro větší rozměry profilů, který je firma připravena v případě vhodné zakázky zakoupit.

3 Technologické procesy ve firmě

Co se týče výrobních procesů ve firmě, jde o klasickou kusovou výrobu ocelových prvků, často používaných ve stavebním odvětví. Než se výrobek vyexpeduje, projde různými procesy, například stříháním, řezáním, vypalováním, ohýbáním, obráběním a při montáži pak svařováním, tryskáním, lakováním. Mezi těmito hlavními operacemi probíhají menší úpravy broušením, dořezáváním apod., které jsou prováděny většinou ručně nebo pomocnými nástroji. Tyto drobnější operace jsou v celkovém objemu méně významné, budou zde tedy uvedeny jen hlavní operace.

3.1 Dělení materiálu

Při volbě dělení materiálu se díváme především na kvalitu a přesnost zpracovaného polotovaru. Dalšími hledisky pro volbu technologie jsou například rozměry řezaného materiálu, dostupnost energie, plocha zástavby stroje. Pro praxi se využívá především těchto druhů dělení materiálu:

- řezání na pilách a upichování materiálu na soustruzích
- stříhání (na nůžkách)
- lámání na speciálních lámacích strojích
- sekání pod buchary nebo lisy
- rozbrušování
- laserový paprsek
- vodní paprsek

Nejčastěji využívanou technologií je řezání, za použití pil různých typů. Ty, oproti stříhacím strojům, umožňují dělit materiál i větších rozměrů (např. trubky velkých průměrů či profilové tyče). Z hlediska produktivity a kvality řezu se nejčastěji používají kotoučové pily.

Při srovnání metod dělení materiálu se u řezání jeví jako největší nevýhodou nízká produktivita práce, náklady na energii a materiál, ztráty prořezem. Přesnost řezu však může být výhodou.

Dělení laserovým paprskem je efektivní způsob, jakým lze dosáhnout velmi velkých přesností, s malou ztrátou materiálu. Nejčastějším médiem pro řezání je CO_2 , pro výkony stroje 0,4 až 2 kW. Stroje s vyšším výkonem se využívají např. pro vysoce legované oceli. Laserovým paprskem lze dělit jak kovové materiály, tak i keramiku, plastické hmoty apod. [1]

Dělení stříháním je široce rozšířená technologie ve výrobě tváření. Stříhání probíhá za studena (pro oceli a oceli třídy 11 menších rozměrů), ale také za tepla, při teplotách 200 až 300° (oceli třídy 11 a částečně i třídy 12). Pro materiály vyšších pevností se používají teploty až kolem 700°. [1]

Firma využívá převážně tři techniky dělení materiálu. Laserovým paprskem se zde z plechových tabulí vypalují polotovary potřebných rozměrů. Další možností je využití lisů, pro technologii stříháním. Pro řezání profilových tyčí využívají dvě pásové pily, pro rozměry do 400 x 400 mm, přičemž pro možnost zpracování širší škály rozměrů tyčí, je v plánu nákup dalšího stroje.

3.2 Technologie tváření za studena

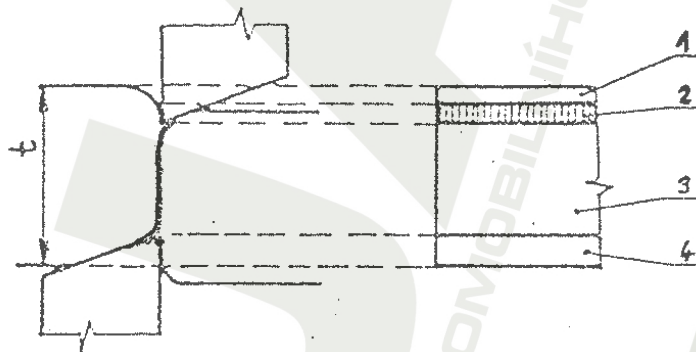
Tváření materiálů je jeden z nejdůležitějších procesů strojírenské technologie. Při tváření je materiál účinkem vnějších zatížení uveden do plastického stavu, kdy mění svůj tvar i vlastnosti a je přetvořen do konečné podoby výrobku, aniž by došlo k porušení soudržnosti. Tímto způsobem se zhotovují polotovary určené k dalšímu zpracovávání tvářením, obráběním atd., ale i hotové výrobky rozmanitých tvarů a rozměrů. Tváření má v hutní a zejména pak ve strojírenské výrobě velký význam. Jedná se o ekonomicky efektivní technologii, která se převážně uplatňuje v sériové a hromadné výrobě. V současné době se více jak 90 % výrobků zhotovuje některou z technologií tváření.

Základní rozdělení tváření je na tváření plošné a objemové, objemové však v zadaném úkolu není využíváno, proto se jím v práci dále nezabývám.

Plošné tváření zahrnuje operace stříhání (prostříhování, děrování, nastříhování, přestříhování, ostříhování, přesné stříhání), ohýbání (V-ohyb, U-ohyb, zakružování, profilování, lemování, stáčení), tažení (hluboké tažení, vypínání, kovotlačení, protahování, přetahování) a tvarování (rovnání, zužování, rozšiřování). [1,6]

3.2.1 Stříhání

Stříhání je základní operací dělení materiálu, která je u kovů zakončena porušením – lomem- v ohnisku deformace. Vlastní plastické přetvoření je sice průvodním, ale zároveň nežádoucím jevem. Materiál se odděluje postupně, nebo současně podél křivky stříhu dané relativním pohybem dvou břitů, vytvářejících nutné střížné (smykové) napětí. Jelikož na oba nože způsobuje toto napětí tlak na celé jejich ploše, oddělení nenastane přesně v žádané rovině. Střížná plocha má tvar písmene “S”. Stříhání probíhá ve 3 fázích a střížná plocha se skládá ze čtyř úseků (pásem), viz obr. 3.1:



Obr. 3.1: Plocha stříhu. [1]

1- pásmo zaoblení: představuje oblast pružné deformace, bývá 5-8% tloušťky stříhaného materiálu

2- pásmo vlastního stříhu: představuje oblast plastické deformace, bývá 10 – 25% tloušťky materiálu

3- pásmo utržení: nejširší oblast střížné plochy, s tvrdostí a křehkostí stříhaného materiálu šířka pásma přibývá. Dochází zde k oddělení materiálu

4- pásmo odtlačení od spodního nože: může zde dojít k výskytu ostřin

Hospodárnost vystřihování ovlivňuje především nástřihový plán neboli uspořádání součásti na ploše. Vhodným rozmístěním či orientací se snižuje množství odpadu a zvyšuje využitelnost plochy. Ta by neměla být menší jak **70%**.

Způsoby stříhání se rozlišují převážně dle konstrukce a pohybu nožů. Může to být tedy např. stříhání rovnoběžnými noži, skloněnými noži nebo kotoučovými noži. [6]

3.2.2 Ohýbání

Ohýbání je technologická operace, při které vlivem působení ohybového momentu od ohybové síly dochází k trvalé změně tvaru polotovaru. Dochází zde k pružně-plastické deformaci materiálu. Na její velikost mají vliv nejen kvalita materiálu a jeho tloušťka v místě ohybu, ale i orientace ohybu vzhledem ke směru válcování, či poloměr ohybu a velikost ohybových momentů. Charakteristickým znakem ohýbání je změna tvaru plochy ohýbané součástky, tzv. neutrální plochy. Napětí v místě neutrální plochy mění skokem svoji velikost a znaménko. Důsledkem změny a průběhu tahového a tlakového napětí při ohýbání dílce je i deformace v příčném průřezu. [6]

Volba technologie: podle délky ohybu lze součásti dělit na součásti s dlouhou hranou a s krátkou hranou. Pro ty první je vhodné použít ohraňovací lis, kterým lze provést ohyb dlouhý 6 i více metrů, pro kratší ohyb je vhodnější výstředníkový lis. Dle tvaru ohybu se rozlišuje ohyb V, U a tvarový.

Zařízení používaná při ohýbání jsou různá a používají se s přihlédnutím zejména k velikosti a množství ohýbaných součástí. Patří k nim:

a) *mechanické lisy*: vhodné pro ohýbání menších součástí, důležitá je kontrola nastavení dolní úvratě beranu lisu, aby nedošlo k přetížení či poškození nástroje a lisu

b) *ohýbačky*: používají se k ohýbání delších, rozměrnějších součástí, např. do délky 4m. Pohon ohýbací lišty je ruční, mechanický, hydraulický, příp. programově řízený

c) *ohraňovací lisy*: v podstatě mechanické lisy, určené k ohýbání tvarově rozměrnějších polotovarů, např. délky až 6m. Nástroje jsou oproti mechanickým lisům jednodušší a univerzálnější. Tyto stroje lze najít i ve výrobní hale dané firmy.

c) *plynulé ohýbání profilovými válci*: používá se při výrobě otevřených nebo uzavřených profilů libovolných délek, plynulým ohýbáním plechu ze svitku. Požadovaný profil vzniká postupným tvarováním dvojicemi tvarových válců.

3.3 Technologie obrábění

Toto strojírenské odvětví je velmi rozsáhlé a zaujímá důležité místo v mnoha firmách. Taktéž v této firmě má své místo, především v oddělené části výrobní haly, kde probíhají četné obráběčské operace. Nicméně daná výrobní pracoviště se nachází i různě rozmístěná mezi ostatními pracovišti, proto by bylo nevhodné je opomenout. V objemovém toku zde však zaujímá obrábění až druhořadé pozice, proto se v práci uvádí jen stručný přehled a využití užívaných pracovišť v obráběčském odvětví.

V základním dělení se rozlišují obráběcí technologie dle geometrie břitu:

- *s definovanou geometrií břitu*: soustružení, vrtání, vyvrtávání, hoblování a obrážení, protahování a protlačování

- *s nedefinovanou geometrií břitu*: broušení, honování, lapování, superfinišování atd.

Obráběcí stroje se dají rozdělit do mnoha skupin, dle různých kritérií. Pro názornost uvádím například rozdělení podle:

- způsobu obrábění: soustružnické, frézovací, vrtací, vyvrtávací, hoblovací
- konstrukčně-technologického provedení: jednoúčelové, univerzální, speciální
- stupně mechanizace a automatizace: ruční, automatické, poloautomatické

Při ohlédnutí na využívané stroje v dané výrobě, pro rozdělení je nejvhodnější první uvedená varianta. Ze soustružnických strojů firma využívá například hrotový soustruh univerzální, z frézovacích strojů pak horizontální frézu, z vrtacích či vyvrtávacích je to vrtačka radiální, sloupová nebo stolní, z dalších strojů například kotoučová bruska. [4]

3.4 Technologie svařování

V dnešní době nachází svařování velmi rozsáhlé uplatnění, od velmi přesných svarů v elektrotechnice a elektronice, přes objemově náročnější svařování ve stavebním průmyslu (stavba mostů, strojů). Velmi cennou technologií je pak v leteckém a kosmickém odvětví.

Mezi hlavní výhody svařování patří zjednodušení konstrukcí (náhrada výkovků a odlitků), dále snížení hmotnosti součástí, možnost automatizace a s tím i rychlosti výroby, snížení nákladů. I zde jsou však nedostatky, které nelze jen tak přehlédnout. Svarový spoj je tepelně namáhán ve velmi úzkém pásmu (lokální ohřev), u některých postupů (svarové housenky) dochází k nerovnoměrnému zahřívání materiálu. Přitom se mění struktura a mechanické vlastnosti svarového spoje a vznikají zde napětí a deformace. Deformace svarového spoje (podélné, příčné, úhlové) vznikají v důsledku smršťování a teplotního namáhání svaru. U velkých a dlouhých svarů jsou tyto deformace větší, jednak nerovnoměrným chladnutím dlouhého svaru, jednak postupným kladením housenek. Jakost svaru začíná u konstrukčního provedení součásti a závisí na zvoleném způsobu svařování, velikosti a typu svaru a svarových ploch a dalších parametrech. V základním rozdělení svařovací technologie rozeznáváme svařování tavné, za působení tlaku (difusní, třením, ultrazvukem) a pájení. [1]

Tavné svařování je běžně používanou metodou, patří sem například svařování plamenem, elektrickým obloukem, automatické pod tavidlem, metodou WIG, MIG, MAG, MAG CO₂, laserem a další. Pro názornost se zde uvádí jen vybrané metody, především používané v dané výrobě. [1]

3.4.1 Svařování plamenem

Hořením směsi hořlavého plynu s kyslíkem vzniká chemická energie, která natavuje přídavný a svařovaný materiál. Pro tuto metodu se používají plyny s velkou výhřevností a vysokou teplotou plamene, například acetylen, vodík, svítiplyn, propanbutan aj. Teploty dosahují až 3000 °C, výhřevnost bývá až 21 000 kJm⁻³. Takto se svařují především spoje tupé, křížové, nebo rohové, o tloušťkách od 0,6 do 6 mm. U menších tloušťek materiálu se nedává přídavný materiál- který je jinak ve tvaru tyčinek a drátů, podobného chemického složení a mechanických hodnot, jako základní materiál. [1]

3.4.2 Svařování elektrickým obloukem

Elektrický oblouk je nízkonapěťový el. výboj, který prochází částečně ionizovaným plamenem. U většiny způsobů oblouk hoří mezi základním materiálem a elektrodou. Proud elektronů, které jsou uvolněny disociací a ionizací plynů proudí od katody k anodě. Kladné ionty putují při nižších proudech opačně, avšak při vyšších proudech se jejich směr obrátí, od katody k anodě. Dle druhů ochranného plynu a par kovů, dosahuje až 4000-8000 °C.

Mezi nejrozšířenější metodu patří svařování elektrickým obloukem obalenou elektrodou. Základem je elektroda, která se upevní k jednomu pólu zdroje. Druhým pólem je zemnicí svorkou připojena ke svařované konstrukci. Průměry elektrod se volí dle normované řady a závisí především na tloušťce materiálu. Je nutné vhodně volit svařovací proud, pokud chceme dosáhnout vysoké jakosti svaru. Většinou je doporučen výrobcem, jsou k dispozici i různé vztahy, pro jeho výpočet. Jakost dále ovlivňuje například rychlost svařování. Při příliš rychlém postupu je navaření housenky tenké, nedostatečné, jelikož svar velmi rychle chladne. Naopak při malé rychlosti se materiál přehřívá, povrch může být struskovitý a tepelně ovlivněná oblast se neúměrně zvětšuje.

Přídavný materiál (elektroda) je složena z kovového jádra a obalu, který výrazně ovlivňuje celý průběh a výsledek procesu. Elektrody se volí dle požadovaných chemických, mechanických a dalších podmínek, hlavní rozdělení obalů je: obaly kyselé (s obsahem oxidu železa), bazické (tvořené především uhličitany) a rutilové (s obsahem oxidu titanického=rutil)

Další velmi používanou metodou je svařování MIG, MAG (metal-inert/aktiv-gas), MAG/CO₂. Jde o identické metody, rozlišující se druhem ochranného plynu. Přídavný materiál malého průměru se odvíjí ze zásobníku a vede do svařovacího hořáku. Oblouk je pak chráněn atmosférou vhodného složení. K tomu se používá různých plynů, inertních a aktivních. Při ochranné atmosféře z inertních plynů, dochází k nemalým problémům (vysoké povrchové napětí-kapky-vysoký návar), proto se přidává kyslík, nebo CO₂, čímž se geometrie svaru výrazně zlepší.

MIG-tato metoda se používá především u svařování hliníku a jeho slitin, díky vyšší produktivitě oproti jiným metodám, ovšem za cenu horší kvality svaru. [1]

MAG-využití nachází při svařování ocelí o vyšší pevnosti, slitinových ocelí apod. Zde jsou často kladeny vyšší nároky na jakost spoje, protihodnotou jsou větší provozní náklady.

MAG/CO₂-provozně nejméně nákladná metoda, je však nutné mít zajištěn přístup k tekutému CO₂. [1]

3.4.3 Pulzní svařování-elektrickým odporem

Zde dochází ke svařování odporovým teplem za působení tlaku. Toto teplo zároveň rozežhívá místo svaru na potřebnou teplotu. Vzniká průchodem střídavého proudu vysoké intenzity (někdy i 100 kA) a nízkého napětí v řádech voltů. V místě největšího přechodového odporu vzniká největší teplo a dochází zde k bodovému svaru. Hlavními parametry, ovlivňující výsledek procesu, jsou proud, tlak a čas přechodového odporu v místě dotyku elektrod a obou materiálů

Potřebné teplo pro svar lze získat dvojnásobným způsobem:

- nízkým svařovacím proudem a dlouhým časem (řádově v sekundách), kdy se používají menší tlaky. Tento způsob se nazývá *měkký svařovací režim*
- vysokým proudem a velmi krátkým časem, při použití vyšších tlaků -jde o *tvrdý režim*

Větší využití nachází v dnešní době svařování v tvrdém režimu, jelikož se zde dosahuje lepších výsledků, vyšší produktivity práce (oproti měkkému režimu jde o úsporu až 85% času procesu). Dochází i k menším deformacím, protože svarový bod není tepelně tolik namáhán.

Základním rozdělením této odporové metody svařování je na bodové, švové, výstupkové a stykové. Nejvíce používaným způsobem je bodové svařování, používá se u plechů tl. 0,4 – 5 mm, málokdy až 10 mm. Uplatňuje se především v hromadné nebo sériové výrobě, například v automobilkách. Švový svar vzniká mezi dvěma rotujícími kotouči (elektrodami), kam se po dobu 0,02 - 0,2 s přivádí proudové impulsy 10-25 kA. Výstupkové svařování probíhá na svařovacích lisech s deskovými elektrodami, ve kterých se svařovaná plocha, vybavena prolisovanými výstupky, sevře, nahřeje na potřebnou teplotu a tlakem lisu se spojí. [1]

3.5 Ostatní technologie

Kromě uvedených výrobních technologií, můžeme v dané výrobní hale potkat například vypalování laserem na pálicím stroji K701, tryskání a lakování.

Řezání laserem patří v dnešní době k nejmodernějším metodám tepelného dělení materiálu. Tímto způsobem lze řezat prakticky jakýkoliv materiál, včetně plastů, dřeva, pryže. Materiál se vlivem záření laseru ohřeje na bod varu a tlakem přítomných par je vyfukován z místa řezu. Řezání laserem dosahuje přesnosti až 0,05mm a rezná plocha dosahuje velmi dobrých parametrů. V mnoha případech už potom není nutná další úprava řezané plochy, oproti jiným způsobům řezání, kde vznikají otřepy. Lze řezat ve všech směrech, složité tvary, vysokou rychlostí a bez větších napětí v materiálu v místě řezu. Použití této technologie je nutné předem zvážit, vzhledem k vysoké nákupní ceně pálicího stroje.[1]

4 Manipulace s materiálem

I přestože se dodnes nepovažuje manipulace s materiálem za technologický proces, je ve výrobě všudypřítomná a je úzce spjatá s technologickými operacemi. Má veliký vliv na průběh celé výroby, její plynulost, efektivnost. Vhodně voleným způsobem, směrem a prostředkem, můžeme minimalizovat ztráty (časové, energetické a další) a naopak-nevhodnými parametry můžeme způsobit značné škody, ba dokonce ohrozit bezpečnost zaměstnanců.

Pojem manipulace s materiálem nepředstavuje pouze přemístování břemene z jednoho místa na druhé, zahrnuje širokou škálu operací, jako je například skladování, balení, přeměrování, vážení a další. Zaměstnává značnou měrou rozpočet firmy- energie na přepravu, prostředky, přípravky, pracovníci. Je tedy jakousi rezervou pro optimalizaci výroby.

Objektem manipulace s materiálem je pracovní síla, prostředek a předmět, se kterým se manipuluje. Tento proces se dá pojmut i systémově, kdy již zmíněné prvky tvoří skupiny systémů a podsystémů. V globálním měřítku se dá systém manipulace s materiálem považovat za podsystém výrobního procesu závodu.

S ohledem na zadání se tato práce bude věnovat pouze některým částem tohoto jinak rozsáhlého tématu. [3]

4.1 Manipulační prostředky

Je více způsobů rozdělení manipulačních prostředků, mezi základní patří například prostředky na manipulaci s kusovým, sypkým či tekutým materiálem- nepřetržitě a nepřetržitě pracující, prostředky vázané a nevázané na dráhu a další. Dále se dají tyto prostředky rozlišit i dle jejich pohybu (pro vertikální či horizontální přesun materiálu), nebo také podle druhu pohonu (ruční, mechanický). Dalším rozdělením může být dělení prostředků na manipulaci s kusovým materiálem na nepřetržitě a nepřetržitě pracující prostředky. [3,5]

4.1.1 Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem-nepřetržitě pracující

Mezi nepřetržitě pracující dopravní zařízení, vhodné pro výrobu našeho typu, patří například článkový válečkový dopravník. Jde o řadu otočných válečků, uchycených do nosné konstrukce, buď s bočními kryty, nebo bez nich. Doprava po nich může probíhat buď vlivem gravitace, to když je trať nakloněna (obvykle 2° až 6°), nebo vyvoláním síly na předmět, či rotací válečků.

Využití nemusí být však pouze dopravní, hojně se využívá i při skladování, nebo například při montáži, kdy je trať zakomponována do montážní linky. Dle zátěže pak dělíme tratě na lehké, střední a těžké. [2,3,5]

V této firmě se využívá válečkových dopravníků například u pásových pil (viz obr. 4.1). Dopravník je kompatibilní s dělicím strojem (výškou, šířkou), takže polotovary je po něm dopravován přímo na danou operaci dělení. Do dané kategorie prostředků patří široká škála dalších dopravníků, od vibračních, využívajících setrvačnou sílu dopravovaných předmětů, přes šnekové, pásové a žlabové dopravníky.

Hlavní parametry válečkových tratí stanovuje norma ČSN 26 4501, mezi hlavní parametry patří:

- -uspořádání: jednořadé, dvouřadé,
- -šířka tratě
- -délka tratě
- -průměr válečku, a další jeho parametry
- -rozteč válečků
- -zatížení: celkové, na jeden váleček
- -dopravní rychlost a kapacita



Obr. 4.1: Nepoháněný válečkový dopravník.
[vlastní foto]

4.1.2 Prostředky pro manipulaci s kusovým materiálem- přetržitě pracující

Do této kategorie patří především vozíky, jeřáby výtahy apod. Vozíky se dělí především dle pohonu na ruční a motorické. Nejčastěji používaným a cenově dostupným je paletový vozík neboli nízkozdvizný vozík. Ten je používán i v této výrobě, společně s vysokozdvizným elektricky poháněným vozíkem. Bližší specifikace jsou uvedeny v pozdějších kapitolách. Velkou kategorií jsou potom jeřáby, které se používají nejen ve strojírenském odvětví, ale také ve stavebnictví, lodní i silniční přepravě. Tyto stroje pracují v cyklickém režimu. Jejich manipulační dosah a nízká podlahová plocha je v dnešních dobách nenahraditelná. Jeřáby lze dělit dle různých kritérií, například dle provozu na lehký, střední, silný, velmi silný provoz. Ale taktéž je dělíme i dle provedení, nosností, mobility a další. [3]

Zde, v této výrobě se využívá především mostového jeřábu, k dispozici je však i sloupový jeřáb s otočným ramenem. Mostový jeřáb je výhodný především svým pokrytím prostoru, který je vymezen rozpětím a délkou pojezdu. Pojezd po delší ose probíhá po dvou či třech nosnících, v kratší ose se pohybuje zdvihací zařízení-kočka. Hlavními parametry jsou tedy rozpětí a délka pojezdu, výška zdvihu, rychlost zdvihu,

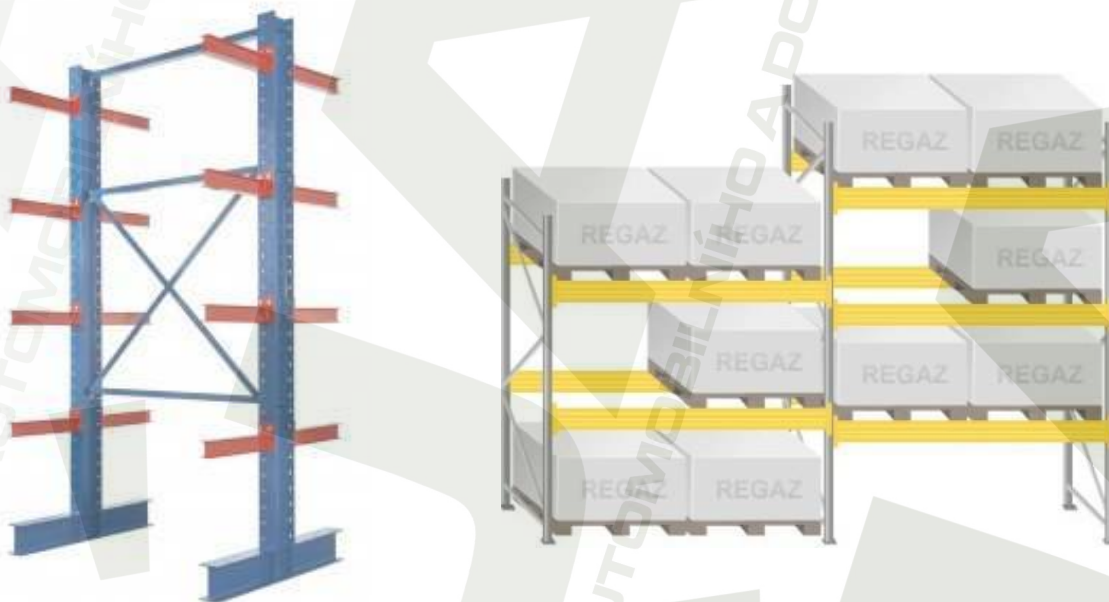
pojezdu kočky a mostu, příkon jeřábu a především nosnost. Dle nosnosti a počtu nosníků jsou normalizovány typy těchto jeřábů, a to dle ČSN 27 0200.

4.2 Skladování

V dnešní době se skladování považuje za součást manipulace s materiálem. Patří sem operace, při nichž je materiál přepravován ke skladování, skladován, odebírán ze skladů apod. Sklady dělíme například dle organizace: na odbytové a zásobovací.

Při návrhu skladového hospodářství je nutné vycházet z mnoha hledisek a zásad, jde o významný proces, který má vliv na celkové fungování závodu. Vyhází se přitom z metodologických postupů navrhování, zkušeností z praxe a dalších poznatků. Skladování také podléhá přísným předpisům, jelikož se někdy jedná o skladování zdraví škodlivých látek, nebezpečného materiálu apod.

V základním rozdělení rozlišujeme sklady dle skladového materiálu- sklad šrotu, slévarenských hmot, stavebního materiálu, hutního materiálu, sklad subdodávek. Mezi základní vybavení skladů patří: dopravníky, zásobníky (otevřené, uzavřené), regály (stolové, skříňové, konzolové, příhradové-obr. 4.2) a přepravní prostředky (palety, kontejnery, bedny). Pro správnou funkci skladování, dostatečně velké plochy, počtu prostředků a celkové kapacity, je nutné začínat s kapacitními propočty. Z nich se určuje například potřebný počet manipulačních jednotek, jejich využití, dále potřebné velikosti skladů (plocha, výška). [3]



Obr. 4.2: Konzolový regál (vlevo) [15], paletový regál (vpravo) [14].

5 Uvedení do problematiky sestavování návrhu

Prostorové uspořádání pracovišť je jedním z určujících prvků navrhování manipulace s materiálem. Pro sestavení návrhu dispozičního řešení je třeba vhodně využívat dostupných metod, které zohledňují výrobní, technologické, bezpečnostní a jiné postupy. Málokdy využíváme pouze jediné metody, nýbrž kombinujeme vhodné postupy, návody a techniky. K základním metodám pro optimální rozmístění pracovišť patří:

- kruhová metoda
- metoda S.L.P.
- prostá trojúhelníková metoda
- trojúhelníková metoda hodnocení vztahů
- metoda těžiště
- metoda souřadnic
- metoda návaznosti operací
- metoda vyhodnocování mezilidských vztahů
- metoda CRAFT

Blíže se práce věnuje jen vybraným metodám, které mohou být později využity. [2,3]

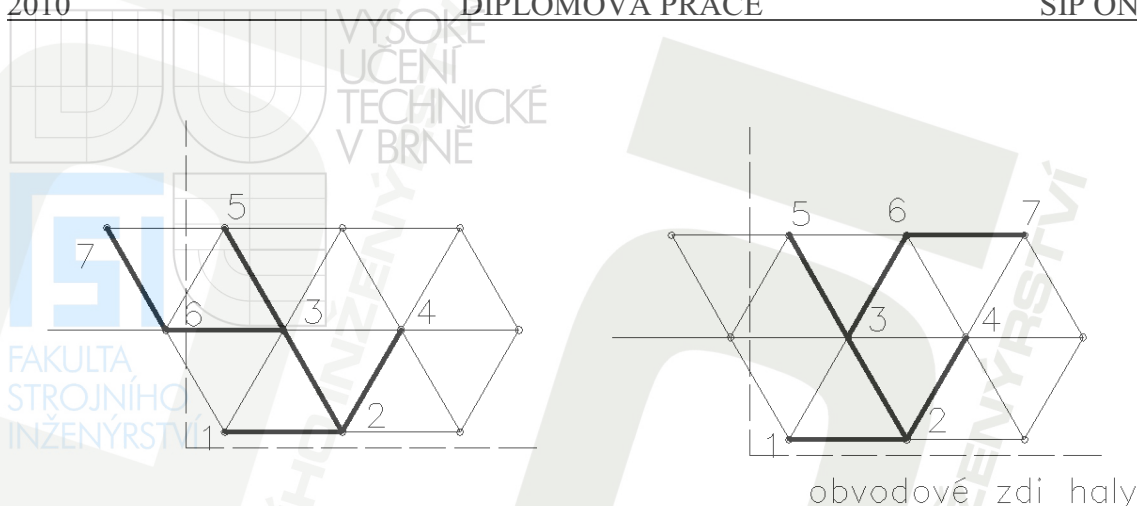
5.1 Trojúhelníková metoda- prostá

Označením „prostá“ se rozlišuje tato metoda od trojúhelníkové metody hodnocení vztahů. Používá se v případě, že jeden z faktorů silně převyšuje ostatní vlivy. Může jít o množství přepravovaného materiálu, technologickou návaznost apod. V jednodušších případech se může tento princip uplatnit bez výpočtu z paměti, ve složitějších případech s více prvky je tato metoda prováděna výpočtem.

Princip metody spočívá v sestavení trojúhelníkové sítě, do které se na základě vyhodnocení šachovnicové tabulky rozmísťují daná pracoviště. Šachovnicová tabulka obsahuje seznam objektů (které je možno pro zjednodušení označit číslicí či jiným znakem) a zaznamenané hodnoty zkoumaného znaku. [2,3]

Pro příklad: při posuzování rozmístění pracovišť dle hmotnostního toku, v tabulce zaznamenané hmotnostní tok pro každou dvojici pracovišť, nebo aspoň pro pracoviště, která jsou v objektu našeho zájmu. Následně tabulku vyhodnotíme seřazením dvojic, jejichž meziobjektový hmotnostní tok je největší, až po hmotnostní tok nejmenší z dvojic. Do trojúhelníkové sítě se zakreslují vhodným způsobem pracoviště tak, aby bylo docíleno optimálních požadovaných podmínek, tzn. v tomto případě tak, aby objekty se vzájemným největším hmotnostním tokem byly co nejblíže sebe, kvůli úspoře energie a efektivitě práce. Trojúhelníková síť se přizpůsobuje co nejvíce reálnému stavu plochy. Častokrát tedy nemůže být stanoviště umístěno dle prozatímních výsledků, posuzují se další vazby s dalšími pracovišti, případně se může přihlídnout k jinému důležitému faktoru.

Obdobně se postupuje i při vyhodnocování ostatních vazeb. Nejprve jsou umístěvány objekty s nejsilnější vazbou, k nim se do sítě přidávají postupně další a další. Takto sestavená síť objektů je teoretickým řešením, které je třeba aplikovat na reálný stav. Pokud se tato metoda uplatňuje s předem danými rozměry haly, je nutné tyto prostory respektovat a šachovnicovou síť přizpůsobit, jak je vidět na obrázku 5.1.



Obr.5.1: Trojúhelníková síť-teoretická volba vlevo, reálná vpravo.

5.2 Kruhává metoda

Stejně jako předchozí trojúhelníková metoda, vychází i tato z požadavku na uspořádání pracovišť dle nejkratších vzdáleností. Metoda vychází z minimálního možného součtu součinů přepravních hmotností a vzdáleností:

$$\Sigma G_i \cdot L_i = \min. \quad (I)$$

Z tohoto důvodu je nutné stanovit vzájemné měřítko, na základě kterého je možné určit, která z pracovišť mohou být od sebe více vzdálená a která ne. Za minimum se tedy dosadí 1, odtud plyne vzájemný vztah vzdáleností a hmotností:

$$L = \frac{1}{G} \quad (II)$$

Každý přepravovaný objem má tedy přiřazenou teoretickou vzdálenost mezi pracovišti, mezi kterými se přesouvá. Za předpokladu, že jedno místo má pevnou polohu, tak druhé místo leží kdekoli na kružnici, jejímž poloměrem je daná přiřazená vzdálenost.

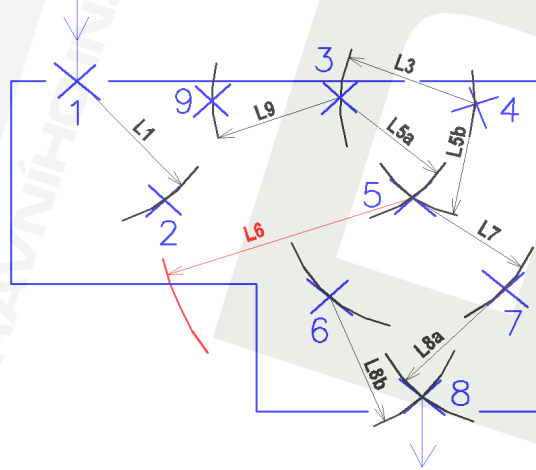
Pro sestavení návrhu touto metodou se řídíme následujícím postupem:

- z šachovnicové tabulky sestavíme sestupně (od nejvytíženějších) seznam dvojic pracovišť, mezi kterými dochází k přepravě a k nim vypočteme vzdálenosti L . Bereme v potaz oboustranný provoz, takže sčítáme příchozí i odchozí tok pro dané místo.
- zvolíme vhodné měřítko, abychom mohli dané vzdálenosti vyjádřit graficky
- na průsvitný papír zakreslíme kružnice o poloměru L , použijeme jeden papír pro každou dvojici. Střed kružnice označíme jako polohu jednoho pracoviště, obvod pak je teoretické umístění pracoviště druhého. Postup lze zjednodušit tím, že pokud z jednoho místa jde materiál do více pracovišť, zvolíme ho jako střed kružnic, které pak zakreslíme na jeden papír.
- seřadíme papíry s kružnicemi dle velikosti

- papíry postupně klademe na sebe, od nejmenších poloměrů (čili těch nejdůležitějších) po největší, přičemž již nyní bereme v potaz tvar výrobní haly
- pokud nelze položit nějaký z bodů na již položenou kružnici, posuneme ho tak, aby nepřesnost byla u větších poloměrů. [2,3]

Názorné řešení kruhovou metodou-obr. 5.2.:

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ



Obr. 5.2.: Názorné zobrazení kruhové metody.

Výhodou této metody je možnost okamžitě měnit umístění zvolených bodů. Navíc při dobře zvoleném měřítku, které je stejné, jako výkres půdorysu haly, dostáváme reálnou podobu zvoleného rozmístění.

Nevýhodou je pak složitost při větším počtu pracovišť a fakt, že tato metoda neřeší zalomení výrobní haly, nebo jiné překážky, které dopravní cesta musí obejít.

5.3 Metoda těžiště

V této metodě se hodnotí taktéž jeden hlavní faktor, který převažuje nad ostatními, přičemž je snaha o nejkratší vzdálenosti mezi vybranými objekty. Vychází se přitom z poznatků mechaniky-výpočtu těžiště. Opět se vytváří pomocná tabulka, kde ve sloupcích jsou jednotlivé operace technologického procesu pro nejsložitější součástku a v řádcích jsou uváděna jednotlivá pracoviště, kde k procesům dochází. Uvnitř polí se zapisují hodnoty reprezentativního faktoru (tun/rok, hod./rok atd.)

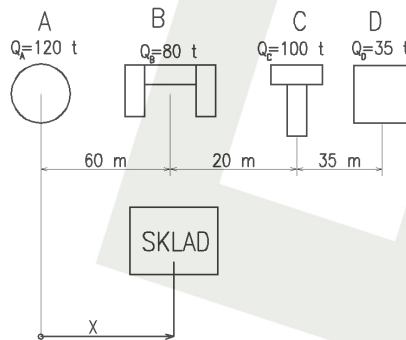
Potom hodnota v poli příslušného objektu znázorňuje v diagramu svísele orientovanou sílu, jednotlivý sloupec znázorňuje rameno této síly. Pro každé pracoviště se počítají momenty ke každému obsazenému sloupci. Optimálním stavem jsou minimální absolutní hodnoty těchto momentů. Stanoviště jsou potom umísťována dle posloupnosti výsledků. [2,3]

Pro znázornění je zde uváděn příklad, kdy se hledá vhodné umístění jednoho pracoviště, vůči ostatním (viz obr. 5.3.). Hodnotícím faktorem je hmotnostní tok součástí za rok:

A- horizontální frézka	120	[t · rok ⁻¹]
B- kotoučová bruska	80	[t · rok ⁻¹]
C- universální soustruh.....	100	[t · rok ⁻¹]
D- rýsovací deska.....	35	[t · rok ⁻¹]

Hmotnostní tok daného skladu:

$$Q_s = \sum Q_i = 120 + 80 + 100 + 35 = 335 \text{ [t · rok}^{-1}\text{]} \quad (III)$$



Obr. 5.3.: Výpočet těžiště skladu. [2]

Výpočet těžiště X :

$$X = \frac{Q_A \cdot X_A + Q_B \cdot X_B + Q_C \cdot X_C + Q_D \cdot X_D}{\sum Q_i} \text{ [m]} \quad (IV)$$

$$X = \frac{120 \cdot 0 + 80 \cdot 60 + 100 \cdot 80 + 35 \cdot 115}{335} \text{ [m]}$$

$$X = 50,2 \text{ [m]}$$

Kde:

Q_A, Q_B, Q_C, Q_D [t]..... hmotnostní toky jednotlivých pracovišť

X_A, X_B, X_C, X_D [m]..... souřadnice (v ose x) jednotlivých pracovišť k počátku

5.4 Metoda trojúhelníkového hodnocení vztahů

Ne vždy je tok materiálu rozhodujícím faktorem a princip nejkratších vzdáleností není vždy tím hlavním. V úvahu připadají okolní vlivy výroby, jako například prašnost, hlučnost, dodávka energie apod., nebo případy, kdy není možné využít trojúhelníkovou metodu prostou.

Dalšími faktory, ke kterým lze přihlídnout jsou například:

- příbuznost technologických procesů: pracoviště, která mají společné technologické prvky, využívají často i stejné manipulační prostředky, mohou mít stejný sklad materiálu, odbornost obsluhy je velmi podobná. Může jít například o technologie tváření za studena (lisování, stříhání, ohýbání)

- návaznost na pomocné provozy: pracoviště s pomocnou výrobou by měly být v blízkosti korespondující hlavní výroby. Může jít například o nářadovnu u obrobny, kokilárnu u slévárny.
- potřeba specifického prostoru: některé druhy výroby mají větší náročnost na prostor (například nosnost podlahy, odsávání, odhlučnění). Tyto prostory bývají převážně nákladnější na provoz, či samotnou výstavbu. Využitím spojení těchto pracovišť ušetříme na nákladech pro více prostor.
- vzájemné rušení: lze rozdělit do více stupňů. Podle hygienicko-sociálních požadavků, lze či nelze některá pracoviště umísťovat v blízkosti jiných. Jako příklad můžeme uvést kovárnu, kde jsou v permanenci těžké kovací stroje a dochází zde k rázům a obrobnu, kde pracují obráběcí CNC stroje s vysokým požadavkem na přesnost. [2,3]

Při sestavování tabulky je potřeba sepsat všechna pracoviště (výrobní, kontrolní, zásobovací) do trojúhelníkové tabulky. Jelikož je přihlíženo k více vlivům, hodnotící kritéria se zapisují pomocí zvolené stupnice důležitosti a pomocí označení (číslem, značkou) důvodu. Stupnice je volena obvykle číselně od 1 do 5, nebo slovně: velmi důležité, důležité, středně důležité, málo důležité, nedůležité apod. Je vhodné při sestavování sepisovat kritéria a důvody ohodnocení, pro případné vrácení k problematice. Na závěr se vše zobrazuje graficky, nejdříve v teoretické podobě, kde se postupně vyhodnocuje trojúhelníková tabulka. Pozice se následovně přizpůsobují reálným prostorům. Ohodnocené vztahy stupnicí je možno znázornit rozlišnými barvami čar, tloušťkami, typem čáry. [2,3]

5.5 Metoda souřadnic

Tato univerzální metoda se využívá především při hledání vhodného umístění pracoviště, které má silnou vazbu k více pracovištím. Řeší se to například u centrálního skladu, nářadovny apod. Princip spočívá v zavedení souřadnicového systému X, Y, ve kterém se každému pracovišti přiřadí jeho souřadnice x_i , y_i , čímž se určí jejich vzájemné polohy i polohy každého objektu vůči počátku O. Vazba hlavního centrálního objektu vůči druhým objektům se vyjádří pomocí hodnoty q_i (může to být např. součinitel hmotnosti, četnosti spojení). Nejmenší hodnota $\sum x_i \cdot q_i$, a $\sum y_i \cdot q_i$ určí hledané souřadnice H (X,Y) daného objektu H. [2,3]

Souřadnice daného centrálního objektu tedy jsou:

$$X = \frac{\sum_1^n x_i \cdot q_i}{\sum_1^n q_i} \quad [\text{m}] \quad (V)$$

$$Y = \frac{\sum_1^n y_i \cdot q_i}{\sum_1^n q_i} \quad [\text{m}] \quad (VI)$$

Kde:

H (X,Y) [m]...souřadnice řešeného centrálního objektu H

x_i, y_i [m]...souřadnice jednotlivých objektů

q_i [m]...hodnota vztahu mezi daným objektem s centrálním objektem H

6 Analýza stávajícího stavu

Pro zjištění vhodnosti rozmístění pracovišť, zatížení výrobních objektů a manipulačních prostředků a jejich možnosti efektivnějšího využití je třeba zpracovat materiálový tok výrobnou. Zátěž bude představovat uvedená série kontejneru Scania, jehož kusovník je v příloze 1. Většina kusů, ze kterých je výrobek tvořen, je zpracovávána z polotovarů-profilových tyčí, trubek tabulí či pásů plechu dle dodávaného sortimentu. Ty představují vstupní objem do haly. Některé kusy jsou však vyráběny (nebo byly vyrobeny dříve v rámci jiné zakázky) předem, jako například panty, pojezdové válečky a zavírání a ty jsou na firmě skladem.

Do půdorysu výrobní haly jsou zakresleny pozice strojních a ručních pracovišť, případně jeřábů, jeřábových drah, dále skladovací plochy, dopravní cesty. Ke stávajícímu stavu je schematicky zakreslena plánovaná výstavba haly. Vše je zpracováno ve výkresové dokumentaci- přílohy 14 a 15.

V první fázi bylo nutné spočítat potřebné množství dodaného hutního materiálu pro danou výrobu a jednotlivá množství přiřadit k příslušným pracovištím, kde je materiál dále zpracován. Dle technologického postupu je možné určit, jaký objem putuje od jednoho pracoviště (skladu) k jinému. Při znalosti dopravních vzdáleností a hmotnostních přesunů lze vypracovat šachovnicovou tabulku, která je výchozím podkladem pro Sankeyův diagram, znázorňující tok materiálu od jeho vstupu do výroby, až po konečnou expedici. Z něho jsou již někdy patrná krizová místa (křížení dopravních cest, příliš nebo málo vytižené pracoviště atp.).

Na základě vypracovaného Sankeyova diagramu, znalosti hrubého technologického postupu a logické úvahy lze navrhnout teoretické rozmístění pracovišť, které se postupně ověří výpočty a metodickými postupy. Je nutné vzít v potaz dostupné manipulační prostředky, případně navrhnout jiný postup manipulace s materiálem.

Je vhodné návrh vypracovat alespoň dvěma metodami, ve více variantách, výsledky i se stávajícím stavem porovnat dle stejného kritéria a vybrat to nejvhodnější řešení. Jelikož ve výpočtech, týkajících se materiálového toku, je uvažováno s reprezentující zakázkou 22 kontejnerů, nebudou zahrnuta veškerá pracoviště, která se v hale nachází. V této zakázce se nepočítá například se zapojením tryskárny, laserové vypalovačky a dalších pracovišť. Tyto budou posuzovány z jiných hledisek, než je hmotnostní tok, a to v trojúhelníkové metodě hodnocení vztahů.

V jedné z konečných fází je v práci zpracován návrh rozmístění pracovišť při rozšíření výrobního prostoru. Částečně se dá vycházet z již získaných poznatků, zároveň se však vlivem strategie materiálového toku změní několik základních parametrů, jako například dopravní vzdálenosti.

6.1 Přehled pracovišť a strojů

Pracoviště lze zde rozdělit do několika základních skupin:

- *strojní pracoviště*
- *ruční pracoviště*
- *montážní pracoviště*
- *jiné (sklady, mezisklady, administrativní část)*

Rozmístění a plocha pracovišť a skladů je zpracováno ve výkresové dokumentaci.

Strojní pracoviště: jsou pracoviště různě zatížená při výrobě. Od velmi zatížených strojů na dělení materiálu (2 pásové pily, hydraulický lis), přes méně vytížené (vypalovací stroj, ohraňovací lisy, vertikální vrtačka, tryskárna), až ke strojům nevyužívaným, odstaveným (výstředníkový lis, bruska, radiální vrtačka). Obsluhu tvoří proškolení zaměstnanci, nebo najímaní pracovníci s potřebnou kvalifikací.

Mezi hlavní strojní pracoviště bezesporu patří stroje na dělení materiálu, ať profilové oceli, tak oceli ploché. Tyto pracoviště jsou prakticky permanentně v provozu. Jedná se o dvě pásové pily výrobce Pilous (viz obr. 6.1), s možností řezat materiál až do rozměru 400x400 mm. K podávání materiálu využívají válečkového dopravníku (obr.4.1).



řezné rozměry pro různé úhly:

90°	-45°	+45°	+60°
400	280	310	210
390	230	280	200
480x170	250x180	300x200	200x200
360x400	245x365	220x400	200x200

ARG 400 Plus s.a.f. [7]

Profily větších rozměrů a plechy tloušťky nad 12 mm se dělí na pálicím stroji K 701, který lze využít i na vypalování součástí složitějších tvarů. Pro budoucí zakázky, kde by množství profilů o rozměrech nad 400 mm bylo významnější, než doteď, se nabízí možnost zakoupení nového stroje -pásové pily pro větší rozměry.

Pásová ocel jde na první zpracování do hydraulických tabulových nůzek typu CNTA 3150/10A. Odtud materiál proudí buď přes ruční pracoviště na montáž, nebo přes další technologicky příbuzná pracoviště, jako je například ohraňovací lis CTO 160 (které firma vlastní dva), nebo válcová zakružovačka typu XZMP 3150/6,3C.

Obráběcí operace zajišťuje pracoviště obrobny, vybavené například hrotovým universálním soustruhem typu SU 50/2000, nebo horizontální vyvrtávačkou W1163. Další stroje jako radiální vrtačka, bruska apod. jsou rozmístěny na různých místech v hale. Ke strojním pracovištím patří i např. tryskárna a vypalovací stroj, které nejsou

v zakázce kontejnerů zatížené. Tryskárna je technologicky předsunuté pracoviště před finální montáží a lakováním. Sypký kovový materiál ve tvaru kuliček malých rozměrů, je pomocí kompresoru pod tlakem přiváděn hadicí na danou součást. Její povrch se takto očišťuje od rzi a nečistot a zároveň zdrsňuje. Kuličkový materiál a odpad propadáva rošty dolů do zásobníku, odkud je pásovými dopravníky vracen zpět do tlakové komory kompresoru. Přestože je pracoviště ohrazené plachtami, dochází zde ke značnému znečištění vzduchu a okolí prachem a drobnými částicemi. Operace je i výrazně hlučná.

Ruční pracoviště: slouží především jako podpůrná místa pro technologické operace, vybavena jsou především zásuvkovými stoly, stroji menších rozměrů pro menší operace, příslušným nářadím či vývěsnými tabulemi pro výkresy. Jsou situována po okrajích haly tak, aby co nejméně zasahovala do provozu.

Montážní pracoviště: zde probíhá především svařování, které vyžaduje rovnou plochu (ta je zajištěna několika stoly z plechových tabulí), a především dostatek místa pro manipulaci s menšími i většími kusy. K dispozici má firma svářecí soupravy Variostar 3100G a VarioSynergic 4000G (obr. 6.2), dále např. pulzní svářečku EWM Phoenix. Tyto svařovací techniky jsou mobilní, tato operace neprobíhá na stabilních místech. Na finálním montážním pracovišti v pravém křídle haly navíc probíhá lakování- opět plocha není jednoznačně dána, určují ji velikosti výrobků, což jsou často několikametrové konstrukce. Taktéž lakování lze provádět i na více místech, je však nutné brát v potaz komplikovaný přesun potřebných komponent a vzájemné ovlivňování s dalšími technologiemi (především hygienické vlivy).

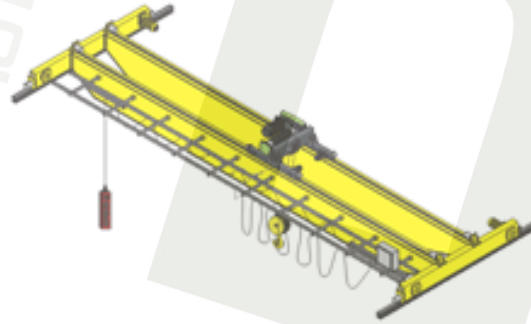


Obr. 6.2: Svařovací souprava VarioSynergic 4000. [16]

Jiné: sklady- skladová plocha je v této firmě proměnlivá, jejich plochy a rozmístění jsou voleny dle stavu v období březen-duben 2009, kdy probíhalo zaměřování. Při návrzích rozměry upravují dle zvolených polotovarů. Mezisklady zde slouží jako dočasná skladová plocha, než se materiál přesune k dalšímu pracovišti, nebo zpět do skladu, případně do další výroby. Pro tyčový materiál je k dispozici konzolový regál, který bývá běžně v blízkosti uskladnění dalších polotovarů.

6.2 Přehled manipulačních prostředků

Jeřáb 1 (značen jako J1) je nejvytíženější, přepravuje větší hmotnosti na většině pracovišť. Jeřáb 2 (značen jako J2) dopravuje již téměř hotové kusy z kraje levého křídla do druhého, k finální montáži a nástřiku. Jde o dva dvounosíkové jeřáby s nosností 3,2t a rozpětím 15 m. Pojezd a zdvih je ovládán elektricky, ze země. Zobrazení dvounosíkového jeřábu je na obr. 6.3.



Obr. 6.3: Dvounosíkový mostový jeřáb. [17]

Zde používaný vysokozdvizný vozík je typu DESTA E16 (viz obr. 6.4). Je využíván především k přepravě rozměrných a těžších částí, kdy je například jeřáb příliš vytížen. V této zakázce je s ním počítáno pro expedici, čili přesun z finální montáže ven z haly.

Velmi často využíváný je paletový vozík, který usnadňuje přesun jak menších hmotností, tak i zátěže do dvou tun (nebo i více, dle typu). Pohon je ruční, zdvih je hydraulický, ovládaný taktéž ručně. Ukázkový model je na obr. 6.4.



Obr. 6.4: Vozík DESTA, řada E12 a E16 (vlevo)[vlastní foto], nízkozdvizný (paletový) vozík (vpravo). [9]

6.3 Výroba kontejneru Scania

Kontejner je vyráběn z několika druhů profilů, plechů a dílčích součástí. Polotovary prochází podobným technologickým zpracováním. Rozměry dodávaných polotovarů jsou standardizovány, většina výrobců dodává stejné délky, za určitých podmínek dodává kusy rozměrů dle zákazníka.

Standardní dodávané formáty plechů se pohybují v různých tloušťkách od maloformátových rozměrů 1x2 m, po velkoformátové až 4 x 12 m. Taktéž nabídka profilových tyčí se pohybuje v širším rozmezí, od 2m tyčí až po 14m dlouhé profily. Je proto tedy vhodné při výběru volit vhodné délky polotovarů, aby byla co nejsnadnější manipulace, uskladnění, ale také co nejmenší zbytkové kusy, odpad.

Je potřeba počítat také s technologickými ztrátami při dělení materiálu (prořez, střížná vůle), například tedy nemůžeme počítat, že z 12m dlouhé tyče uděláme dva šestimetrové kusy, jelikož prořez bude min. 1mm (u pásových pil) a někdy i více (kotoučové pily). U plechových tabulí záleží na rozvržení dílů v matici a taktéž i zde jsou technologické přídavky na rozměru (běžně 2,5 mm na rozměr). Při výpočtech je počítáno s možnostmi různých běžně dodávaných formátů plechů.

Z uskladněných polotovarů se na dělicích pracovištích řežou dané části (dle kusovníku), které dále procházejí přes ruční, tvářecské či obráběcké pracoviště.

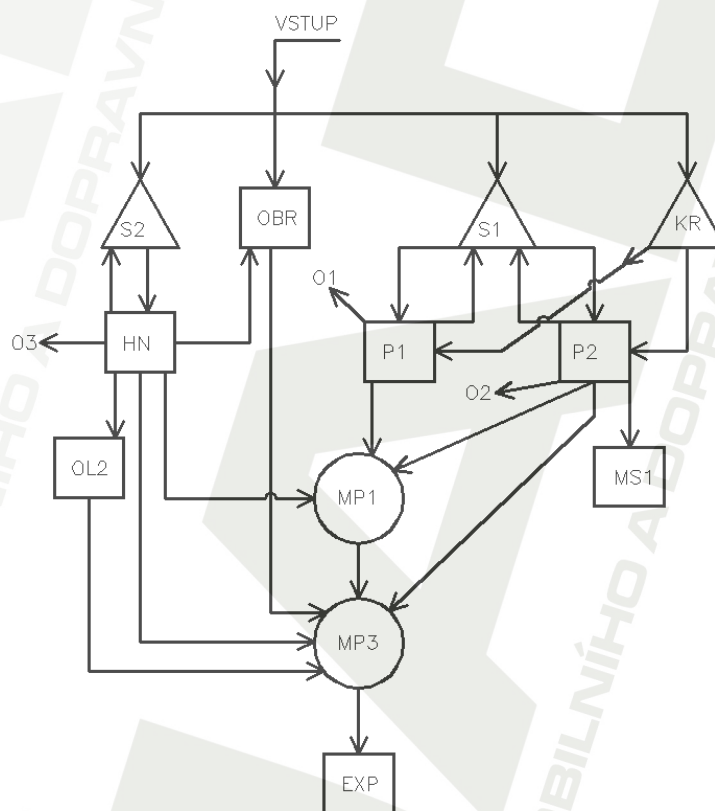
Především na dvou hlavních místech pak dochází k částečné, respektive finální montáži, převážně svařováním. Součásti putují převážně v levé části haly, finální montáž je však v druhém křídle, dochází zde tedy ke křížení dopravních cest a možným prostojům ve výrobě při nedostatečné kapacitě dopravních či manipulačních prostředků. V každém křídle haly je totiž k dispozici jen jeden dvounosíkový elektrický kladkostrojový jeřáb s nosností 3,2 t.

Jak již bylo řečeno, montáž (svařování) neprobíhá na jednom pevném místě, dle potřeby se pracovníci přesunují i s technikou tam, kde je to zrovna nejvhodnější. Jako reprezentativní umístění těchto pracovišť slouží dvě montážní pracoviště (MP1 a MP3), které pokryjí potřeby montáže, jak do objemového a rozměrového množství, tak do využití pracovníků a dostupné techniky.

Montážní pracoviště 2 slouží k případné souběžné výrobě, v zadané zakázce kontejnerů zůstane pasivní. Vše je zakresleno ve výkresové dokumentaci. Z finálního montážního pracoviště 3 se hotové kontejnery expedují z haly ven.

6.3.1 Technologický postup

Základní zpracování polotovarů obstarávají strojní pracoviště dvou pásových pil a hydraulický lis, případně vypalovací stroj (ten je však převážně využíván na plechy tloušťky větší jak 12 mm, či profily rozměrů větších jak 600mm, které převyšují parametry dostupných pásových pil). V tomto případě se tedy s vypalovacím strojem nepočítá. Profilové tyče, tabule a jiné polotovary jsou pomocí mostového jeřábu vyskládávány u vstupu do haly z dopravního prostředku na úložné místo (sklad 1 a 2) nebo do konzolového regálu. Odtud materiál proudí do výroby dle schematického zobrazení (obr. 6.5). Zde jsou vidět zapojená pracoviště, ostatní nejsou buď v této zakázce využita, nebo jejich zapojení je v daném objemovém toku minimální. Množství přepravovaného materiálu mezi pracovišti je zpracováno v kapitole 6.3.2.3.



Obr. 6.5: Schéma technologického postupu

6.3.2 Materiálový tok při výrobě

K určení materiálového toku je na začátku potřeba znát parametry výchozích polotovarů. Na základě technologického postupu a s využitím dostupných manipulačních prostředků se může určit materiálový tok výrobnou. Bližším rozepsáním hmotností, putujících od jednoho pracoviště k druhému, se pozná vytížení manipulačních prostředků a následně i náklady na jejich použití. Získané parametry navíc umožní sestavit šachovnicovou tabulku, ze které vychází Sankeyův diagram, a která je potřebná k použití dalších výpočtových metod (trojúhelníková metoda prostá a trojúhelníková metoda hodnocení vztahů, metoda kruhová).

Výroba kontejnerů není v této firmě jedinou zakázkou. Zasahuje sem i jiný vstupní materiál, který může ovlivnit počet a velikost polotovarů pro toto zadání. Tyto parametry jsou tak proměnlivé, že je nelze při výpočtech využít. Proto je tato zakázka zpracovávána jako **samostatná reprezentativní** a nepočítá s využitím materiálu z jiné výroby.

6.3.2.1 Volba polotovarů

Jak již bylo řečeno, polotovar pro daný kus z kusovníku je nutné volit s přihlédnutím k využití materiálu, manipulaci a k případnému uskladnění. Pro dané kusy je v práci zpracováno potřebné množství polotovarů, odpadu při zpracování a další parametry:

- délka profilových tyčí v běžné dodávané míře: 12 m
- plochá ocel: z dodávaných rozměrů (1x2m, 1,25x2,5m, 1,5x3m, 2x3m a větší) je vypočítán nejvhodnější rozměr tabule, s ohledem na odpad a využití plochy (pro každý výrobek z kusovníku)
- pásová ocel, kulatina, trubky: délky dodávány dle požadavku odběratele

Při volbě polotovaru je počítáno s rozložením součástí na délku tyče (respektive plochu tabule) v objemu celé zakázky 22 kontejnerů. Při manipulaci je však nutno přihlédnout k montážnímu postupu, kdy se převážně sestavuje jeden kontejner po druhém. U tyčové a pásové oceli je rozpis potřebného množství tyčí a jejich parametry znázorněn v příloze 2. Detailní rozložení dílů na délce tyče pak v příloze 3.

Zbytek z polotovarů: jako odpad je volen kus **kratší než 0,2m**, větší části směřují do skladu či meziskladu pro další využití v paralelních výrobcích.

U ploché oceli je pomocí excelové tabulky počítán optimální rozměr tabule tak, aby využití plochy bylo co největší. V potaz se berou dvě varianty rozložení dílu v matici-na výšku a na délku. Z několika variant je vybrána ta, která dosahuje největšího procentuálního využití plochy. Při výpočtech se počítá s technologickými přídávky, technologickým odpadem. Následné zpracování zbytků se odvíjí od plochy zbytku: pokud je **menší**, jak vystříhaný kus, jde **do odpadu**, pokud je **větší**, vrací se zpět **do skladu**. Tím se vytvoří i záloha pro případné zmetkové výrobky.

Technologický přídavek : běžně udávaný pro středně tvrdé a tvrdé kovy **2,5 mm** na rozměr

Tabulka volby rozměrů tabulí (příloha 4) udává v daných dvou variantách a pro různé plochy: rozměr součástí s technologickými přídávky, počet kusů na plochu, potřebný počet tabulí, technologický odpad, zbytky z tabulí a další parametry. Jako hlavní parametr byla vybrána **využitelnost plochy (%)**. Ta z daných výpočtů dosahuje **80 až 90 %**, čímž splňuje podmínku hospodárnosti stříhání (min. 70%).

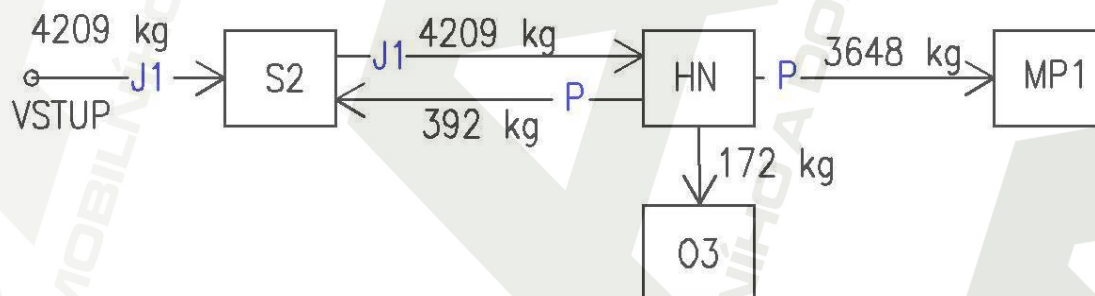
Souhrn hmotností polotovarů pro výrobu 22 kontejnerů SCANIA a jejich následné nasměrování do výroby je v příloze 5. V tabulce 6.1 jsou uvedeny konečné součty těchto hmotností, rozdělené dle druhu polotovaru.

Tab. 6.1: Přehled celkových hm. různých polotovarů a následné nasměrování do výroby [Příloha 5]

přehled zpracování materiálu	VSTUP		VÝSTUP	
	hmotnost polotovarů	pro další technologie	odpad	sklad
	kg	kg	kg	kg
plechy a pásová ocel	43930	36820	352	6757
profily, trubky	30128	28649	356	1122
jiné (válečky, panty...)	1276	1276	-	-
celkem	75334	66746	708	7879

6.3.2.2 Přepravní množství

S pomocí technologického postupu a již vypočítaných parametrů, je pro jednotlivé kusy z kusovníku rozepsán postup výrobou. Jako příklad lze uvést souhrn hmotností skupiny dílů č. 3 až 6 z kusovníku (příloha 1), pro kterou platí stejný postup (obr. 6.6):



Obr. 6.6: Postup materiálu pro díly č. 3 až 6 (z kusovníku) výrobou.

Kde:

- vstupní množství 4 209 kg je hmotnost tabulí potřebných pro výrobu dílů 3 až 6, do skladu S2 je materiál přepravován pomocí jeřábu J1
- stejné množství putuje pomocí jeřábu 1 ze skladu 2 na pracoviště hydraulických nůžek
- po nastříhání jde 3648 kg pomocí paletového vozíku na montážní pracoviště 1
- 392 kg přebytku z tabulí se paletovým vozíkem vrací zpět do skladu 2
- -172 kg odpadu se shromažďuje v zásobníku (ohradová paleta apod.), ze stroje vypadáva skluzem, proto není manipulační prostředek uveden

Podobným způsobem je v přílohách 7a, 7b zpracován pohyb výrobou pro všechny kusy z kusovníku. Pro odpady není další pohyb rozepsán, jelikož se zásobníky (ohradové palety) touto zakázkou nezaplní natolik, aby bylo nutné je vyvézt do shromažďovacího kontejneru na šrot, který je umístěn mimo halu. Oproti celkovému zpracovávanému objemu je to navíc minimální položka, která výrazně neovlivní další výpočty.

6.3.2.3 Šachovnicová tabulka

Do šachovnicové tabulky je zadán součet hmotností, plynoucích mezi danými pracovišti, přičemž je vycházeno z výsledků viz příloha 5. Výsledkem jsou tak reálné směry a váhové obraty materiálu mezi pracovišti a sklady. Grafickým znázorněním bude Sankeyův diagram.

V řádcích jsou stanoviště, odkud materiál vychází, ve sloupcích pak stanoviště, kam materiál přichází. Některé součty, jako například součet vstupních či výstupních hmotností, lze zkontrolovat s parametry (váha kontejnerů, součet hmotností vstupních polotovarů atd.).

Zároveň je zaznamenávána k daným dvojicím (výchozí místo-příchozí místo) vzdálenost mezi těmito pracovišti a čím je materiál přepravován. Co se týče přepravních vzdáleností, u paletového vozíku a ruční přepravy se jedná o „ujetou“ délku po dopravních cestách, u jeřábů je to vzdušná vzdálenost. Při pozdějších výpočtech je počítáno s rozložením této délky na dvě složky: x = **pojezd mostu**, y = **pojezd kočky**.

Celá šachovnicová tabulka je uvedena v příloze 6, zde je uvedena pro názornost část z ní-obr. 6.7:

Tab. 6.2: Výřez šachovnicové tabulky (příloha 6). [2,3]

	V	HN	KR	MP1	MP3	MS1	O1	O2	O3	OBR
V			2793							1276
			9,8 R,J1							17,7 P
H.N.				32172	3735				355	690
				18,2 J1	45,3 P				1 R	26,0 P
K.R.										

přepr. vzdálenost [m]	2793	přepr. množství [kg]
	9,8 R,J1	manip. prostředek

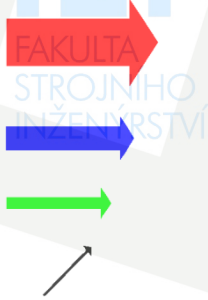
Obr. 6.7: Popis polí šachovnicové tabulky. [2,3,]

Kde:

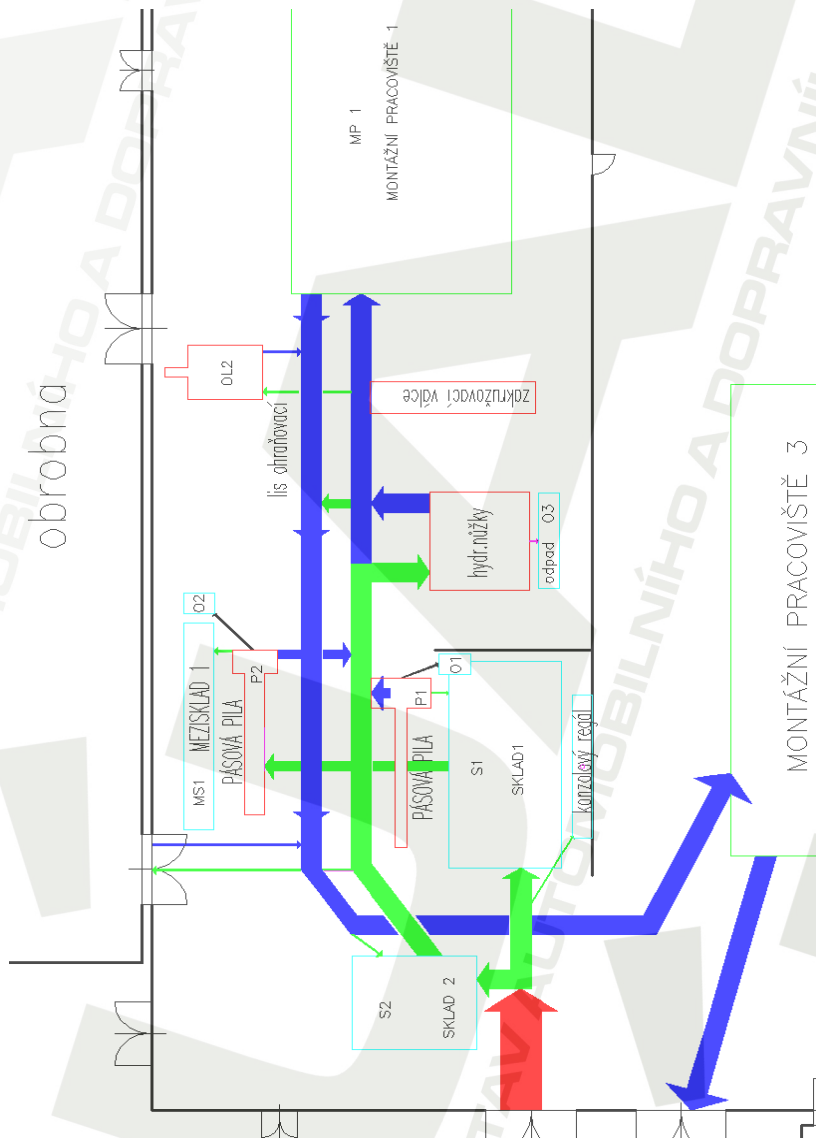
- J1, J2 dvounosíkové jeřáby
- P paletový vozík
- VV vysokozdvižný vozík
- R ruční přeprava

6.3.2.4 Sankeyův diagram

Tento diagram umožňuje znázornění toku materiálu v závodě. Do stávajícího dispozičního řešení objektu je zaznamenán ve vhodném měřítku tok materiálu, jaký vzešel z šachovnicové tabulky. Tloušťkou čáry je hmotnostní tok rozdělen do několika kategorií, barevně jsou rozlišeny jednotlivé fáze materiálu ve výrobě [3,2]:



- hmotnostní tok nad 70 t, červená = vstupní materiál
- hmotnostní tok 20 t až 70 t, modrá = postup součástí
- hmotnostní tok 5 t až 20 t, zelená = surový materiál
- hmotnostní tok pod 5t, černá = odpad



Obr. 6.8: Sankeyův diagram vybrané části haly.

Na obrázku 6.8 je vidět výřez z půdorysu haly, který se týká Sankeyova diagramu. Z prvního pohledu jsou patrné některé výrazné jevy dané výrobou. Především je to nízké vytížení pravé části haly, kde probíhá finální montáž a nástřik. V levé části jsou zase místa zadanou zakázkou nevyužitá a vlivem silného materiálového toku je možné, že jeřáb v této oblasti bude nadměru vytížen.

Taktéž jsou zde patrné dopravní uzly, kde dochází ke křížení cest, čímž se zatěžuje celý manipulační proces, jeho logistika, prostředky a v neposlední řadě je třeba myslet na bezpečnost práce.

K bližšímu posouzení vhodnosti rozmístění pracovišť je však nutné znát i další faktory, ovlivňující výrobu, jako např. souběžnou výrobu, vzájemné ovlivnění pracovišť a další.

6.4 Vypracování návrhů rozmístění pracovišť

Pracoviště v dané výrobní hale lze rozdělit na primární a sekundární. Primární pracoviště jsou zahrnuta do zakázky kontejnerů, tudíž jsou k nim známy některé údaje (hmotnosti, vzdálenosti, využití). Z hlediska materiálového toku je možno je dále rozdělit na pracoviště více významná a méně významná. U méně významných pracovišť je materiálový tok tak malý, že na celkové hodnocení mají minimální vliv. U více významných pracovišť, jakými jsou třeba hydraulické nůžky, sklady a montážní plochy 1 a 3, lze zmenšením dopravní vzdálenosti značně ovlivnit výstupní parametry manipulace s materiálem (man. časy, náklady na man. atd.). Pro lepší porovnání výsledků, jsou pro návrh voleny dvě metody: **metoda trojúhelníková prostá** a **metoda kruhová**. Pro sekundární pracoviště však podobné údaje ze zakázky nejsou, tudíž jsou vybírány jiné faktory, podle kterých jejich rozmístění budou hodnocena. Jako nejvhodnější metodou pro zpracování tohoto problému se jeví **metoda trojúhelníkového hodnocení vztahů**.

6.4.1 Kruhová metoda

Pro sestavení kruhové metody je využito hodnot z šachovnicové tabulky (říloha 6). Seřazením dvojic dle hmotnostního toku, od největšího po nejmenší, se získávají výchozí hodnoty pro další kroky-viz tabulka a postup níže. Vypočtená teoretická vzdálenost L_t rozděluje dvojice pracovišť na důležité (hodnota 1 až 7) a méně důležité.

Při sestavení kružnic o poloměrech L_t , jsou tyto poloměry pro méně důležité dvojice tak veliké, že v této metodě ztrácí význam. Proto touto metodou jsou zpracovány jen dvojice s teoretickou vzdáleností maximálně 7 kg^{-1} . Ostatní pracoviště jsou umísťovány na závěr dle různých faktorů (technologická příbuznost, návaznost, logické umístění...). [2,3]

Postup:

- sestavení dvojic pracovišť s hmotnostním tokem v obou směrech, v sestupném pořadí od největších hm.
- výpočet teoretické vzdálenosti:

$$L_t = 100\,000 \cdot \frac{1}{G} \quad [\text{m}] \quad (\text{VII})$$

(násobek 100 000 je pro lepší přehlednost)

add a, b): Sestavení dvojic dle hmotnostního toku:

Tab. 6.3 Důležité vztahy (vlevo) a méně důležité vztahy (vpravo)

	od-do	množství	vzdál.
		G	L
		kg	kg-1
hlavní vztahy	MP3-EXP	66745	1
	MP1-MP3	60737	2
	S2-HN	50690	2
	V-S2	43930	2
	HN-MP1	32172	3
	V-S1	27336	4
	P1-MP1	14874	7
	P2-MP1	13691	7
	S1-P1	14272	7
	S1-P2	13709	7

	od-do	množství	vzdál.
		G	L
vedlejší vztahy	HN-MP3	3735	27
	V-KR	2793	36
	KR-P1	1980	51
	OBR-MP3	1966	51
	V-OBR	1276	78
	KR-P2	813	123
	HN-OBR	690	145
	P2-MS1	478	209
	OL2-MP3	222	450
	HN-OL2	222	450
	P2-O2	187	535
	P1-O1	169	592
	P2-MP3	85	1176

c) nakreslení kružnic na průhledné papíry a následné systematické přiřazování od nejmenší kružnice po největší, dle metodologických postupů, popsanych v kapitole 5.2

měřítka-papír: $1\text{kg}^{-1} = 40\text{ mm}$

(Poznámka: vychází se z pozic, které nelze měnit-vstup, expedice, obrobna)

d) překreslení výsledných pozic (průsečíků) do výkresu půdorysu haly ve vhodném měřítku

měřítka-výkres: $1\text{kg}^{-1} = 4350\text{ mm}$

e) úprava pozic na základě velikosti pracovišť, volného prostoru k využití, logického úsudku atd.

f) dokreslení dopravních směrů hlavních toků

g) přeměření skutečných vzdáleností

h) přepočítání časů a nákladů na manipulaci při změně dopravních vzdáleností

Při skládání narýsovaných kružnic, lze volit vícero možných způsobů, ze kterých byly vybrány dva nejvhodnější, nejreálnější.

6.4.1.1 Varianta A

add d) Překreslení a zapracování výsledných pozic do půdorysu haly: jak bylo popsáno v teoretické části práce, kruhová metoda nepočítá se zalomenými tvary haly, přepážkami apod. Jak vyplývá např. z výsledného sestavení pozic na obr. 6.9, pohyb materiálu od hydraulických nůžek (HN) do montáže 1 (MP1) bude ve skutečnosti po delší trase, než je teoretická vzdálenost mezi těmito pracovišti, daná kružnicí o vypočteném poloměru. To stejné se týká i dvojic S1-P1, S1-P2. Taktéž nebere v potaz velikosti pracovišť, což např. u montážních stanovišť, která jsou rozměrnější, může kolidovat s výsledky.

add e) Úprava teoretických pozic: dle této metody je pozice pracoviště buď ve středu kružnice, nebo na jejím obvodu. Pokud to okolnosti umožňují, je vhodné pozice upravit dle dalších faktorů, a to směrem od obvodu kružnice do jejího středu, čímž vzdálenost zkracujeme. Dle níže uvedených důvodů byla upravena umístění těchto stanovišť:

MP3- teoretickou vzdálenost od expedice nelze v reálném stavu dodržet. V blízkosti expedice probíhá i dodávka materiálu, je tedy potřebný dostatečně velký manipulační prostor. Pozice MP3 je tedy volena od vztahu s MP1. Oproti teoretickému výsledku je prohozena pozice MP3 s MP1, a to kvůli **křížení dopravních cest** MP3-EXP a HN-MP1 a také kvůli **lakování**, které zde probíhá. To by mělo být odděleno od ostatních pracovišť a cest, kvůli výparům a dalším hygienickým podmínkám. Vzdálenost od expedice tímto posunem zůstává téměř stejná.

MP1- dle teoretického rozmístění dochází u pracovišť MP1 a MP3 ke **křížení ploch**, MP1 je přesunuto tedy tak, aby nezasahovalo do žádného pracoviště. Pozice je vyměněna s MP3, čímž se řeší problém **křížení cest** a zároveň se **zmenšují dopravní vzdálenosti** od HN.

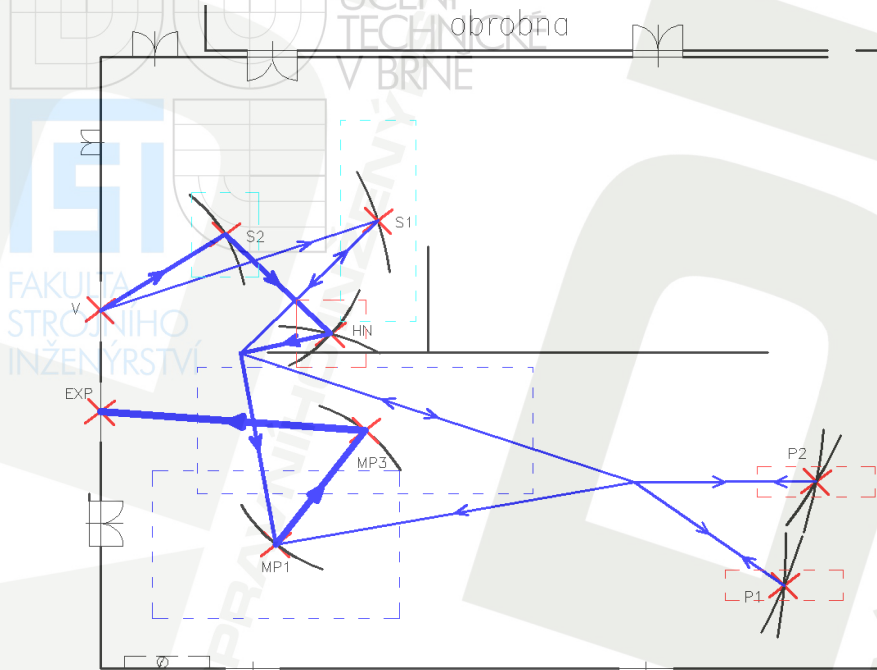
HN- toto pracoviště je mírně posunuto tak, aby nezasahovalo do plechové stěny a mělo vedle sebe místo pro sklad S2, se kterým je vázáno

S2- vysunutý sklad dovnitř prostoru **komplikuje dopravní cesty** a pohyb v hale obecně. Přisouvá se tedy blíže k hydraulickým nůžkám, se kterými je vázán. Zde je z jedné strany oddělen od zbytku haly plechovou stěnou a **nezasahuje do dopravních cest**.

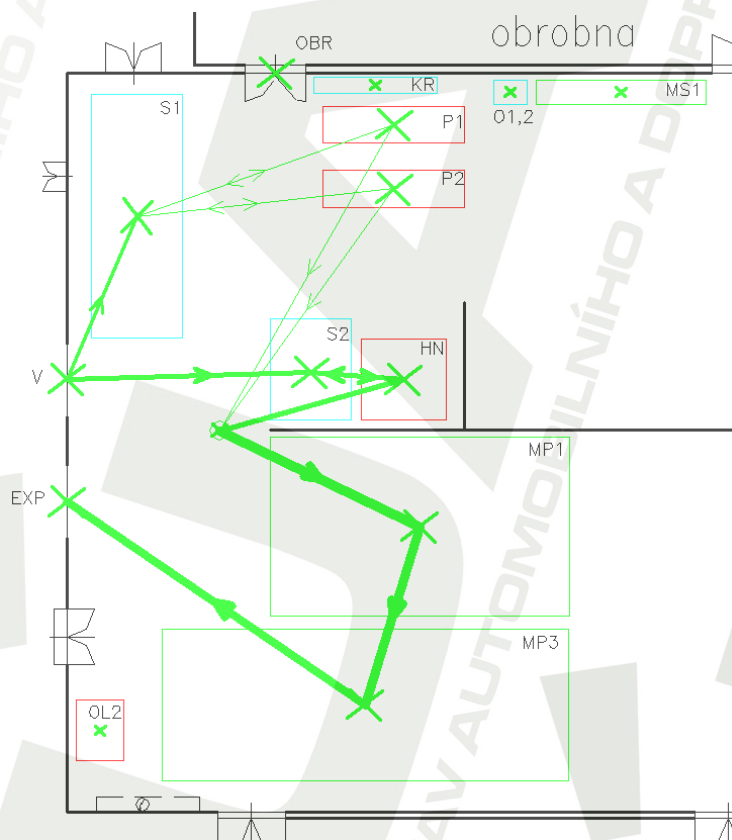
S1- taktéž i toto umístění skladu **blokuje dopravu** v hale a **překrývá se s jiným pracovištěm**. Problém je řešen posunutím na bok, podél stěny, přičemž je ponechán volný průchod uličkou.

P1 a P2- pozice pásových pil není nutná v tak velké vzdálenosti. Kružnice určují jejich maximální doporučenou vzdálenost od vázaného pracoviště, vzhledem k ostatním dvojicím. Jsou proto posunuté do **blízkosti skladu**, odkud k nim proudí materiál. Přitom je brán ohled na potřebný manipulační prostor (ten je větší, než plocha samotného pracoviště). Sice tím dochází ke křížení dopravních cest, avšak z hlediska objemového toku je toto křížení méně významné. Podstatně se **zkracují dopravní vzdálenosti** S1-P1, S1-P2 (v obou směrech).

Ostatní- další pracoviště, aktivní ve výrobě kontejnerů: ohraňovací lis OL2, konzolový regál KR, sklady odpadu z pil O1 a O2 a mezisklad MS1- jsou umístěny dle výrobních vazeb. Pro odpady je voleno jedno společné místo (ohradová paleta, menší kontejner na šrot apod.).



Obr. 6.9: Teoretické pozice dle kruhové metody-varianta A.



Obr. 6.10: Výsledné pozice pracovišť dle kruhové metody-varianta A.

Grafické hodnocení varianty A:

Grafickým výsledkem upravených pozic kruhové metody je obr. 6.10. Kruhovou metodou a jejími úpravami se získává jedna z možných podob rozmístění pracovišť.

výhody: -oproti stávajícímu stavu se zkrátily dopravní vzdálenosti u největších objemových toků, především mezi montážemi

-materiálový tok v tomto zobrazení nezaznamenává většího křížení zpracovávaných cest, u těch největších toků není křížení prakticky žádné

-díky přesunutí části výroby do druhého křídla haly se část manipulace vytíženého dvounosníkového jeřábu J1 přesouvá na druhý jeřáb- J2.

-přiblížení technologicky příbuzných pracovišť je výhodné, vzhledem k obsluze pracoviště, nástrojům a přípravkům a jejich organizaci

nevýhody:-sklad S1 je blízko frekventované dopravní cesty (administrativní budova, příchod pracovníků z šaten), je tedy nutné dbát zvýšené bezpečnosti „provozu“

-překládka materiálu při přechodu z levého do pravého křídla haly, což vede ke zvýšení manipulačního času, nehledě na zkomplikování manipulace

-možné komplikovanější expedování hotových kusů, při vytíženém (zaplněném) vedlejším montážním pracovišti MP1, vzhledem k rozměrům výrobku a parametrům vysokozdvizného vozíku (případně přímo nákladního vozu)

6.4.1.2 Varianta B

add e) Úprava teoretických pozic: stejně jako u první varianty, i tyto teoretické pozice pracovišť (Obr. 6.11) je třeba upravit:

MP3- stejně jako v prvním případě, teoretickou vzdálenost od expedice nelze v reálném stavu vzhledem k podmínkám dodržet, její pozice je tedy volena od vztahu s MP1. Jsou tedy vyměněny pozici MP3 s MP1, aby se **nekřížily dopravní cesty** hlavních toků.

Plocha je zároveň zarovnána s přepážkou, co rozděluje křídla haly, aby **montáž nezasahovala do dopravního prostoru**.

Přímočará trasa expedice usnadňuje vývoz hotových výrobků z haly- ať už v. vozíkem, nebo přímo nákladním automobilem.

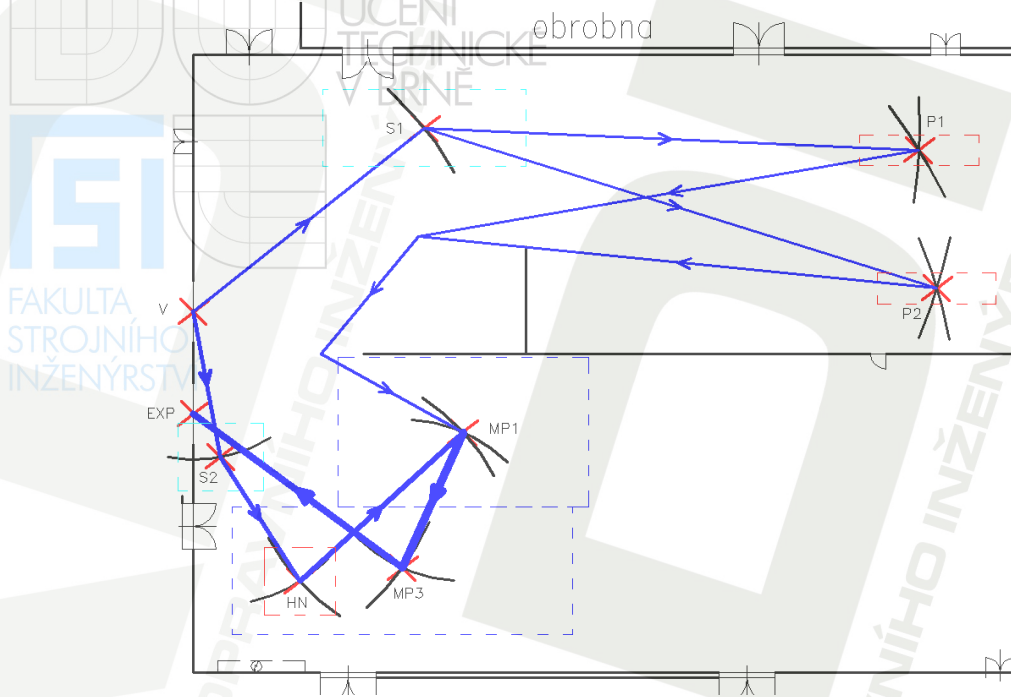
MP1- posouvá se kvůli **křížení dopravních cest** (viz posun MP3 výše). Oproti původní teoretické verzi nedochází díky tomu k překrývání plochy MP a HN.

Plocha sice zasahuje do prostoru před dveřmi, jedná se však o vstup do výrobní haly jiné firmy, tudíž minimálně využívaný. Průchodu nebrání, navíc montážní plocha není permanentně celá obsazená, takže tento rohový prostor bude převážně průchozí.

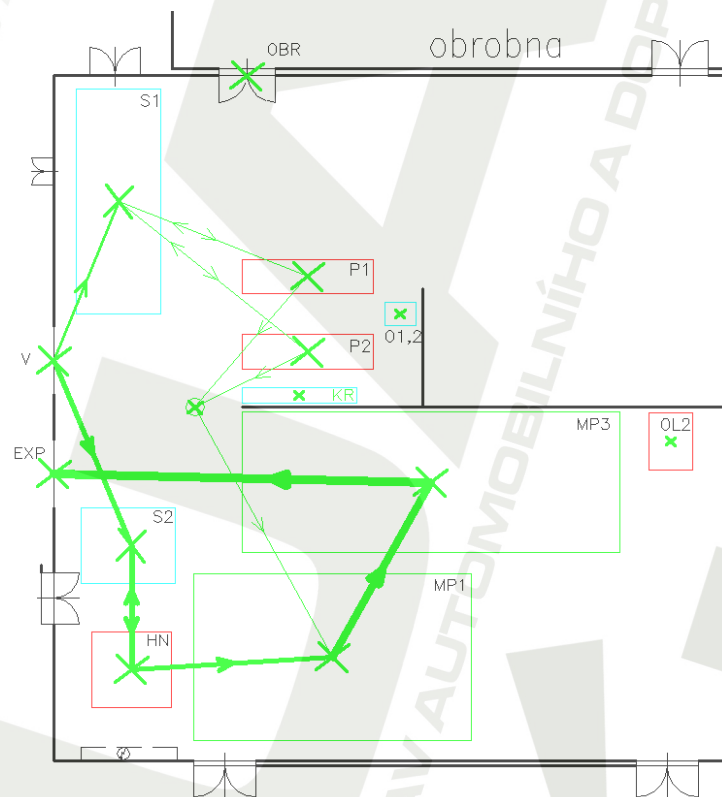
S2- Plocha je zarovnána do prostoru výrobní haly tak, aby byla kolem něj průchozí ulička min 0,5m ze všech stran, a aby nebránila v průchodu, či v expedici.

S1- Velmi podobný případ jako u varianty A, důvody pro posun jsou stejné: aby sklad nezasahoval do prostoru, ponechány průchozí uličky.

P1 a P2- Obdobně jako u varianty A, pozice není nutná v takové vzdálenosti. Pracoviště se tedy posouvá do **blízkosti skladu**, odkud je i **dobrá dostupnost** k montážním pracovištím.



Obr. 6.11: Teoretické pozice dle kruhové metody-varianta B.



Obr. 6.12: Výsledné pozice dle kruhové metody-varianta B.

Grafické zhodnocení varianty B:

Grafický výsledek těchto úprav je vidět na obr. 6.12. Oproti variantě A je zde patrné křížení významných cest V-S2 a MP3-EXP. Vzhledem k tomu, že do expedice jde až hotový výrobek a nejde zde o nepřetržitou výrobu, tak i doprava mezi těmito pracovišti nebude tak četná.

Dopravní trasy jsou obsluhovány jiným manipulačním prostředkem, tudíž by toto křížení nemělo způsobovat komplikace. Dalším rizikem je přítomnost hydraulických nůžek mezi montážními pracovišti, kde probíhá i nástřik. Může to mít za následek snížení životnosti stroje, potřeba častější a tudíž i nákladnější údržby.

výhody:

- minimální křížení dopravních cest
- rozložení zátěže na oba jeřáby
- technologicky návazné, příbuzné pracoviště jsou v blízkosti

nevýhody:

- strojní pracoviště v relativní blízkosti nástřikového pracoviště, což může vést ke snížení životnosti stroje a zvýšení nákladů na jeho údržbu
- sklad S1 je blízko frekventované uličky z administrativní budovy, zvyšuje se tím riziko úrazu při procházení kolem uložených polotovarů
- sklad S2 zasahuje částečně do expedičního prostoru, což může, ale nemusí zatěžovat manipulační operace v těchto prostorech (vytáčení vozíku, nákladního vozu...)
- častější překlad z jeřábu J1 na J2 z pracovišť pásových pil

Vzhledem k posuzovanému kritériu nákladů na manipulaci, se toto řešení jeví jako výhodné, jelikož dopravní vzdálenosti nejdůležitějších materiálových toků jsou oproti stávajícímu stavu mnohem menší. Náklady jsou, tak jako u předchozí varianty, počítány v pozdějších kapitolách.

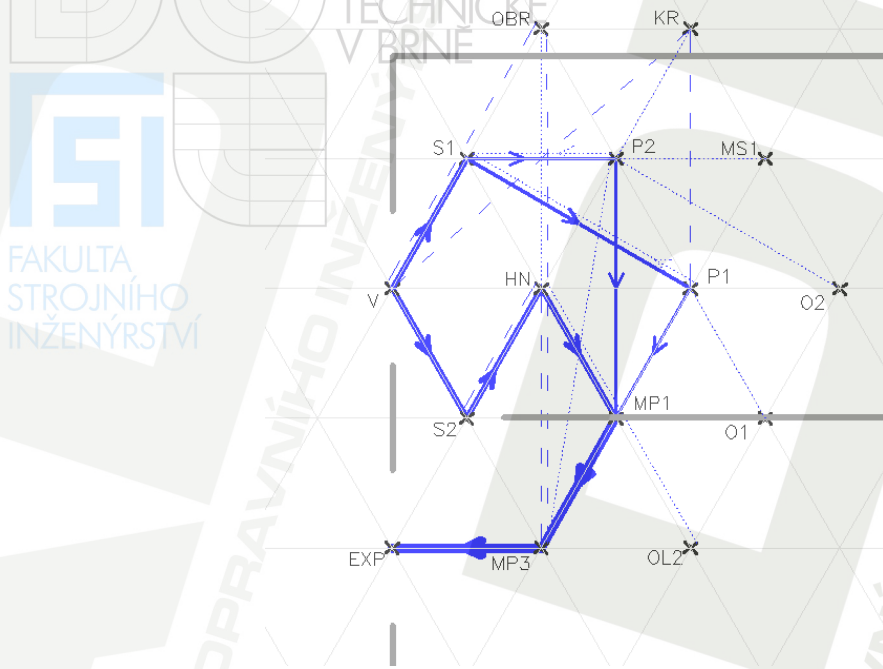
6.4.2 Trojúhelníková metoda prostá

Začátek je podobný jako u předchozí metody. Využívá se šachovnicové tabulky a z ní sestavených dvojic pracovišť. Do trojúhelníkové sítě, která je přizpůsobena tvaru haly, jsou postupně zakreslována pracoviště tak, aby ty s materiálovým tokem byly co nejbližše sobě. U méně významných vztahů, je umístění voleno dle technologické návaznosti, příbuznosti. Touto metodou jsou zpracovávány dva možné způsoby-varianta C a D.

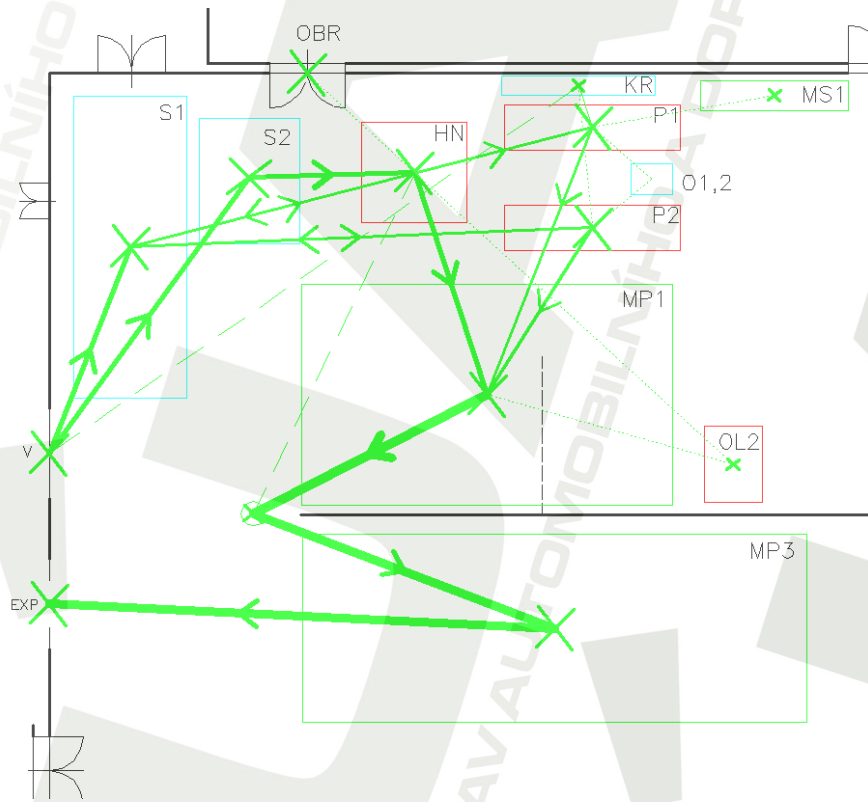
6.4.2.1 Varianta C

Postupným zakreslováním pracovišť do trojúhelníkové sítě se získávají teoretická rozmístění (obr. 6.13), která jsou dále upravována do finální podoby. Tloušťka čar zde zobrazuje hmotnostní tok, čím je čára tlustší, tím je tok větší. Méně významné objemové vztahy jsou čerchované, případně tečkované:

Stejně jako u předchozích dvou variant, i zde se upravují teoretické pozice, důvody jsou prakticky stejné, proto nejsou dále rozepisovány. Převážně jde o to, aby pracoviště nepřekážela v dopravě a technologicky příbuzná a návazná pracoviště byla blízko sebe apod. Výsledný grafický návrh varianty C je na obr. 6.14.



Obr. 6.13: Teoretické pozice dle trojúhelníkové metody prosté-varianta C.



Obr. 6.14: Výsledné pozice dle trojúhelníkové metody prosté-varianta C.

Grafické zhodnocení varianty C:

Jak je vidět na výsledné pozici, montáž MP1 zasahuje do přepážky, která je kolmá na hlavní předěl levého a pravého křídla haly. V tomto uspořádání tato přepážka není nutná, neodděluje totiž žádná pracoviště. V případě využití této varianty navrhuji její odstranění. Zároveň s ní by se odstranil sloupový otočný jeřáb, který by překážel. Je nefunkční, takže pouze zabírá výrobní plochu.

výhody: -hlavní montážní pracoviště MP1 je v rovnoměrném dosahu k ostatním technologickým pracovištím. Obecně je v centru výroby.

-skladování je koncentrováno na jednom místě, čili i vázací prostředky jsou na jednom místě

- významné zkrácení dopravních vzdáleností

nevýhody: -nahuštění pracovišť může mít negativní vliv při větší zakázce

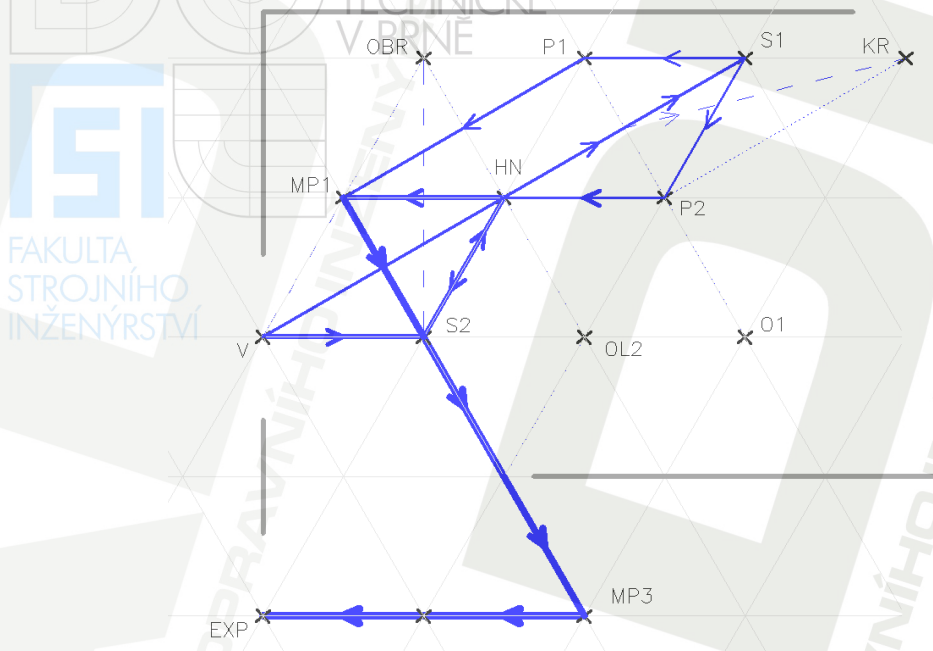
-křížení dopravních cest (nejde však o hlavní dopravní přesuny)

-sklady S1 a S2 jsou blízko frekventovaného místa u vchodu do administrativní části budovy, což zvyšuje nároky na bezpečnost

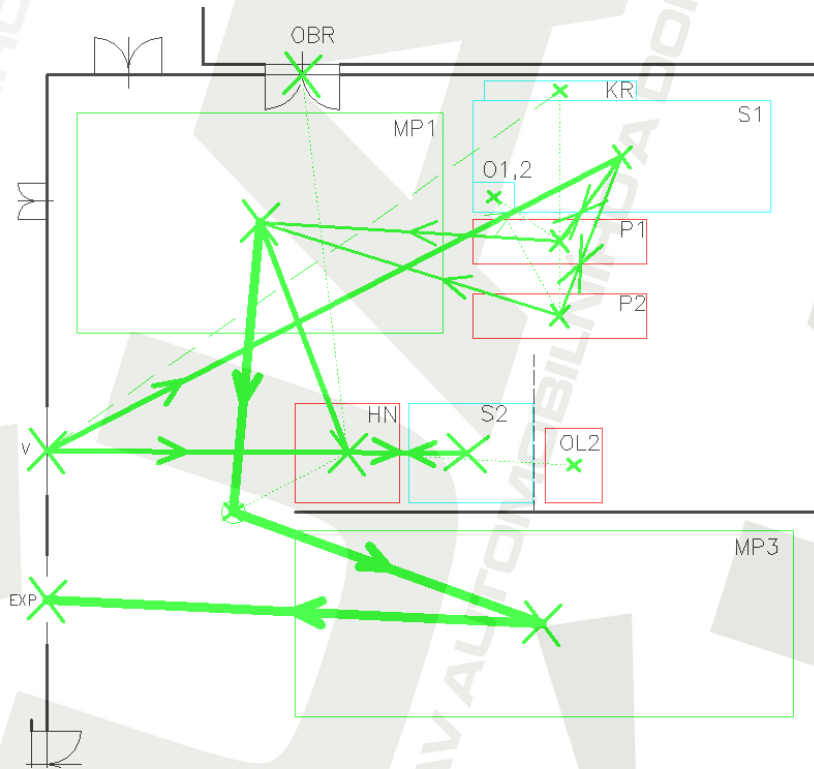
6.4.2.2 Varianta D

Postup je identický jako v předchozí variantě C. Při sestavování je snaha o lepší umístění skladů, aby nebyly tak blízko frekventovaných uliček, jako v případě všech předchozích variant. Technologicky blízká pracoviště jsou situována blízko sebe. Teoretické rozmístění je znázorněno na obr. 6.15.

Opět tyto pozice jsou upraveny, posouvá se především sklad S2 a hydraulické nůžky na bok, aby nečnely tolik do prostoru. Díky blízkosti pásových pil a skladu S1, se může zrušit mezisklad MS1, který zde ztrácí význam. Místo toho materiál putuje přímo do skladu 1. Paleta na odpad z pásových pil je opět jedna společnou. Výsledné rozmístění je zobrazeno na obr. 6.16.



Obr. 6.15: Teoretické pozice dle trojúhelníkové metody prosté-varianta D.



Obr. 6.16: Výsledné pozice dle trojúhelníkové metody prosté-varianta D.

Grafické hodnocení varianty D:

Přesunutím montáže 1 do prostoru vstupu z administrativní části se získává dostatečný prostor pro pohyb v této části, jelikož montážní pracoviště není zaplněno po celé ploše. Znárodnovaný tvar je pouze přibližný.

Blížkost hydraulických nůžek a ohraňovacího lisu je vhodná i pro další výrobu, jelikož tyto dvě pracoviště spolu úzce souvisí. Navíc jsou oba stroje v blízkosti zdroje materiálu. Taktéž pásové pily jsou v jednom bloku se skladem polotovarů.

I zde je možnost odstranit přepážku zasahující do levého křídla (označena čárkovaně), v případě potřeby rozšíření plochy skladu S2. Není to však nezbytné.

Manipulační tok se však velmi kříží, je na zvážení, na kolik to zdržuje při přepravě. To se však dá určit pouze experimentálně, dlouhodobým měřením.

výhody: - blízkost příbuzných pracovišť
- blízkost skladů k pracovištím na dělení materiálu
- volnější prostor v místech většího pohybu osob
- rezerva na rozšíření ploch skladů S1 a S2

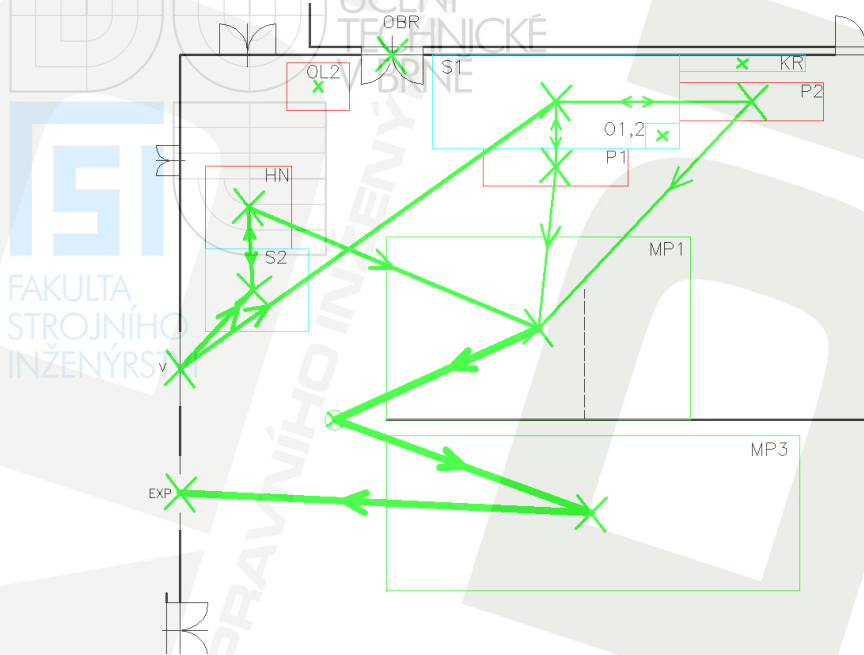
nevýhody: - časté křížení dopravních tras
- vytíženost jednoho jeřábu

6.4.3 Návrh řešení, zhodnocením dosažených výsledků-varianta E

Kromě použitých metod je navrženo rozmístění pracovišť na základě již získaných informací z předchozích variant a vlastního úsudku. Je vycházeno především z výhod a nevýhod předchozích variant, se snahou nevýhody eliminovat. Body, ze kterých rozmístění jsou volena, jsou především:

- oddělené montážní pracoviště MP3, kde probíhá lakování-z hygienických důvodů
- blízký a snadný dosah pracovišť k MP1, které je ústředním pracovištěm
- sklady polotovarů v blízkosti míst zpracování (S2-HN, S1, KR-P1, P2)
- vhodné umístění skladů, aby nevyčnivaly do prostoru
- co nejmenší dopravní vzdálenosti- jak strojů, tak ruční a paletové dopravy

Navrhnutá varianta je graficky znázorněna na obr. 6.17.



Obr. 6.17: Výsledné pozice dle vlastního návrhu-varianta E.

Grafické zhodnocení varianty E:

-montáž 1 zasahuje do přepážky (čárkovaně), která, jak již bylo dříve zmíněno, zde není nutná. V tomto prostoru se také nachází sloupový jeřáb, nefunkční, který by bylo vhodné demontovat.

- při prohození pracovišť S2 a HN bychom se sice vyhnuli křížení cest (vstup-sklad1 a h. nůžky-montáž 1), to by však zkomplikovalo vykládku příchozích polotovarů do skladu 2. Materiál by byl přepravován ve větší výšce, nad strojem, čímž stoupá riziko havárie a také manipulační čas (díky většímu zdvihu). Jelikož se materiál naváží jednou za čas, pracoviště S2 a HN je ponecháno tak, jak je zobrazeno.

-ohraňovací lis sice není v této zakázce tolik důležité pracoviště, ale při jiné výrobě je jistě více vytíženo, zejména přísunem výrobků z hydraulických nůžek. Umístění je proto voleno v blízkosti tohoto stroje.

-konzolový regál je skladové pracoviště, je tedy umístěno u příbuzného prvku-skladu 1.

výhody: -ústřední montážní pracoviště MP1 je v centru hlavních výrobních prostor, přesto ale nepřekáží

-oddělené pracoviště nástřiku od ostatních

-malé křížení cest

-technologicky příbuzná pracoviště blízko sebe

-přehlednost pracovišť a jejich oddělení od jiných

nevýhody: -velké zatížení jeřábu 1, oproti jeřábu 2

-větší vzdálenost skladu 1 od vstupu-v době přísunu polotovarů možné dopravní komplikace

7 Výstupní parametry analýzy

Jak již bylo dříve míněno, zakázka výroby kontejnerů je reprezentativní, nikoliv však jediná v dané firmě. To ovlivňuje spoustu faktorů, dle kterých by se daly porovnávat výsledky. Například režijní náklady jsou určovány veškerou výrobou v hale, nejen výrobou kontejnerů (provoz a údržba haly a strojů, jejich opravy, mzdy pracovníků a další).

Nelze tedy s určitostí stanovit, jaké jsou pro tuto zakázku náklady na výrobu, lze však vybrat některá kritéria, která v určitém rozsahu prokážou vhodnost, či nevhodnost návrhů na úpravu.

Z dosavadních výsledků je známo:

- hmotnostní tok mezi pracovišti
- vzájemná vzdálenost mezi pracovišti
- potřebné manipulační prostředky a jejich parametry (příkon, rychlosti, nosnost)

Z těchto parametrů je vypočítáván **MANIPULAČNÍ ČAS**, který zahrnuje dobu nutnou na přesuny, uvázání břemene, zdvih atd. Toto kritérium je zvoleno jako **primární**.

Jako **sekundárním** porovnávacím kritériem jsou voleny **NÁKLADY NA MANIPULACI**, ve kterých je zahrnuta i mzda obsluhy stroje.

Vhodnost nebo nevhodnost navržených variant je pak určena **procentuálním ziskem (respektive ztrátou) času (respektive nákladů)** v porovnání se stávajícím stavem.

7.1 Výpočet manipulačních časů

Pro přesun materiálu dané zakázky využívá firma pět manipulačních prostředků: dva dvounosníkové jeřáby, paletový vozík, vysokozdvíhací vozík a ruční přesun. S vysokozdvíhacím vozíkem je zde počítáno pro případ, kdy se konečný výrobek vyveze před výrobní halu, kde setrvává do konečné expedice. Pro každý prostředek je vypočítáván **manipulační čas** a z toho **náklady na manipulaci**.

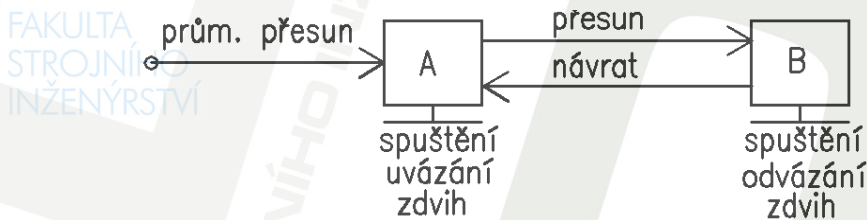
Předpokládán je zde rovnoměrný pohyb, doba provozu stroje je počítána ze základního vztahu $t = L/v$ [min] (VIII)

Kde:

L..... [m] vzdálenost určující délky pojezdů, resp. zdvihů.
v..... [m.s⁻¹] rychlost manipulačního zařízení

Ujetá vzdálenost mezi pracovišti není u jeřábu jejich přímá spojnice, ale součet posunu v ose „x“, kterou zajišťuje pojezd mostu a posunu v ose „y“, kterou zajišťuje pojezd kočky. U vysokozdvíhacího a paletového vozíku a ručního přesunu je přepravní vzdálenost dána pohybem po dopravních cestách. V ose „z“ (zdvih) se břemeno pohybuje pomocí zdvihového ústrojí.

K ujeté vzdálenosti je nutné přičíst **průměrnou vzdálenost dojezdu**, kterou musí prostředek urazit od předchozího pracoviště. Tato hodnota je prakticky neměřitelná, u jeřábů a paletového vozíku je volena jako **polovina nejhorší možné vzdálenosti** (polovina nejdelší vzdálenosti mezi pracovišti, u pojezdu kočky pak polovina rozpětí jeřábu) a **plná vzdálenost** u v. vozíku. Schematický rozbor pohybu jeřábu a v. vozíku je vidět na obr. 7.1:



Obr. 7.1: Schematický rozbor pohybu.

Parametry výpočtů:

Zdvih:

Počet zdvihů K_z : zdvihem se myslí spuštění i zvedání, z toho plyne:

$$K_z = n \cdot 4 \quad [-] \quad (IX)$$

Kde:

n..... počet přesunů potřebných na transport dané várky materiálu mezi dvěma pracovišti (vychází se z příloh 7a až 11b)

Celková délka zdvihů L_z : dle norem ČSN EN 13 155 z roku 2004, je **maximální** dovolená výška zavěšeného břemene 1,8 m. Ta je násobena počtem zdvihů:

$$L_z = 1,8 \cdot K_z = 1,8 \cdot n \cdot 4 \quad [m] \quad (X)$$

Čas zdvihu T_z : celková délka zdvihů, dělená rychlostí zdvihacího prvku v_z

$$T_z = \frac{L_z}{v_z} = \frac{1,8 \cdot n \cdot 4}{v_z} \quad [\text{min}] \quad (XI)$$

Pojezd:

Počet přesunů P_p : na kolikrát je zásilka převezena (n), plus (n-1) přejezdů zpět (nepočít se cesta zpět v poslední jízdě), z toho plyne:

$$P_p = n + (n - 1) = 2n - 1 \quad [-] \quad (XII)$$

Průměrná vzdálenost dojezdu L_{pr} : pro stávající stav:

- | | |
|-----------------------|---|
| jeřáb 1: | -osa „x“: maximum je u MP1-MP3 =33,8m $\Rightarrow L_{pr} = 16,9$ m |
| | -osa „y“: rozpětí jeřábu je 15m $\Rightarrow L_{pr} = 7,5$ m |
| jeřáb 2: | -osa „x“: $L_{pr} = 6,5$ m |
| | -osa „y“: $L_{pr} = 7,5$ m |
| vysokozdvížený vozík: | - $L_{pr} = 25$ m |
| paletový vozík: | - $L_{pr} = 26$ m |
| ručně: | - $L_{pr} = 12$ m |

Celková ujetá vzdálenost v daném směru L_c : vzdálenost mezi pracovišti L (pro dané osy) násobená počtem přesunů, plus L_{pr} :

$$L_c = L \cdot (2n - 1) + L_{pr} \quad [\text{m}] \quad (\text{XIII})$$

Čas pojezdu T_p : součet časů pojezdů v jednotlivých směrech, což je součet celkových ujetých vzdáleností v daných směrech, dělených rychlostí pojezdu v daném směru v_p :

$$T_p = \sum \frac{L_c}{v_p} \quad [\text{min}] \quad (\text{XIV})$$

nakládka/vykládka: nakládkou a vykládkou se myslí uvazování a odvazování břemene

- počet nakládek/vykládek K_{nv} : -na jeden přesun počítám s jednou nakládkou a jednou vykládkou:

$$K_{nv} = n \cdot 2 \quad [-] \quad (\text{XV})$$

Čas na nakládku/vykládku T_{nv} : liší se dle druhu a množství přepravovaného materiálu, dostupných uvazovacích přípravků, typu přepravního prostředku, ale také dle zkušeností a praxe pracovníků. Časy lze určit experimentálně, měřením, nebo určením na základě pozorování, zkušeností či běžně uváděných hodnot v praxi.

Celkový čas potřebný na bezpečné „uvázání a odvázání“ břemene volím u **jeřábů 3minuty**, u vysokozdvíženého **vozíku 2 minuty**, u **paletového vozíku a ručního přesunu 0,5 minuty**. Tento čas násobím počtem nakládek a vykládek K_{nv} :

$$T_{nv} = K_{nv} \cdot 3 \text{ (resp. 2, resp. 0,5)} = (n \cdot 2) \text{ (resp. 2, resp. 0,5.)} \quad [\text{min}] \quad (\text{XVI})$$

Doba provozu stroje T_r : čas zdvihu + čas pojezdu+čas nakládky/vykládky

$$T_r = T_z + T_p + T_{nv} \quad [\text{min}] \quad (\text{XVII})$$

7.2 Výpočet manipulačních nákladů

Dle stanovených počitatelných kritérií (dráha, hmotnost, čas) je kalkulována cena za manipulaci s materiálem, při výrobě kontejnerů. Tato cena je pouze demonstrativní, jelikož během roku může dojít ke změnám, které ji značně ovlivní. Může jít například o změnu v ekonomice, nárůst spotřeby manipulačních strojů-zhoršením účinností pohonů, neplánované vyřazení/nákup manipulačního prostředku, zvýšení mezd obsluhy atd.

Náklady jsou počítány ze dvou částí: jednak ze spotřeby elektrické energie strojů (N_e) a jednak z mezd pracovníků obsluhy těchto strojů (N_m):

$$N_c = N_e + N_m \quad [\text{Kč}] \quad (\text{XVIII})$$

Na mzdy obsluhy manipulátoru je volena jednotná hodinová sazba, naopak náklady na provoz stroje se různí. Spotřeba stroje závisí na jeho parametrech, které se u různých pohonů liší. Delší provoz stroje s menší spotřebou tedy nemusí být levnější, než kratší čas stroje se spotřebou mnohonásobně vyšší. To bude dokázáno v závěrečném procentuálním porovnání, kde se úspora časová a nákladová liší a tento rozdíl nebude u všech metod stejný.

Náklady na elektrickou energii N_e :

$$N_e = P_s \cdot T_r \cdot C_e \quad [\text{Kč}] \quad (\text{XIX})$$

Kde:

P_s [kW]..... příkon stroje
 T_r [hod]..... doba provozu stroje
 C_e [Kč · kWh⁻¹].. cena elektrické energie

Cena za elektřinu, kterou z části udává Energetický regulační úřad (ERÚ) a z části výrobce, se pro rok 2010 pohybuje od 4,35 do 4,63 Kč · kWh⁻¹ (vč. DPH), dle výrobce (ČEZ, E.ON, PRE) [10]:

-průměrná cena elektřiny za 1 kWh pro rok 2010 je potom **4,51 Kč** (vč. DPH)

V tabulce 7.1 jsou uvedeny potřebné parametry manipulačních prostředků, přičemž některé parametry bylo možno získat přímo ze štítku výrobce, jiné, jako např. rychlost pojezdů u jeřábu a paletového vozíku, byly určeny experimentálně (měření):

Tab. 7.1: Parametry užívaných manipulačních prostředků.

	jednotka	J1- jeřáb	J2- jeřáb	P	VV	R
označení		DEVS	DEVS	NV M-01	DESTA E16	pracovník
nosnost	kg	3200	3200	2000	1600	30
rychlost pojezdu (mostu, ...)	m/min	30	30	20	208	60
rychl. pojezdu (kočky)	m/min	20	20	-	-	-
rychlost zdvihu (kočky)	m/min	8	8	-	36	-
příkon pojezdu (mostu, v. vozíku)	kW	19	19	-	8,6	-
příkon pojezdu kočky	kW	2,2	2,2	-	-	-
příkon zdvihu	kW	7,6	7,6	-	11,5	-
cena energie	Kč/kWh	4,51	4,51	-	4,51	-
mzda obsluhy	Kč/hod	100	100	100	100	100

Náklady na mzdu obsluhy:

Jelikož se zde nejedná o automatizovanou výrobu, u každého manipulačního prostředku musí být obsluha. Za předpokladu, že pracovníci jsou řádně proškoleni, případně mají potřebnou kvalifikaci na obsluhu stroje, je počítáno s obsluhou jedním pracovníkem. Nosnosti prostředků jsou dané výrobcem, v případě ručního přesunu je maximální zátěž na člověka dána evropskými směrnici č. 90/269/ES. Liší se dle četnosti zátěže, pohlaví, věku atd., v běžném provozu jsou tyto hodnoty [11]:

- dospělí muži: 30kg
- dospělé ženy: 15kg
- mladiství muži: 20 kg
- mladistvé ženy: 15 kg

Ve výpočtech se počítá se zátěží 30 kg, jelikož dospělí muži tvoří převážnou část zaměstnanců.

Mzdy v této firmě nejsou jednotné, odvíjí se od kvalifikace, odměn, od zakázky. Pohybují se řádově mezi 75 až 150 Kč na hodinu. Pro možnost srovnání s pozdějšími návrhy je volena jednotná mzda pro všechny pracovníky obsluhy **100 Kč/hod.**

Náklady na mzdu pracovníka, obsluhujícího manipulační prostředek, jsou počítány ze zvolené jednotné mzdy a z času provozu stroje. U paletového vozíku a ručního přesunu je doba zdvihu zahrnuta do času nakládky/vykládky.

Celkové náklady na mzdy tedy budou:

$$N_m = T_r \cdot \frac{100}{60} \quad [\text{Kč}] \quad (XX)$$

Kde:

$$\frac{100}{60} \dots\dots \text{převod na hodiny} \cdot \text{mzda pracovníka} \quad [\text{Kč} \cdot \text{hod}^{-1}]$$

7.3 Výsledné hodnoty analýzy

Pro přehlednost a možnost dalšího využití jsou hodnoty zpracovávány v excelovské tabulce, která vychází z již získaných hodnot a parametrů. Vychází se přitom ze vztahů (VI) až (XIX). V jedné části je detailní přehled o manipulaci jeřábu 1 a 2 a vysokozdvizného vozíku (příloha 7a), v druhé části je zpracovávána činnost paletového vozíku a ručního přesunu (příloha 7b). Následný přehled výsledných hodnot, viz tab. 7.2, je výchozím bodem pro porovnávání navržených variant. Znázornění manipulačních časů jednotlivých prostředků poslouží i k další analýze, jelikož poukazují na to, které prostředky mají větší či menší vliv na konečný výsledek.

Tab. 7.2: Výsledné hodnoty jednotlivých fází-stávající stav.

	prostředky→	J1	J2	V	P	R	Σ čas	stroj	mzda	Σ
	časy ↓	min	min	min	min	min	min	kč	kč	kč
stávající stav	pojezd mostu	221	19				240	343	400	743
	pojezd kočky	145	20				165	27	275	302
	pojezd v.vozík			73			73	47	122	170
	pojezd paletový v.				261		261		435	435
	zdvih	246	20	4			270	154	450	604
	ruční přesun					19	19		32	32
	nakládka/vykládka	1638	129	86	89	74	2016		3360	3360
SS	suma man. časů	2250	188	164	350	93	3044	572	5074	5645

Názorný příklad výpočtů:

Manipulační čas jeřábu J_1 :

$$T_m(J_1) = T_{pm} + T_{pk} + T_z + T_{nv} = 221 + 145 + 246 + 1638 = 2250 \quad [\text{min}] \quad (XXI)$$

Kde:

T_{pm} [min]..... doba pojezdu mostu

T_{pk} [min]..... doba pojezdu kočky

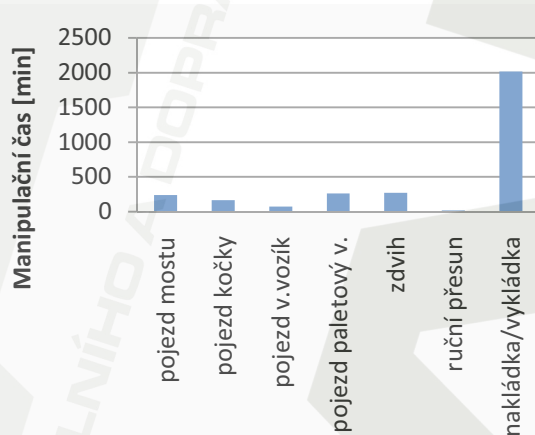
Pojezd mostů-přepočít na Kč:

$$N_{e\text{-pojezd}} = 19,9 \cdot \frac{T_p(J_1)+T_p(J_2)}{60} \cdot 4,51 = \frac{19 \cdot (221+19)}{60} \cdot 4,51 = 343 \text{ [Kč]} \quad (XXII)$$

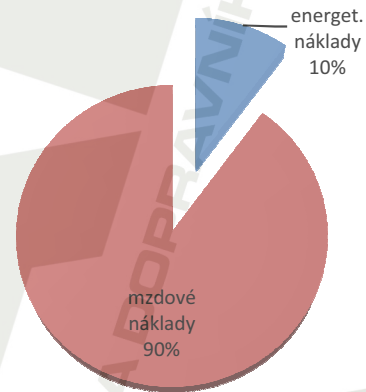
$$N_{m\text{-pojezd}} = \frac{T_p(J_1)+T_p(J_2)}{60} \cdot 100 = \frac{221+19}{60} \cdot 100 = 400 \text{ [Kč]} \quad (XXIII)$$

$$N_{c\text{-pojezd}} = N_{e\text{-pojezd}} + N_{m\text{-pojezd}} = 343 + 400 = 743 \text{ [Kč]}$$

Z porovnání součtu manipulačních časů pro různé fáze přesunu (obr. 7.2) je patrné, že hlavním hybatelem je nakládka/vykládka (uvazování/odvazování břemene). V této fázi je stroj v klidu, nabíhá pouze mzdový čas pracovníka, který břemeno uvazuje. Jaký podíl tedy tvoří strojní čas a čas obsluhy na celkové manipulaci, ukazuje obr. 7.3, hodnotící manipulační náklady těchto dvou složek. Mezi dalšími prvky už tak velký rozdíl není.

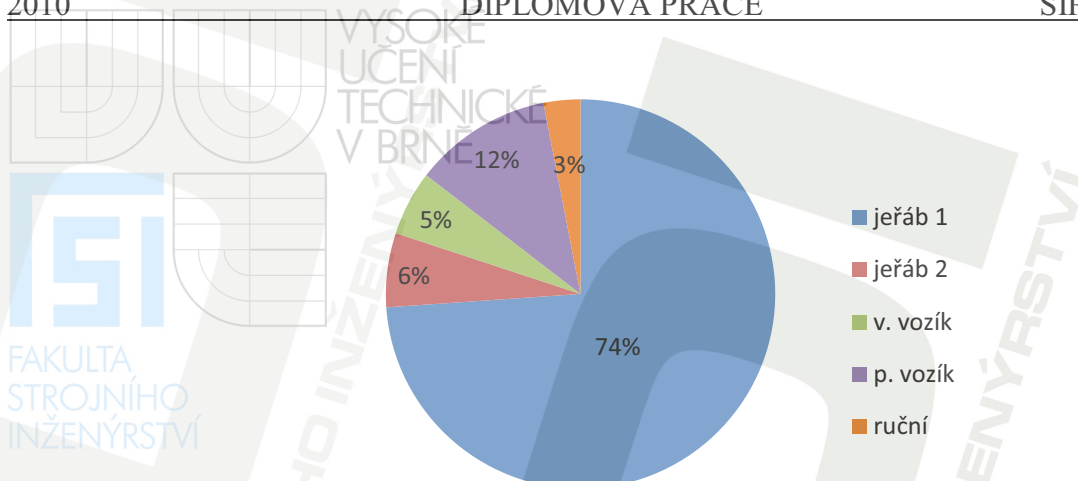


Obr. 7.2: Podíl jednotlivých manipulačních fází na celkovém man. čase.



Obr. 7.3: Podíl man. nákladů mzda-energie.

Dalším zpracováním výsledků, (obr. 7.4) získáváme rozložení celkového manipulačního času na všech pět prostředků. Je vidět, že ve stávajícím rozložení zhruba dvě třetiny času připadá na jeřáb 1. Toto nerovnoměrné rozložení, kdy jeden z man. prostředků nese převážnou zátěž manipulačního procesu skýtá určitá rizika. Jeho selhání by mohlo mít velmi negativní dopad na celý běh výroby. Od prostožů na výrobních pracovištích, přes jejich následné přetížení.



Obr. 7.4: Podíl man. prostředků na celkovém man. času-stávající stav.

(Pozn.: Toto porovnání, vycházející z výpočtů manipulačního toku, potvrzuje původní odhad ze Sankeyova diagramu, že dvounosníkový jeřáb v levém křídle haly je neúměrně vytížen.)

7.3.1 Početní porovnání návrhů

Podobným způsobem, jako u stávajícího stavu, jsou počítány jednotlivé časy a náklady daných pěti manipulačních prostředků. Výsledky jsou zaznamenány ve výpočtových tabulkách, vycházející z přílohy 7a, 7b. Celkově je vše uvedeno v přílohách 8 až 12. Díky rozdílným spotřebám pohonů strojů, se dle předpokladu při změně přepravních vzdáleností a využití prostředků časová a finanční úspora liší. Hlavním kritériem však stále zůstává manipulační čas. Tabulka 7.3 uvádí přehled výsledných časů, jejich součty a především porovnání se stávajícím stavem (sloupce +-). Kladné hodnoty v tomto sloupci znamenají úsporu, záporné (nebo červeně označené) znamenají ztrátu.

Tab. 7.3: Přehled vypočtených hodnot pro stávající stav a varianty A až E.

prostředky→		čas							náklady			
		J1	J2	VV	P	R	Σ	+ -	stroj	mzda	Σ	+ -
časů ↓	min	min	min	min	min	min	min	%	kč	kč	kč	%
st.s.	suma man. časů	2250	188	164	350	93	3044	-	572	5074	5645	
A	suma man. časů	1997	878	158	294	101	3428	-12,6	588	5714	6302	-11,6
B	suma man. časů	1233	1132	160	217	98	2841	6,7	476	4735	5211	7,7
C	suma man. časů	2222	176	160	237	95	2890	5,1	520	4816	5336	5,5
D	suma man. časů	2158	177	160	209	90	2795	8,2	403	4658	5061	10,4
E	suma man. časů	2147	177	160	244	93	2821	7,3	454	4702	5156	8,7

(Pozn.: červeně jsou označeny hodnoty, které vůči stávajícímu stavu vychází hůře)

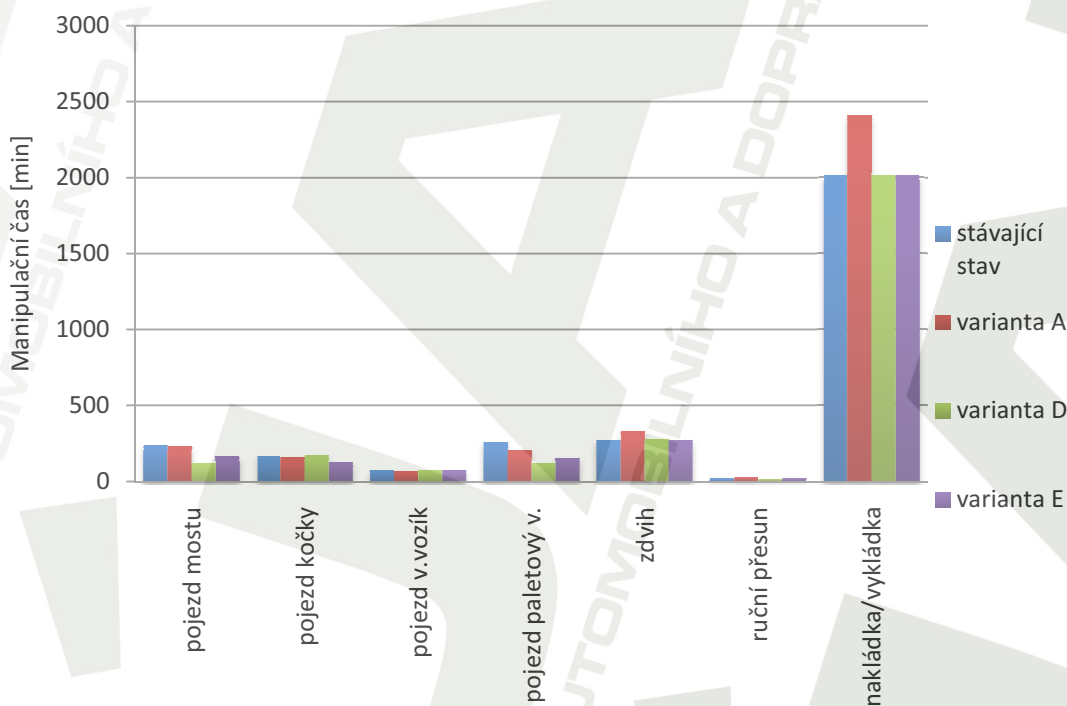
7.3.2 Zvolení nejlepší varianty

V častých případech je úspora tím nejhlavnějším kritériem, kterému ostatní kritéria zcela podléhají. Jak jsem zmiňoval v úvodním slově mé práce, nesprávný zásah do zaběhnuté výroby může způsobit nemalé komplikace, které ve finále přehoupnou pomyslný jazýček vah do záporných-červených- čísel. Proto při volbě nejvhodnější varianty beru v potaz i další faktory, jako např. technologické rozmístění, hygienické podmínky a další.

Zajímavé výsledky ukazuje varianta A, vycházející z kruhové metody. Nepřináší časovou ani finanční úsporu, naopak vychází o více jak **10% hůře**. I přesto, že se díky ní zmenšily dopravní vzdálenosti. Tato varianta totiž přenáší část zátěže jeřábu 1 na jeřáb 2 (což je z hlediska zatížení strojů vhodné), čímž ale dochází k **navýšení počtu nakládky/vykládky a zdvihu**. Dochází k tomu u přepravy kusů z pásových pil a hydr. nůžek, které se musí překládat z J1 na J2. Zvýšením tohoto času pak rostou i náklady na mzdu a jak ukazuje obr. 7.3, mzda dělá velké procento konečných nákladů.

Úvaha: **minimalizovat počet překládek z jednoho stroje na druhý**

Porovnání manipulačních časů jednotlivých prvků vybraných variant je znázorněno na obr. 7.5.

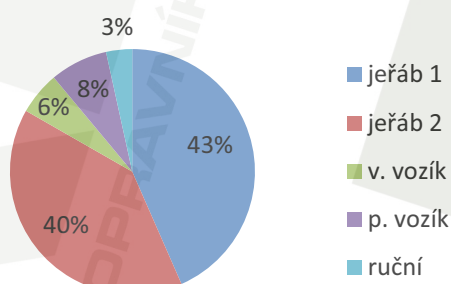


Obr. 7.5: Podíl jednotlivých fází manipulace na celkovém m. času u vybraných variant.

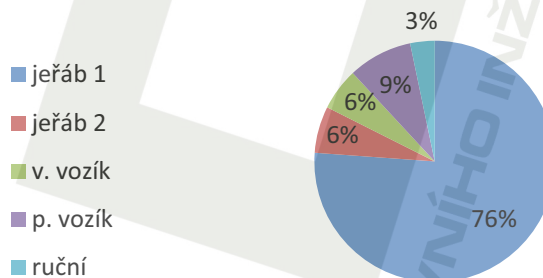
Z dalších variant dle procenta ušetřeného času (viz tab. 7.3) vychází nejlépe varianta D. V porovnání s ostatními šetří čas především u jeřábů, nejvíce však u **paletového vozíku**. Ten výrazně ovlivňuje náklady na mzdy, což se projevuje v procentuálním srovnání nákladů.

Úvaha: **minimalizovat vzdálenosti pro přesun paletovým vozíkem**

Zajímavá je varianta B, která **rovnoměrně rozděluje zátěž jeřábů** na oba dva stroje, aniž by docházelo k navýšení nakládky/vykládky (viz. obr. 7.6).



Obr. 7.6: Podíl man. prostředků na celkovém man. času-var. B.



Obr. 7.7: Podíl man. prostředků na celkovém man. času-var. E.

Výrobní pracoviště jsou však v části haly společně s lakováním, které se provádí nástřikem. Tyto podmínky nejsou vhodné jak pro stroj, tak pro jeho obsluhu.

úvaha: **volba pozic s ohledem na hygienické podmínky na pracovištích**

Z navržených variant volím, dle výše uvedených úvah a kritérií, jako nejvhodnější **VARIANTU E**. Oproti variantě D, která dle primárního i sekundárního kritéria vychází nejlépe ze všech, má klady, které hodnotím jako významné:

- je zde výrazně menší křížení dopravních cest
- montážní pracoviště MP1, kde nejvíce dochází ke svařování, není hned u vchodu do administrativní budovy. Nedochozí k takovému šíření výparů do kanceláří, šaten, WC a dalšího zázemí pro zaměstnance.
- MP1 je v centru výrobní plochy, tudíž v lepším dosahu i pro další pracoviště v souběžné výrobě
- lepší průchod halou, stroje nejsou tolik vysunuté do prostoru

7.4 Pozice zbylých pracovišť

Pro určení pozic ostatních strojů, které nejsou zapojeny do výroby kontejnerů, (nebo jsou zapojeny minimálně) je využita **trojúhelníková metoda hodnocení vztahů**. Výchozím bodem je zvolená varianta E, ostatní stroje jsou k nim přiřazovány s ohledem na tvary haly, možnosti přístupu atd.

Tato metoda je použita pro nalezení vhodných pozic větších pracovišť-**tryskárny, pálicího stroje a zakružovacích válců**. Ostatní pracoviště jsou buď nefunkční (výstředníkový lis, bruska), nebo jejich využití je tak malé, že jejich umístění by bylo touto metodou příliš teoretické a ztrácelo by význam (rotační bruska, ruční nůžky). Ty lze také bez větších problémů přesunout dle potřeby. Výjimku snad tvoří druhý hydraulický lis, který není využíván a jeho uplatnění je nejisté.

Postup při návrhu [2,3]:

- a) nakreslení trojúhelníkové tabulky a vypsání pracovišť
- b) sestavení vztahů, podle kterých se bude hodnotit
- c) stanovení koeficientů, vyjadřujících relativní důležitost daných vztahů
- d) stanovení stupnice hodnocení důležitosti vztahů a následné hodnocení dvojic v trojúhelníkové tabulce
- e) sestavení formuláře pro hodnocení vztahů pracovišť: opsáním pracovišť a hodnocení z trojúhelníkové tabulky, vynásobením koeficientem důležitosti, zapsáním výsledných hodnot
- f) grafické znázornění-teoretické
- g) konečné grafické znázornění

add. b,c) Sestavení kritérií a koeficientů: tab.7.4:

Tab. 7.4: Kriteria hodnocení a koeficienty relativního významu.

Kritéria hodnocení	č.	Koeficient relativního významu
technologická návaznost	1	3
možnost vzájemného rušení	2	5
obsluha jedním pracovníkem	3	2

add. a,d) Sestavení tabulky hodnocení a jejich důvodů: hodnocení je voleno dle stupnice o sedmi stupních (tab. 7.5), důvody hodnocení o deseti možnostech (tab. 7.6):

Tab. 7.5: Stupnice hodn. významu blízkosti.

stupnice hodnocení blízkosti	stupeň významu
maximálně nutná	6
nutná	5
důležitá	4
doporučená	3
nezávislá	2
nevhodná	1
naprosto nežádoucí	0

Tab. 7.6: Důvody hodnocení.

Důvod pro stupeň hodnocení	č.
přímá technologická návaznost	1
technologická příbuznost	2
technologicky nezávislé	3
použití stejných man. prostředků	4
využití stejné obsluhy	5
vzájemně se neruší	6
rušivý vliv vlivem ovzduší a zplodinami	7
rušivý vliv zářením	8
dlouhá blokáce man.prostředku	9
bezpečnostní	10

Sestavená trojúhelníková tabulka hodnocení je v příloze 13, zde je uveden pro příklad malý výřez-obr. 7.8.

		B			C			D			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
A	pálicí stroj	2	0	2	3	2	3	2	2	2	←pracoviště
		3	7	3	1	6	5	2	6	3	←kritérium hodnocení
B	tryskárna				3	1	3	2	1	2	←stupeň hodnocení
					1	7	5	3	6	3	←důvod hodnocení

Obr. 7.8: Výřez z trojúhelníkové tabulky hodnocení.

(Pozn.: Šedým označením jsou rozlišeny dvojice, které mezi sebou mají u všech tří kritérií nezávislou vazbu (stupeň hodnocení 2), dále se s nimi nepočítá. Zjednodušují se tím další výpočty důležitějších vazeb.)

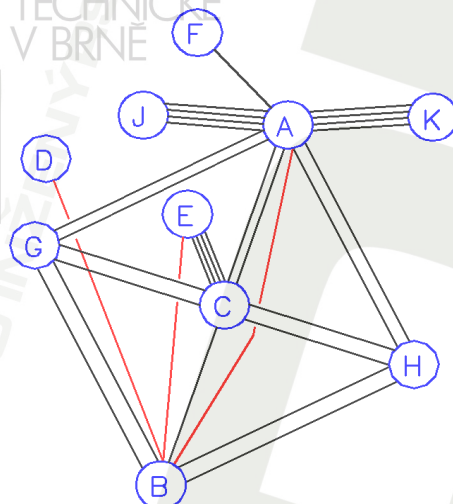
add. e) Sestavení formuláře: Výsledný formulář s konečnými hodnotami je uveden v tabulce 7.7.

Tab. 7.7: Formulář vyhodnocení relativních blízkostí.

pořadové číslo	Hodnocené vztahy	technologická návaznost		vzájemné rušení		obsluha jedním pracovníkem		součet váženého hodnocení všech tří kritérií
	Koeficient relat. významu	3		5		2		
	Dvojice pracovišť	hodnocení blízkosti	vážené hodnocení	hodnocení blízkosti	vážené hodnocení	hodnocení blízkosti	vážené hodnocení	
1	pálicí stroj-tryskárna	2	6	0	0	2	4	10
2	pálicí stroj-zakružovací válce	3	9	2	10	3	6	25
3	pálicí stroj-obrobna	3	9	1	5	2	4	18
4	pálicí stroj-montáž 1	4	12	2	10	2	4	26
5	pálicí stroj-montáž 2	3	9	2	10	2	4	23
6	pálicí stroj-sklad 1	5	15	2	10	4	8	33
7	pálicí stroj-sklad 2	6	18	2	10	5	10	38
8	tryskárna-zakružovací válce	3	9	1	5	3	6	20
9	tryskárna-pásová pila	2	6	1	5	2	4	15
10	tryskárna-hydraulické nůžky	2	6	1	5	2	4	15
11	tryskárna-montáž 1	4	12	1	5	4	8	25
12	tryskárna-montáž 2	4	12	1	5	5	10	27
13	zakružovací válce-hydraulické nůžky	5	15	2	10	3	6	31
14	zakružovací válce-montáž 1	4	12	2	10	2	4	26
15	zakružovací válce-montáž 2	4	12	2	10	2	4	26

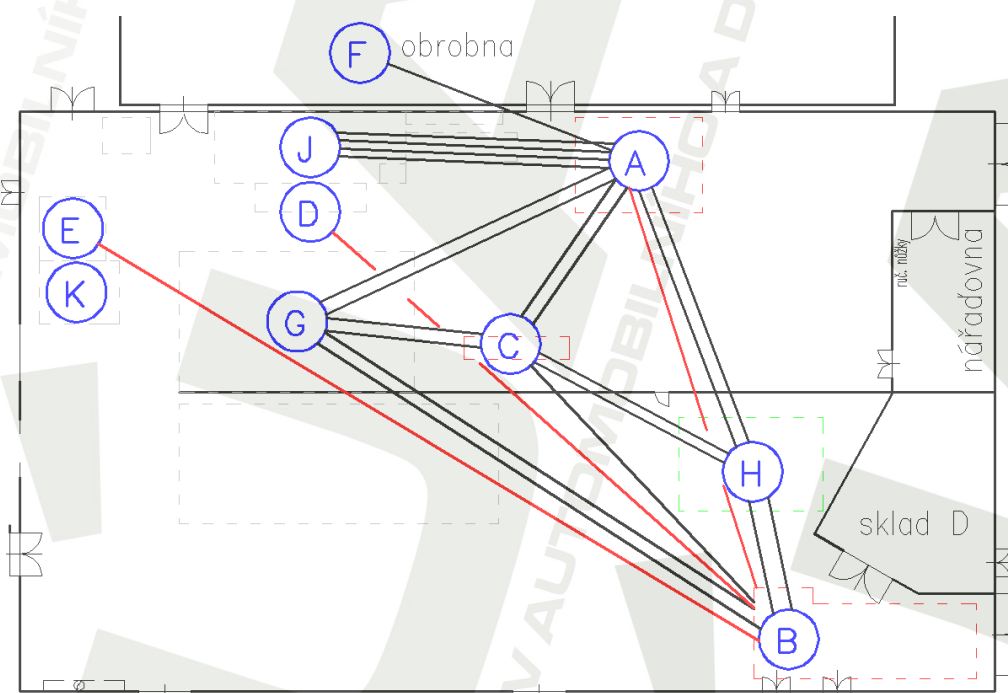
add. f) Grafické znázornění výsledného formuláře: Součet vážených hodnot je rozdělen do čtyř kategorií:

- nad 30 bodů: hlavní vazby (žádané), znázorněny čtyřmi čarami
- 21 až 30 bodů: vedlejší vazby (doporučené), znázorněny dvěma čarami
- 16 až 20 bodů: méně významné vazby, znázorněné jednou čarou
- 15 bodů a méně: vazby nežádoucí, znázorněny červenou čarou



Obr. 7.9: Grafické znázornění teoretického rozmístění.

add. g) Úprava teoretických pozic: toto teoretické řešení (obr. 7.9) je již částečně přizpůsobeno návrhové variantě E a tvaru haly, až na pracoviště hydraulických nůžek (zde značeny jako E) a sklad 2 (zde značen jako K). Ne všechny vazby totiž jdou vždy dodržet, například vlivem nedostatku prostoru. Jelikož na zakružovací válce (označení C) a pálicí stroj (označení A) jsou vázány další pracoviště, odsouvám právě hydraulické nůžky a sklad 2 oproti teoretickému řešení. Konečná verze rozmístění je na obr 7.10:



Obr. 7.10: Finální návrh rozmístění ostatních pracovišť.

**Grafické hodnocení návrhu:**

Přesunutím hydraulických nůžek a skladu 2 oproti teoretickému výsledku, se ruší dvě hlavní vazby. Protiváhou je však delší vzdálenost nežádoucích vztahů, využití stávajících pozic pracovišť a optimální rozmístění pracovišť bez křížení dopravních cest.

K povšimnutí je fakt, že kdybychom přesunuli hydraulické nůžky (E) k zakružovacímu válci (C), vznikne dost místa pro umístění pálicího stroje ke skladu 2 (K), čímž se dostáváme u těchto pracovišť do stávajících pozic!

Je nutné říci, že trojúhelníková metoda hodnocení vztahů je velmi subjektivní, teoretická a i při hodnocení více lidmi nikdy nedosáhne stoprocentní objektivity.

výhody: -dvě ze tří hledaných pozic odpovídají stávajícímu stavu, především přesun a zajištění pracoviště tryskárny by byl komplikovaný

-dostatečná (téměř maximální) vzdálenost nežádoucích vztahů, navíc daná pracoviště jsou oddělená plechovou přepážkou, což zvyšuje efektivitu vyrušení těchto vlivů

-minimální křížení dopravních cest mezi těmito pracovišti

nevýhody:

-zrušení (zkomplikování) dvou hlavních vztahů (A-K, C-E)

-prodloužení vzdáleností mezi pracovišti díky přepážce mezi křídly

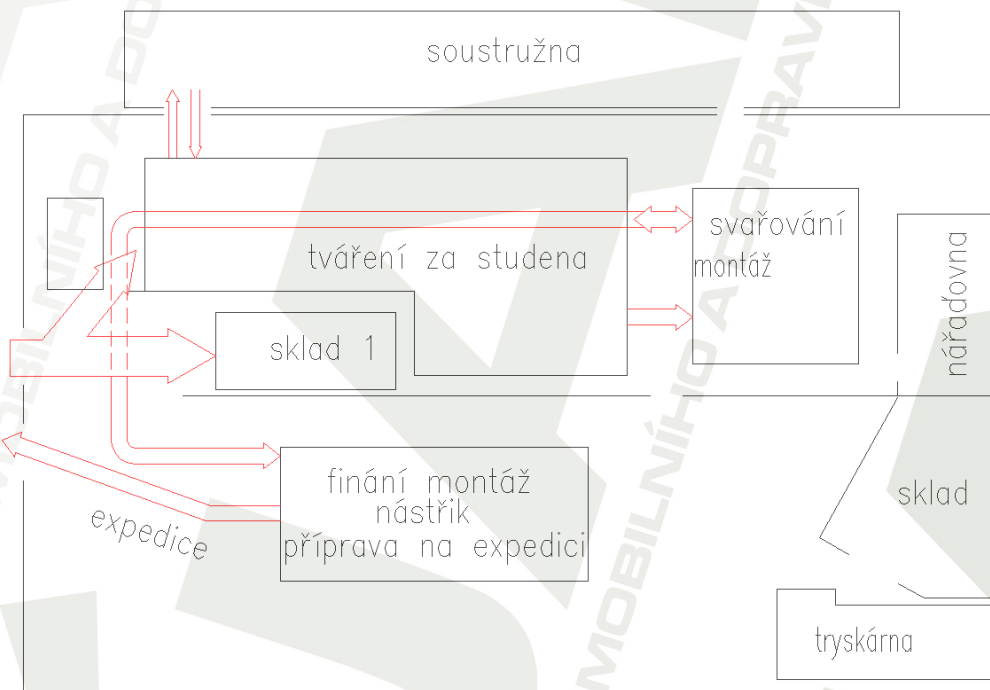
-žádoucí vytvoření skladu materiálu pro zvolenou pozici pálicího stroje

Ve výkresové části je uveden závěrečný návrh rozmístění pracovišť. Pozice pracovišť jsou kótované, avšak u některých není přesně daná jejich plocha (např. montážní pracoviště), jejich reálné umístění tedy bude přibližné. Daná odchylka by neměla způsobit významnější změny vůči proběhlým výpočtům.

8 Návrh rozmístění pracovišť při rozšíření výrobních prostor

Pro možnost dalšího rozvoje firmy je pro tuto halu připravena možnost přístavení zadního křídla haly, které bude přímo napojeno na stávající budovu. K tomuto křídlu vede dopravní cesta venkem, mimo objekt, takže je zde možný import a export materiálu a výrobků. Pro tuto stavbu jsou dokonce vypracované podklady, včetně výkresové dokumentace. V hale se počítá se dvěma mostovými jeřáby o nosnosti 10 t, s pojezdem ve stejných směrech, jako stávající dva jeřáby.

Jelikož jde o výhledovou záležitost, do které vstupuje spousta parametrů, které se velmi dotýkají i samostatných pracovišť, je velmi obtížné zvolit parametry, kritéria a způsob volby jejich rozmístění. Mohou se změnit priority, či firemní strategie a tím i celkové pojetí situování pracovišť. Proto je v této práci zpracován pouze schematický návrh, ve dvou variantách. Zjednodušené schéma (obr. 8.1) zaznamenává technologická pracoviště jako celek, postup materiálem připomíná Sankeyův diagram.

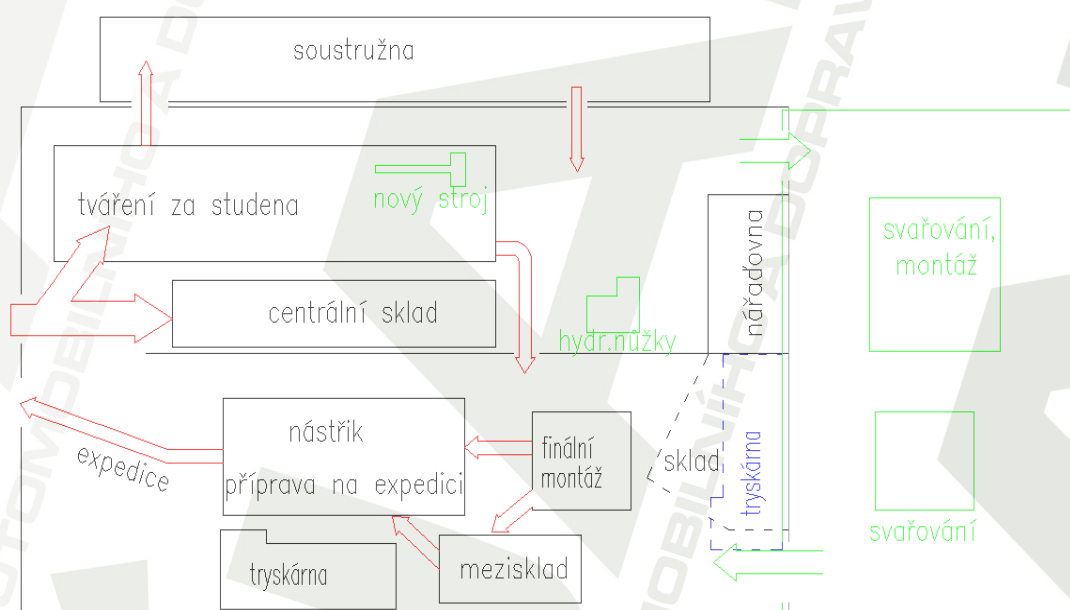


Obr. 8.1: Schematické zobrazení stávajícího stavu technologií.

8.1 Varianta 1

V obou variantách je počítáno se zakomponováním nového stroje (pásové pily na profily větších rozměrů), která je jedním z možných plánů rozšíření výroby. Zde je tato pila začleněna k technologii tváření za studena, na úkor hydraulických nůžek. Důvodem je především blízkost k centrálnímu skladu, a jelikož tato pila je určena na řezání větších rozměrů, předpokládá se, že zde bude větší objemový tok, než u stříhání na hydraulických nůžkách.

Napojením nové haly na vchod (východ) levého i pravého křídla haly, je nutné přesunout pracoviště tryskárny. Toto specifické pracoviště by mělo být co nejdále od strojních pracovišť, administrativní části budovy. Ideálním místem v tomto rozvržení by byla pozice skladu (značen čárkovaně) na konci pravého křídla haly, hned u propojení s novou halou. Tato varianta je označena modrou čárkovanou barvou. Muselo by však dojít k odstranění několika zdí, aby se uvolnil potřebný prostor. K tomuto kroku je však nutné stavební posouzení (vyjádření statika, výkresová dokumentace), proto je navržena jiná, technologická varianta, v blízkosti montážního pracoviště 3. Grafické znázornění je na obr. 8.2.



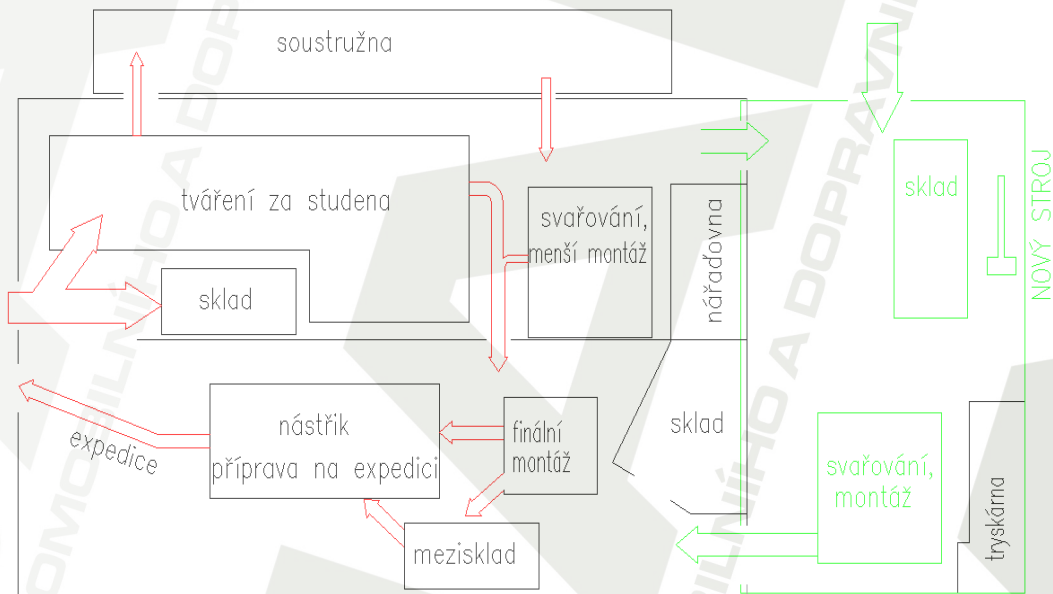
Obr. 8.2: Grafické zobrazení varianty 1.

Dle zobrazení materiál prochází technologiemi dělení, tváření, obrábění. Menší kusy jdou na finální montážní pracoviště, větší část však putuje do nové haly, kde se koncentruje technologie svařování. Přiblížení příbuzných pracovišť je výhodné především v používání stejných nástrojů a přípravků, ale také v otázce obsluhy. Může to mít pozitivní vliv i na logistiku výroby, jelikož výrobky mají pevně stanovený postup halou.

8.2 Varianta 2

Oproti první variantě se liší především v situování nového stroje, který je nyní umístěn do nové haly. Je to z důvodu oddělení zpracovávání větších profilových polotovárů, které by ve stávající hale zabíraly příliš místa, ztěžovaly by dopravu a přetěžovaly stávající jeřáby. V tomto případě se tyto větší, tudíž i mnohonásobně těžší profily navezou zadním vjezdem přímo ke stroji (případně skladu) a rovnou se zpracovávají na montáži. Menší montáž může zatím probíhat ve stávající hale, bez závislosti na probíhajících procesech v přístavbě.

Tryskárna je oddělena od strojních pracovišť (ne už tak ideálně vůči novému stroji), avšak za cenu možného navýšení dopravních vzdáleností. Grafické znázornění je na obr. 8.3:



Obr. 8.3: Grafické znázornění varianty 2.

Všechny návrhy a varianty jsou zpracovány ve výkresové dokumentaci (přílohy 14, 15)

9 Zhodnocení zadaného manipulačního uzlu

Dle konzultace s vedoucím výroby, přílišná vytíženost jeřábu 1 v levém křídle haly je někdy problém. To bylo analýzou potvrzeno i v této práci. Kvůli velkému vytížení vznikají prostoje, jelikož jeden prostředek musí obsloužit několik pracovišť najednou. Navíc tento stav snižuje životnost stroje, kvůli častějšímu maximálnímu zatěžování. Pro potvrzení (vyvrácení) prozatímních hodnocení a výsledků z analýzy, danou situaci ověřuji kapacitním propočtem:

Pro kapacitní výpočet potřebného množství jeřábů používám vztah:

$$n_j = M \cdot (K + 1) \cdot \frac{\left(t_z + \frac{2L_h}{v_j}\right)}{m_r \cdot t_e} \quad [-] \quad (XXIV)$$

Kde:

n_j [-] -počet jeřábů

M [-] -počet manipulačních jednotek za měsíc (počet polotovarů profilů + počet tabulí) = 333 + 160 = **493**

K [-] -průměrný počet manipulací jedné manipulační jednotky, při níž je potřeba jeřáb 1: počet přesunů „n“ pro jeřáb J1 / počet dvojic pracovišť, kde je J1 využíván:

$$K = \frac{273}{34} = 8 \quad [\text{příloha 7b}]$$

t_z [min] -doba na nakládku/vykládku manipulační jednotky = **3 min**

L_h [m] -průměrná dopravní vzdálenost = **15,7 m**

v_j [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$] -rychlost jeřábu: průměr pojezdu kočky a mostu

$$v_j = \frac{v_{p\text{-kočka}} + v_{p\text{-most}}}{2} = 25 [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (XXV)$$

m_r počet směn: pro jednosměnný provoz se ročně udává

$$255 \text{ dní} = \frac{255}{12} = 21 \text{ dní}$$

t_e efektivní čas směny: udává se 7,5 hod = 7,5·60=450 [min]



$$n_j = 493 \cdot (8 + 1) \cdot \frac{\left(3 + \frac{2 \cdot 14,7}{25}\right)}{21 \cdot 450} = 2$$

Tento výpočet potvrzuje dosavadní výsledky-dle kapacitního propočtu stávající varianty je jeden jeřáb v levé části výrobní haly málo. Na jednu stranu jde pouze o zjednodušený vztah, na druhou stranu zde není zpracovávána další výroba, takže hodnoty zatíženosti jeřábu by teoreticky měly být ještě vyšší.

V každém případě lze říci, že jeden jeřáb na danou výrobu nestačí. Projevit se to může například ve zpomalení výroby či zkrácení životnosti jeřábu.

Možná řešení:

a) přidání dalšího jeřábu: dle informací od majitele firmy byla tato varianta již projednávána, kdy na zakázku byly dělány pevnostní a statické výpočty nosných prvků. Výsledkem byl souhlas, že to možné je, avšak musí být dodržena podmínka minimální vzdálenosti mezi jeřáby 6m

b) výměna daného jeřábu za jeřáb s vyšší nosností: tím se sníží počet manipulací jedné jednotky (parametr K) a také parametr „p“. Pro potvrzení této hypotézy by bylo potřeba dalších vstupních parametrů.

c) volbou rozmístění pracovišť dle varianty B: rozloží se tím zátěž na oba dva jeřáby, avšak za cenu nevhodného umístění strojních pracovišť u montáže 3, jak bylo rozebíráno v předchozích kapitolách



10 Závěr

V této práci se věnuji analýze stávajícího stavu manipulace s materiálem v zaběhlé výrobě. K dosažení výsledků bylo použito různých metod pro možnost porovnání. V různých fázích analýzy jsou v rozboru hodnocena krizová místa materiálového toku a možnosti k jejich odstranění. Zúročení dosažených poznatků přichází v návrhové fázi práce, kdy jsou výslednými zobrazeními tato krizová místa z velké části odstraněna.

V návrhové části je dvěma metodami zpracováno několik návrhů. Nejdříve pro hlavní pracoviště, pro které byly vstupní hodnoty dány reprezentativní zakázkou. Poté byly navrženy pozice pro zbylá pracoviště. Totéž se týká i zakomponování nového stroje (pásové pily) a rozšíření výrobních prostor, pro které jsou vypracovány dva návrhy řešení. Toto rozmístění je spíše technologické, stavěné na možné strategii výroby.

Ve výpočtové části jsou postupy navrhování potvrzeny kladnými čísly výsledných úspor. Jedna varianta vychází negativně, někdy ale záporný výsledek poukazuje na slabá místa více, než návrh kladný. Toho jsem se snažil využít v dalších fázích. Výsledkem je výběr optimální varianty rozmístění pracovišť, která byla vygenerována na základě získaných poznatků z analýzy a číselně podložena výpočty. Dosahuje **7,3 %** úspory času, v přepočtu pro dané parametry (cena energie, hodinová mzda) je finanční úspora **8,7%**.

V případě jiného posouzení majitelem firmy, se může využít i varianta, která vykazuje ještě zhruba o **1,5%** vyšší úsporu (časovou i finanční), ale z mnou uvedených důvodů byla zavrhnuta.

Na závěr je kapacitním výpočtem zhodnocena vytíženost ústředního manipulačního prostředku-dvounosíkového jeřábu. Potvrzuje správnost odhadů, že stroj je vytížen příliš. Dle propočtu by na daný objemový tok měly být minimálně 2 jeřáby. Je možno volit ze tří možností jak problém řešit, avšak sem vstupuje mnoho dalších faktorů a celý problém by mohl být námětem na další diplomovou práci.

11 Seznam použitých zdrojů

Literatura:

- [1] Dvořák M. a kolektiv: Technologie II., VUT v Brně, 2001, ISBN 80-214-2032-4
- [2] Hlavenka B.: Projektování výrobních systémů-Technologické projekty I., Brno, 2005, ISBN 80-214-1724-2
- [3] Hlavenka B.: Manipulace s materiálem-Systémy a prostředky manipulace s materiálem, Brno, 2008, ISBN 978-80-214-3607-7
- [4] Humár A.: Technologie I, základní metody obrábění-1.část,VUT v Brně, 2004,
- [5] Kašpárek J.: Dopravní a manipulační zařízení,VUT v Brně, 2002
- [6] Šíp O.: Technologie výroby součásti „úchytka“, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 32 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Elektronické zdroje:

- [7] Karas: katalog pásových pil na kov-Bomar, [cit. 2010-04-03] dostupné z: <<http://www.karas.cz/catalog/pasove-pily-na-kov/bomar/>>
- [8] ČZ: vysokozdvizné vozíky, [cit. 2010-05.10] dostupné z: <<http://www.czas.cz/?PageId=20212&Model=E%2016&jsBack=1>>
- [9] Pecko s.r.o.: paletové vozíky, [cit. 2010-05-10] dostupné z: <<http://www.paletovyvozik.cz/>>
- [10] Nalezeno.cz: cena elektřiny pro rok 2010, [cit. 2010-03-10] dostupné z: <<http://www.nazeleno.cz/elektrina.dic>>
- [11] Handlingloads.eu: Evropské inspekční a informační kampaně SLIC, [cit.2010-05-15], dostupné z: <<http://www.handlingloads.eu/cz/site/>>
- [12] Feron, sortimentní katalog hutního materiálu, [cit. 2009-10-10], dostupné z: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/search.php>>
- [13] Mikrametal, výrobní rozměry plechů, [cit. 2009-10-10], dostupné z: <<http://www.mikrametal.cz/cz/katalog/t05cz.htm>>
- [14] Regaz, kovový nábytek, regály, regálové systémy, [cit. 2010-05-15], dostupné z: <<http://www.regaz.sk/www/MONTAZNE-NAVODY/>>
- [15] Racking, regálové systémy, [cit. 2010-05-15], dostupné z: <<http://www.racking.cz/>>
- [16] Fronius, Welding Technology, [cit. 2010-05-15], dostupné z: <http://www.fronius.com/internet/eng/79_4659_ENG_HTML.htm>
- [17] BZ cranes, manipulační technika, [cit. 2010-05-15], dostupné z: <<http://www.bzcranes.cz/mostove-jeraby/>>

12 Seznam použitých symbolů a zkratek

označení	jednotka	název
c	[m]	manipulační vzdál. paletového vozíku a ručního přesunu
C_e	[Kč.kWh ⁻¹]	cena elektrické energie
EXP	[-]	expedice
G	[min]	přepravní hmotnost i-tého členu
H	[-]	těžiště
HN	[-]	hydraulické nůžky
J1	[-]	jeřáb 1
J2	[-]	jeřáb 2
K	[-]	počet manipulací jedné manipulační jednotky
K2	[-]	potřebný počet kusů profilových polotovarů pro 22 kontejnerů
K_{nv}	[-]	počet nakládek/vykládek
KR	[-]	konzolový regál
K_s	[-]	počet kusů na jednu tabuli
K_z	[-]	počet zdvihů
L	[min]	přepravní vzdálenost i-tého členu
L_c	[m]	celková ujetá vzdálenost
L_h	[m]	průměrná dopravní vzdálenost
L_{pr}	[m]	průměrná vzdálenost dojezdu
L_t	[m]	teoretická vzdálenost
L_z	[m]	celková délka zdvihů
M	[-]	počet manipulačních jednotek za měsíc
m_{K2}	[kg]	hmotnost polotovarů pro 22 kontejnerů
m_{ks}	[kg]	hmotnost výrobků (daného kusu z kusovníku) pro 22 kontejnerů odpad z polotovarů (daného kusu z kusovníku) pro 22 kontejnerů
m_{O2}	[kg]	kontejnerů
m_{Op}	[kg]	použitelný přebytek z polotovaru (pro daný kus z kusovníku)
MP1	[-]	montážní pracoviště 1
MP2	[-]	montážní pracoviště 2
MP3	[-]	montážní pracoviště 3
m_{pl}	[kg]	hmotnost jednoho kusu polotovaru
$m_{př}$	[kg]	hmotnost přebytku z poslední tabule
m_r	[-]	počet směn
MS1	[-]	mezisklad 1
m_{tab}	[kg]	váha tabule
m_{to}	[kg]	hmotnost technologického odpadu na 22 kontejnerů
n	[-]	počet přesunů



označení	jednotka	název
n_{22}	[-]	potřebný počet tabulí
N_c	[Kč]	celkové náklady
$N_{c\text{-pojezd}}$	[Kč]	celkové náklady pojezdu mostu
N_e	[Kč]	ekonomické náklady
$N_{e\text{-pojezd}}$	[Kč]	energetické náklady na pojezd mostu
n_j	[-]	počet jeřábů
N_m	[Kč]	mzdové náklady
$N_{m\text{-pojezd}}$	[Kč]	mzdové náklady na pojezd mostu
$O_{(nt-1)}$	[kg]	hmotnost přebytku z (n-1) tabulí
O1	[-]	odpad 1
O2	[-]	odpad 2
O3	[-]	odpad 3
OBR	[-]	obrobna
OL2	[-]	ohraňovací lis 2
P	[-]	paletový vozík
P1	[-]	pásová pila 1
P2	[-]	pásová pila 2
P_p	[-]	počet přesunů
P_s	[kW]	příkon stroje
Q	[t .rok ⁻¹]	hmotnostní tok
q_i	[-]	obecný součinitel
Q_s	[t .rok ⁻¹]	celkový hmotnostní tok
R	[-]	ručně
S1	[-]	sklad 1
S2	[-]	sklad 2
st.s	[-]	stávající stav
S_{vo}	[m ²]	plocha zbytku z tabule
t	[min]	čas
t_e	[min]	efektivní čas směny
T_{nv}	[min]	čas nakládky/vykládky
T_p	[min]	čas pojezdu
T_{pk}	[min]	čas pojezdu kočky
T_{pm}	[min]	čas pojezdu mostu
T_r	[min]	doba provozu stroje
T_z	[min]	čas zdvihu
t_z	[min]	doba nakládky/vykládky manipulační jednotky



označení	jednotka	název
v	$[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$	rychlost
V	$[-]$	vstup
v_j	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	rychlost jeřábu: průměr pojezdu kočky a mostu
v_p	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	rychlost pojezdu
V_p	$[\%]$	využitelnost plochy
$V_{p\text{-kočka}}$	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	rychlost pojezdu kočky
$V_{p\text{-most}}$	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	rychlost pojezdu mostu
VV	$[-]$	vysokozdvizný vozík
v_z	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	rychost zdvihu
X	$[\text{m}]$	souřadnice těžiště
z	$[-]$	zdvih
Σ	$[-]$	součet

13 Seznam příloh

Příloha č. 1	Kusovník
Příloha č. 2	Výpočet polotovarů profilů
Příloha č. 3	Detailní rozložení dílů na délce polotovaru
Příloha č. 4	Volba rozměrů tabulí
Příloha č. 5	Souhrn hm. polotovarů a následné nasměrování do výroby
Příloha č. 6	Šachovnicová tabulka
Příloha č. 7a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-stávající stav
Příloha č. 7b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-stávající stav
Příloha č. 8a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta A
Příloha č. 8b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta A
Příloha č. 9a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta B
Příloha č. 9b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta B
Příloha č. 10a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta C
Příloha č. 10b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta C
Příloha č. 11a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta D
Příloha č. 11b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta D
Příloha č. 12a	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta E
Příloha č. 12b	Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta E
Příloha č. 13	Trojúhelníková tabulka vzájemného hodnocení
Příloha č. 14	Výkresová dokumentace I: Analýza stávajícího stavu
Příloha č. 15	Výkresová dokumentace II: Návrhová řešení rozmístění pracovišť

Příloha 1: Kusovník kontejneru Scania

Kontejner Scania (vxšxd) 2260 2400 5880

č.	název	tl. plechu mm	x m	y m	kg/m	počet	hmotnost kg	jakost	délka m
1	I180		5,88	0	21,90	2	257,54	11373	11,76
2	I180		1,44	0	21,90	2	63,07	11373	2,88
3	výztuha	10	0,1	0,16	1,28	20	25,60	11373	2
4	výztuha	10	0,2	0,16	2,56	4	10,24	11373	0,8
5	výztuha	10	0,4	0,16	5,12	8	40,96	11373	3,2
6	výztuha	10	1,8	0,16	23,04	4	92,16	11373	7,2
7	háč - kul. 30 mm		0,7		5,55	1	3,89	11373	0,7
8	výztuha	10	0,2	0,25	4,00	4	16,00	11373	0,8
9	výztuha	10	0,1	0,25	2,00	8	16,00	11373	0,8
10	profil U 140x50x4		2		7,68	16	245,76	11373	32
11	profil U 140x50x4		2,4		7,68	8	147,46	11373	19,2
12	profil U 140x50x4		0,49		7,68	2	7,53	11373	0,98
13	profil U 140x50x4		0,6		7,68	12	55,30	11373	7,2
14	profil U 140x50x4		0,22		7,68	2	3,38	11373	0,44
15	profil U 120x50x3		0,49		5,28	4	10,35	11373	1,96
16	profil U 120x50x3		0,6		5,28	24	76,03	11373	14,4
17	profil U 120x50x3		0,22		5,28	4	4,65	11373	0,88
18	U180		2		22,00	2	88,00	11373	4
19	U180		2,4		22,00	1	52,80	11373	2,4
20	trubka 80x4		5,61		7,50	2	84,15	11373	11,22
21	trubka 80x4		0,75		7,50	2	11,25	11373	1,5
22	trubka 80x4		0,74		7,50	2	11,10	11373	1,48
23	trubka 80x4		1,06		7,50	1	7,95	11373	1,06
24	profil U 140x90x4		2,08		10,24	4	85,20	11373	8,32
25	profil U 140x90x4		1,2		10,24	4	49,15	11373	4,8
26	profil U 140x90x4		0,92		10,24	4	37,68	11373	3,68
27	pás. 80x10		2,08		6,40	1	13,31	11373	2,08
28	panty					6			
29	valečky					2			
30	zavírání					1			
31	zajištění dveří					2			
32	zarážka					1			
33	podlaha	5	2,418	5,61	542,60	1	542,60	11373	2,418
34	boky	4	1,8	5,61	323,14	2	646,27	11373	3,6
35	čelo	4	1,8	2,3	132,48	1	132,48	11373	1,8
36	vrata	4	2,08	1,2	79,87	2	159,74	11373	4,16
37	žebřík pás. 50x5		0,4		2,00	12	9,60	11373	4,8

vyrábí Promet

vyrábí Promet

vyrábí Promet

vyrábí Promet

vyrábí Promet

FAKULTA
STAVBAŘSKÁVYBRÁNÝ
MATERIÁLVYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚMĚNĚNÝ
MATERIÁLVYBRÁNÝ
MATERIÁLSTAVBAŘSKÁ FAKULTA
VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Příloha 2: Výpočet polotovarů profilů

kusovníkové číslo	obchodní rozměr	hmotnost běžného metru profilu	hm. 1 ks polotovaru	potřebný počet ks. polotovaru pro 22 kontejnerů	VSTUP		VÝSTUP		
					hmotnost polotovarů K2	hmotnost výrobků pro 22 kontejnerů	odpad z polotovaru pro 22 kontejnerů	použitelný přebytek- do skladu	
č.	profil	délka tyče	hm/kg	m _{pl}	K2	m _{K2}	m _{ks}	m _{O2}	m _{Op}
		[m]	[kg.m ⁻¹]	[kg]	[ks]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
1	I180	12,0	21,9	262,8	22	5782	5666	116	0
2	I180	12,0	21,9	262,8	6	1577	1388	53	137
celkem						7358	7054	168	137
7	hák-kul.30 mm	3	5,55	16,65	5	83	78	6	0
		1,5	5,55	8,325	1	8	8	1	0
celkem						92	85	6	0
10	profil U 140x50x4	12,0	7,68	92,16	66	6083	5981	101	0
11	profil U 140x50x4	12,0	7,68	92,16	22	2028	1997	30	0
12	profil U 140x50x4	12,0	7,68	92,16	22	2028	2009	19	0
13	profil U 140x50x4	12,0	7,68	92,16	1	92	92	0	0
14	profil U 140x50x4	12,0	7,68	92,16	1	92	28	0	64
celkem						10322	10107	151	64
15	profil U 120x50x3	12,0	5,28	63,36	27	1711	1695	16	0
16	profil U 120x50x3	12,0	5,28	63,36	2	127	127	0	0
17	profil U 120x50x3	12,0	5,28	63,36	1	63	63	0	0
		12,0	5,28	63,36	1	63	63	0	0
		12,0	5,28	63,36	1	63	55	0	9
celkem						2028	2003	16	9
18	U180	12,0	22,00	264	8	2112	1830	0	282
19	U180	12,0	22,00	264	4	1056	986	0	70
		12,0	22,00	264	1	264	238	0	26
		12,0	22,00	264	1	264	44	0	220
celkem						3696	3098	0	598
20	trubka 80x4	6,0	7,50	45	44	1980	1851	0	129
21	trubka 80x4	6,0	7,50	45	7	315	308	7	0
22	trubka 80x4	6,0	7,50	45	5	225	222	3	0
23	trubka 80x4	6,0	7,50	45	2	90	88	2	0
		6,0	7,50	45	1	45	43	0	2
		6,0	7,50	45	1	45	6	0	39
celkem						720	667	12	41
24	profil U 140x90x4	12,0	10,24	122,88	17	2089	2019	0	70
25	profil U 140x90x4	12,0	10,24	122,88	7	860	840	0	20
26	profil U 140x90x4	12,0	10,24	122,88	6	737	735	2	0
		12,0	10,24	122,88	1	123	122	0	0
		12,0	10,24	122,88	1	123	68	0	55
celkem						3932	3785	3	145
27	pás. 80x10	4,2	6,28	26,376	11	290	287	3	0
37	žebřík pás. 50x5	3	2,10	6,3	38	239	222	16	2

Příloha 3: Detailní rozložení dílů na délce polotovaru

počet ks **rozložení dílů 10 až 14 na profilovou tyč délky 12m (pro 22 kontejnerů)**

66x	12m=5x2m+3x0,6m (+ 0,2m -odpad)
22x	12m=1x2m+4x2,4m+1x0,22m(+0,18m -odpad)
22x	12m=4x2,4m+3x0,6m+1x0,49m (+ 0,11m -odpad)
1x	12m=19x0,49m+12x0,22m (+ 0,05m -odpad)
1x	12m=3x0,49m+10x0,22m (+ 8,33m zbytek tyče -sklad)

rozložení dílů 15,16,17 na profilovou tyč délky 12m (pro 22 kontejnerů)

27x	12m=19x0,6m+1x0,49m (+ 0,11m -odpad)
2x	12m=24x0,49m+1x0,22m(+ 0,02m -odpad)
1x	12m=15x0,6m+6x0,49m(+ 0,06m -odpad)
1x	12m= 6x0,49m+41x0,22m(+ 0,04m -odpad)
1x	12m=1x0,49m+45x0,22m (+1,61m zbytek tyče -sklad)

rozložení dílů 18,19 na profilovou tyč délky 12m (pro 22 kontejnerů)

8x	12m=4x2m+1x2,4m (+1,6m -sklad)
4x	12m=2x2m+3x2,4m(0,8m -sklad)
1x	12m=3x2m+2x2,4m (+1,2m -sklad)
1x	12m=1x2m (+10m -sklad)

rozložení dílu 20 na profilovou tyč délky 6m (pro 22 kontejnerů)

44x	6m=1x5,61m (+0,39m -sklad)
-----	----------------------------

rozložení dílů 21,22,23 na profilovou tyč délky 6m (pro 22 kontejnerů)

7x	6m=2x1,06m+5x0,75m (+0,13m odpad)
5x	6m=8x0,74m (+0,08m -odpad)
2x	6m=2x1,06m+3x0,75m+2x0,74m (+0,15m odpad)
1x	6m=4x1,06m+2x0,75m (+0,26m -sklad)
1x	6m=1x0,75m (+5,25m -sklad)

rozložení dílů 24,25,26 na profilovou tyč délky 12m (pro 22 kontejnerů)

17x	12m=5x2,08m+1x1,2m (+0,4m -sklad)
7x	12m=9x1,2m+1x0,92m=11,72m (+0,28m -sklad)
6x	12m=13x0,92m (+0,04m odpad)
1x	12m=3x2,08m+4x1,2m+1x0,92m (0,04m odpad)
1x	12m=4x1,2m+2x0,92m (+5,36m -sklad)

Příloha 4: Volba rozměrů tabulí (druhá část)

č. kusovníkové číslo	rozdělení dílu na plochu	šířka tabule	Y _{tab} [m]	váha tabule	m _{tab} [kg]	K _s [-]	zbytek z tabule	S _{vo} [m ²]	V _p [%]	VSTUP			VÝSTUP			
										n ₂₂ [-]	m _{K2} [kg]	m _{Ks} [kg]	O _(nt-1) [kg]	m _{to} [kg]	m _{pr} [kg]	hm. přebytku z poslední tabule
6	a)na výšku	1	2	157	6	0,213	86	15	2355,0	1989,5	234	68	63			
	b)na šířku	1	2	157	0											
	c)na výšku	1,25	2,5	245	7	1,040	65	13	3189,1	1989,5	980	68	152			
	d)na šířku	1,25	2,5	245	0											
	e)na výšku	1,5	3	353	9	1,820	58	10	3532,5	1989,5	1286	68	190			
	f)na šířku	1,5	3	353	0											
8	a)na výšku	1	2	157	28	0,536	70	4	628,0	345,4	126	16	141			
	b)na šířku	1	2	157	27	0,589	68	4	628,0	345,4	139	16	128			
	c)na výšku	1,25	2,5	245	54	0,302	86	2	490,6	345,4	24	16	106			
	d)na šířku	1,25	2,5	245	48	0,616	77	2	490,6	345,4	48	16	81			
	e)na výšku	1,5	3	353	77	0,475	86	2	706,5	345,4	37	16	308			
	f)na šířku	1,5	3	353	70	0,841	78	2	706,5	345,4	66	16	279			
9	a)na výšku	1	2	157	63	0,313	79	3	471,0	345,4	49	25	52			
	b)na šířku	1	2	157	57	0,474	71	4	628,0	345,4	112	25	146			
	c)na výšku	1,25	2,5	245	99	0,474	79	2	490,6	345,4	37	25	83			
	d)na šířku	1,25	2,5	245	92	0,662	74	2	490,6	345,4	52	25	69			
	e)na výšku	1,5	3	353	154	0,377	86	2	706,5	345,4	30	25	307			
f)na šířku	1,5	3	353	140	0,752	78	2	706,5	345,4	59	25	278				
33		2,5	6	589	1	1,395	90	22	12952,5	11713,4	1204	35	1204			
34		2	6	377	1	1,865	84	44	16579,2	13951,4	2577	51	2577			
35		2	3	188	1	1,839	69	22	4144,8	2859,9	1271	14	1271			
36		1,25	2,5	98	1	0,613	80	44	4317,5	3448,5	846	23	846			

Příloha 5: Souhrn hm. polotovarů a následné nasměrování do výroby

	VSTUP		VÝSTUP		
	kusovníkové číslo	hmotnost polotovarů [kg]	pro další technologie [kg]	odpad [kg]	sklad [kg]
PLECHY A PÁS.OCEĽ	3	628	553	52	24
	4	245	221	13	12
	5	981	884	39	58
	6	2355	1990	68	298
	8	491	345	16	130
	9	707	345	25	337
	33	12953	11713	35	1204
	34	16579	13951	51	2577
	35	4145	2860	14	1271
	36	4318	3448	23	846
	27	290	287	3	0
	37	239	222	16	2
	celkem	43930	36820	352	6757
PROFILY, TRUBKY	1	7358	7054	168	137
	2				
	7	92	85	6	0
	10	10322	10107	151	64
	11				
	12				
	13				
	14	2028	2003	16	9
	15				
	16				
	17	3696	3098	0	598
	18				
	19				
	20	1980	1851	0	129
21	720	667	12	41	
22					
23					
24	3932	3785	3	145	
25					
26					
celkem	30128	28649	356	1122	
JINÉ	28	44	44		
	29	1100	1100		
	30	44	44	-	-
	31	44	44		
	32	44	44		
celkem	1276	1276			
suma	75334	66746	709	7879	

Příloha 6: Šachovnicová tabulka

	V	HN	KR	MP1	MP3	MS1	O1	O2	O3	OR	OL2	P1	P2	S1	S2	EXP	Σ
VSTUP			2793							1276				27336	43931		75336
			9,8 R, J1							17,7 P				9,6 J1	4,3 J1		
H.NÚŽKY				32172	3735				355	690	222				6759		43933
				18,2 J1	45,3 P				1	26,0 P	10,7 P				19,9 J1, P		
KON.REG.												1980	813				2793
												3,1 J1	13,0 J1				
MONT.PR.1					60737												60737
					51 J1, J2												
MONT.PR.3																66745	66745
																50 VV	
M.SK-LAD 1																	
ODPAD 1																169	169
															14	14	
ODPAD 2																187	187
															21	21	
ODPAD 3																336	336
															30	30	
OBROBNA					1966												1966
					36 P												
OHR.LIS 2					222												222
					52 P												
PILA 1				14874			169							604			15647
				24,4 J1, P			1,6 R							4,2 R			
PILA 2				13691	85	478		187						41			14482
				23,4 J1, P	41,0 P	1,6 R		2,3 R						10,0 R			
SK-LAD 1												13668	13668				27336
												4,2 J1	10,0 J1				
SK-LAD 2		43931															43931
		19,9 J1															
EXPEDICE																	
Σ			2793	60737	66745	478	169	187	355	1966	222	15648	14481	27981	50690		

Příloha 7a: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-stávající stav

J1-dvounosníkový jeřáb DEVS

od-do	množství [kg]	vzdálenost		přesun n	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvihů n-4	počet nakl./vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L		zdvih z	čas pojezdu- (mostu, kočky, y		doba zdvihu I _z [min]	čas na nakládku I _{nv} [min]	náklady na energii		
		x	y					x	y		x-most	y-kočka			z-zdvihů		
V-S1	7358	14,70	1,02	3	5	12	6	90	13	22	3,0	0,6	2,7	18	4,3	0,1	1,5
S1-P1	3679	0,46	4,16	7	13	28	14	23	62	50	0,8	3,1	6,3	42	1,1	0,5	3,6
S1-P2	3679	0,58	10,08	7	13	28	14	24	139	50	0,8	6,9	6,3	42	1,2	1,1	3,6
P1-MP1	3527	27,00	0,00	7	13	28	14	368	8	50	12,3	0,4	6,3	42	17,5	0,1	3,6
P2-MP1	3527	26,87	5,92	7	13	28	14	366	84	50	12,2	4,2	6,3	42	17,4	0,7	3,6
V-S2	43930	4,57	4,66	15	29	60	30	149	143	108	5,0	7,1	13,5	90	7,1	1,2	7,7
S2-HN	43640	19,69	2,60	15	29	60	30	588	83	108	19,6	4,1	13,5	90	28,0	0,7	7,7
KR-P2	93	0,66	13,16	1	1	4	2	18	21	7	0,6	1,0	0,9	6	0,8	0,2	0,5
V-S1	10322	14,70	1,02	4	7	16	8	120	15	29	4,0	0,7	3,6	24	5,7	0,1	2,1
S1-P1	5161	0,46	4,16	28	55	112	56	42	236	202	1,4	11,8	25,2	168	2,0	2,0	14,4
S1-P2	5161	0,58	10,08	28	55	112	56	49	562	202	1,6	28,1	25,2	168	2,3	4,6	14,4
P1-MP1	4325	27,00	0,00	2	3	8	4	98	8	14	3,3	0,4	1,8	12	4,7	0,1	1,0
P2-MP1	4325	26,87	5,92	2	3	8	4	98	25	14	3,3	1,3	1,8	12	4,6	0,2	1,0
V-S1	2028	14,70	1,02	1	1	4	2	32	9	7	1,1	0,4	0,9	6	1,5	0,1	0,5
S1-P1	1014	0,46	4,16	8	15	32	16	24	70	58	0,8	3,5	7,2	48	1,1	0,6	4,1
S1-P2	1014	0,58	10,08	8	15	32	16	26	159	58	0,9	7,9	7,2	48	1,2	1,3	4,1
V-S1	3696	14,70	1,02	2	3	8	4	61	11	14	2,0	0,5	1,8	12	2,9	0,1	1,0
S1-P1	1848	0,46	4,16	4	7	16	8	20	37	29	0,7	1,8	3,6	24	1,0	0,3	2,1
S1-P2	1848	0,58	10,08	4	7	16	8	21	78	29	0,7	3,9	3,6	24	1,0	0,6	2,1
P1-MP1	1549	27,00	0,00	1	1	4	2	44	8	7	1,5	0,4	0,9	6	2,1	0,1	0,5
P2-MP1	1549	26,87	5,92	1	1	4	2	44	13	7	1,5	0,7	0,9	6	2,1	0,1	0,5
V-KR	1980	14,65	2,06	1	1	4	2	32	10	7	1,1	0,5	0,9	6	1,5	0,1	0,5
KR-P1	1980	0,53	7,24	3	5	12	6	20	44	22	0,7	2,2	2,7	18	0,9	0,4	1,5
P1-MP1	1851	27,00	0,00	3	5	12	6	152	8	22	5,1	0,4	2,7	18	7,2	0,1	1,5
V-KR	720	14,65	2,06	1	1	4	2	32	10	7	1,1	0,5	0,9	6	1,5	0,1	0,5
KR-P2	720	0,66	13,16	1	1	4	2	18	21	7	0,6	1,0	0,9	6	0,8	0,2	0,5
V-S1	3932	14,70	1,02	2	3	8	4	61	11	14	2,0	0,5	1,8	12	2,9	0,1	1,0
S1-P1	1966	0,46	4,16	8	15	32	16	24	70	58	0,8	3,5	7,2	48	1,1	0,6	4,1
S1-P2	1966	0,58	10,08	8	15	32	16	26	159	58	0,9	7,9	7,2	48	1,2	1,3	4,1
HN-MP1	11713	17,92	3,13	22	43	88	44	787	142	158	26,2	7,1	19,8	132	37,5	1,2	11,3
HN-MP1	13951	17,92	3,13	22	43	88	44	787	142	158	26,2	7,1	19,8	132	37,5	1,2	11,3
HN-MP1	2860	17,92	3,13	22	43	88	44	787	142	158	26,2	7,1	19,8	132	37,5	1,2	11,3
HN-S2	5052	19,69	2,60	3	5	12	6	115	21	22	3,8	1,0	2,7	18	5,5	0,2	1,5
MP1-MP3	60735	34,27	7,66	22	43	88	44	1491	337	158	49,7	16,8	19,8	132	71,0	2,8	11,3
Σ	262699	430	159	273	512	1092	546	6634	2894	1966	221	145	246	1638	316	24	140

J2-dvounosníkový jeřáb DEVS

MP1-MP3	60735	13	9	22	43	88	44	565	407	158	19	20	20	129	27	3	11
VV-vysokozdvihový vozík DESTA E16																	
MP3-EXP	66745	50	-	22	43	88	44	2200	-	158	73	-	4	86	47	0	4

Příloha 7b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-stávající stav

P-paletový vozík

č. z kusovníku	od-do	množství	vzdálenost	přesun	počet přesunů	nakl.+ vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
		[kg]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[min]	[min]	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	24,01	22	43	44	1058	53	22	124,9
3-6	HN-MP1	3648	21,54	22	43	44	952	48	22	116,0
7	P2-MP3	85	31,74	5	9	10	312	16	5	34,3
8,9	HN-OBR	690	23,01	1	1	2	49	2	1	5,8
	OBR-MP3	690	33,86	1	1	2	60	3	1	6,7
12-14	P1-MP1	728	28,10	1	1	2	54	3	1	6,2
	P2-MP1	728	27,51	1	1	2	54	3	1	6,1
15-17	P1-MP1	1001	28,10	1	1	2	54	3	1	6,2
	P2-MP1	1002	27,51	1	1	2	54	3	1	6,1
21-23	P2-MP1	667	27,51	1	1	2	54	3	1	6,1
24-26	P1-MP1	1892	28,10	2	3	4	110	6	2	12,5
	P2-MP1	1892	27,51	2	3	4	109	5	2	12,4
27	HN-MP3	287	43,60	1	1	2	70	3	1	7,5
28-32	V-OBR	1276	21,69	2	3	4	91	5	2	10,9
	OBR-MP3	1276	33,86	2	3	4	128	6	2	14,0
36	HN-MP3	3448	43,60	22	43	44	1901	95	22	195,1
37	HN-OL2	222	12,59	1	1	2	39	2	1	4,9
37	OL2-MP3	222	48,11	1	1	2	74	4	1	7,8

Σ	21461	531,95	89	160	178	5220	261	89	583
----------	-------	--------	----	-----	-----	------	-----	-----------	------------

R-ruční přesun

7	V-KR	93	14,79	4	7	8	116	2	4	9,9
27	S2-HN	290	24,01	11	21	22	516	9	11	32,7
profily	P1-S1	604	4,18	22	43	44	192	3	22	42,0
profily	P1-O1	169	4,38	6	11	12	60	1	6	11,7
profily	P2-MS1	478	2,42	22	43	44	116	2	22	39,9
profily	P2-O2	187	6,66	7	13	14	99	2	7	14,4
21-23	P2-S1	41	10,10	2	3	4	42	1	2	4,5

Σ	1862	66,54	74	141	148	1141	19	74	155
----------	------	-------	----	-----	-----	------	----	-----------	------------

J1-dvounosníkovej jeřáb DEVS

Příloha 8a: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta A

od-do	množství [kg]	vzdálenost		přesun n	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvíhů n-4	nakl./vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L		zdvih z [m]	čas pojezdu- (mostu, kočky, y		doba zdvihu t _z [min]	čas na nakládku t _{nv} [min]	náklady na energii		
		x [m]	y [m]					x [min]	y [min]		x-most [kč]	y-kočka [kč]			z-zdvih [kč]		
V-S1	7358	3,45	8,02	3	5	12	6	26	48	22	0,9	2,4	2,7	18	1,2	0,4	1,5
S1-P1	3679	12,66	4,53	7	13	28	14	173	66	50	5,8	3,3	6,3	42	8,2	0,5	3,6
S1-P2	3679	12,66	1,36	7	13	28	14	173	25	50	5,8	1,3	6,3	42	8,2	0,2	3,6
P1-MP1	3527	8,60	15,08	7	13	28	14	120	204	50	4,0	10,2	6,3	42	5,7	1,7	3,6
P2-MP1	3527	8,60	11,92	7	13	28	14	120	162	50	4,0	8,1	6,3	42	5,7	1,3	3,6
V-S2	43930	12,00	0,31	15	29	60	30	356	16	108	11,9	0,8	13,5	90	17,0	0,1	7,7
S2-HN	43640	4,60	0,33	15	29	60	30	142	17	108	4,7	0,9	13,5	90	6,7	0,1	7,7
KR-P2	93	0,90	5,12	1	1	4	2	9	13	7	0,3	0,6	0,9	6	0,4	0,1	0,5
V-S1	10322	3,45	8,02	4	7	16	8	32	64	29	1,1	3,2	3,6	24	1,5	0,5	2,1
S1-P1	5161	12,66	4,53	28	55	112	56	705	257	202	23,5	12,8	25,2	168	33,5	2,1	14,4
S1-P2	5161	12,66	1,36	28	55	112	56	705	82	202	23,5	4,1	25,2	168	33,5	0,7	14,4
P1-MP1	4325	8,60	15,08	2	3	8	4	34	53	14	1,1	2,6	1,8	12	1,6	0,4	1,0
P2-MP1	4325	8,60	11,92	2	3	8	4	34	43	14	1,1	2,2	1,8	12	1,6	0,4	1,0
V-S1	2028	3,45	8,02	1	1	4	2	12	16	7	0,4	0,8	0,9	6	0,6	0,1	0,5
S1-P1	1014	12,66	4,53	8	15	32	16	198	75	58	6,6	3,8	7,2	48	9,4	0,6	4,1
S1-P2	1014	12,66	1,36	8	15	32	16	198	28	58	6,6	1,4	7,2	48	9,4	0,2	4,1
V-S1	3696	3,45	8,02	2	3	8	4	19	32	14	0,6	1,6	1,8	12	0,9	0,3	1,0
S1-P1	1848	12,66	4,53	4	7	16	8	97	39	29	3,2	2,0	3,6	24	4,6	0,3	2,1
S1-P2	1848	12,66	1,36	4	7	16	8	97	17	29	3,2	0,9	3,6	24	4,6	0,1	2,1
P1-MP1	1549	8,60	15,08	1	1	4	2	17	23	7	0,6	1,1	0,9	6	0,8	0,2	0,5
P2-MP1	1549	8,60	11,92	1	1	4	2	17	19	7	0,6	1,0	0,9	6	0,8	0,2	0,5
V-KR	1980	15,21	14,50	1	1	4	2	24	22	7	0,8	1,1	0,9	6	1,1	0,2	0,5
KR-P1	1980	0,90	1,96	3	5	12	6	13	17	22	0,4	0,9	2,7	18	0,6	0,1	1,5
P1-MP1	1851	8,60	15,08	3	5	12	6	51	83	22	1,7	4,1	2,7	18	2,4	0,7	1,5
V-KR	720	15,21	14,50	1	1	4	2	24	22	7	0,8	1,1	0,9	6	1,1	0,2	0,5
KR-P2	720	0,90	5,12	1	1	4	2	9	13	7	0,3	0,6	0,9	6	0,4	0,1	0,5
V-S1	3932	3,45	8,02	2	3	8	4	19	32	14	0,6	1,6	1,8	12	0,9	0,3	1,0
S1-P1	1966	12,66	4,53	8	15	32	16	198	75	58	6,6	3,8	7,2	48	9,4	0,6	4,1
S1-P2	1966	12,66	1,36	8	15	32	16	198	28	58	6,6	1,4	7,2	48	9,4	0,2	4,1
HN-MP1	11713	9,09	2,51	22	43	88	44	399	115	158	13,3	5,8	19,8	132	19,0	1,0	11,3
HN-MP1	13951	9,09	2,51	22	43	88	44	399	115	158	13,3	5,8	19,8	132	19,0	1,0	11,3
HN-MP1	2860	9,09	2,51	22	43	88	44	399	115	158	13,3	5,8	19,8	132	19,0	1,0	11,3
HN-S2	5052	4,60	0,33	3	5	12	6	31	9	22	1,0	0,5	2,7	18	1,5	0,1	1,5
Σ	201964	286	215	251	469	1004	502	5047	1946	1807	168	97	226	1506	240	16	129

J2-dvounosníkovej jeřáb DEVS

MP1-MP3	60735	2,69	8,79	22	43	88	44	121	385	158	4	19	20	129	6	3	11
P1-MP1	11252	9,88	4,74	13	25	52	26	252	126	94	8	6	12	75	12	1	7
P2-MP1	9401	9,88	4,74	10	19	40	20	193	98	72	6	5	9	57	9	1	5
HN-MP1	28524	9,88	4,74	66	131	264	132	1299	628	475	43	31	59	393	62	5	34
Σ	109912	32	23	111	218	444	222	1864	1237	799	62	62	100	654	89	10	57

VV-vysokozdvížený vozík DESTA E16

MP3-EXP	66745	46	-	22	43	88	44	2028	-	158	68	-	4	86	44	0	4
---------	-------	----	---	----	----	----	----	------	---	-----	----	---	---	----	----	---	---

Příloha 8b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta A

P-paletový vozík

díly	od-do	množství	vzdálenost	přesun	počet přesunů	nakl./vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
			c	n	n+(n-1)	n·2	l	T _p	T _{nv}	
		[kg]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[min]	[min]	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	4,61	22	43	44	215	11	22	54,6
3-6	HN-MP1	3648	29,00	22	43	44	1264	63	22	142,0
7	P2-MP3	85	31,30	5	9	10	299	15	5	33,2
8,9	HN-OBR	690	16,40	1	1	2	33	2	1	4,5
	OBR-MP3	690	32,20	1	1	2	49	2	1	5,8
12-14	P1-MP1	728	29,10	1	1	2	46	2	1	5,5
	P2-MP1	728	26,90	1	1	2	44	2	1	5,3
15-17	P1-MP1	1001	29,10	1	1	2	46	2	1	5,5
	P2-MP1	1002	26,90	1	1	2	44	2	1	5,3
21-23	P2-MP1	667	26,90	1	1	2	44	2	1	5,3
24-26	P1-MP1	1892	29,10	2	3	4	104	5	2	12,0
	P2-MP1	1892	26,90	2	3	4	98	5	2	11,5
27	HN-MP3	287	34,00	1	1	2	51	3	1	5,9
28-32	V-OBR	1276	20,80	2	3	4	79	4	2	10,0
	OBR-MP3	1276	32,20	2	3	4	114	6	2	12,8
36	HN-MP3	3448	34,00	22	43	44	1479	74	22	159,9
37	HN-OL2	222	34,70	1	1	2	52	3	1	6,0
37	OL2-MP3	222	13,10	1	1	2	30	2	1	4,2

Σ

21461	477	89	160,00	178,00	4091	205	89	489
-------	-----	----	--------	--------	------	-----	----	-----

R-ruční přesun

7	V-KR	93	23,20	4	7	8	174	3	4	11,5
27	S2-HN	290	4,61	11	21	22	109	2	11	21,4
profily	P1-S1	604	13,40	22	43	44	588	10	22	53,0
profily	P1-O1	169	6,00	6	11	12	78	1	6	12,2
profily	P2-MS1	478	12,20	22	43	44	537	9	22	51,6
profily	P2-O2	187	7,50	7	13	14	110	2	7	14,7
21-23	P2-S1	41	12,70	2	3	4	50	1	2	4,7

Σ

1862	80	74	141	148	1646	27	74	169
------	----	----	-----	-----	------	----	----	-----

J1-dvounosníkový jeřáb DEVS
Příloha 9a: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta B

od-do	množství [kg]	vzdálenost		přesun n	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvíhů n-4	nakl.+vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L		zdvih z	čas pojezdu- (mostu, kočky, v.voz.)		doba zdvihu I _z	čas na nakládku I _{nv}	náklady na energii		
		x	y					x	y		x	y			x-most	y-kočka	
		[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[min]	[min]	[min]	[min]	[kč]	[kč]	
V-S1	7358	3,45	8,48	3	5	12	6	31	48	22	1,0	2,4	2,7	18	1,5	0,4	
S1-P1	3679	10,05	3,99	7	13	28	14	145	57	50	4,8	2,9	6,3	42	6,9	0,5	
S1-P2	3679	10,05	8,00	7	13	28	14	145	109	50	4,8	5,5	6,3	42	6,9	0,9	
P1-MP1	3527	6,00	6,96	7	13	28	14	92	96	50	3,1	4,8	6,3	42	4,4	0,8	
P2-MP1	3527	6,00	2,95	7	13	28	14	92	44	50	3,1	2,2	6,3	42	4,4	0,4	
KR-P2	93	0,46	2,32	1	1	4	2	15	8	7	0,5	0,4	0,9	6	0,7	0,1	
V-S1	10322	3,45	8,48	4	7	16	8	38	65	29	1,3	3,2	3,6	24	1,8	0,5	
S1-P1	5161	10,05	3,99	28	55	112	56	567	225	202	18,9	11,2	25,2	168	27,0	1,9	
S1-P2	5161	10,05	8,00	28	55	112	56	567	445	202	18,9	22,3	25,2	168	27,0	3,7	
P1-MP1	4325	6,00	6,96	2	3	8	4	32	26	14	1,1	1,3	1,8	12	1,5	0,2	
P2-MP1	4325	6,00	2,95	2	3	8	4	32	14	14	1,1	0,7	1,8	12	1,5	0,1	
V-S1	2028	3,45	8,48	1	1	4	2	18	14	7	0,6	0,7	0,9	6	0,8	0,1	
S1-P1	1014	10,05	3,99	8	15	32	16	165	65	58	5,5	3,3	7,2	48	7,9	0,5	
S1-P2	1014	10,05	8,00	8	15	32	16	165	125	58	5,5	6,3	7,2	48	7,9	1,0	
V-S1	3696	3,45	8,48	2	3	8	4	25	31	14	0,8	1,5	1,8	12	1,2	0,3	
S1-P1	1848	10,05	3,99	4	7	16	8	85	33	29	2,8	1,7	3,6	24	4,0	0,3	
S1-P2	1848	10,05	8,00	4	7	16	8	85	61	29	2,8	3,1	3,6	24	4,0	0,5	
P1-MP1	1549	6,00	6,96	1	1	4	2	20	12	7	0,7	0,6	0,9	6	1,0	0,1	
P2-MP1	1549	6,00	2,95	1	1	4	2	20	8	7	0,7	0,4	0,9	6	1,0	0,1	
V-KR	1980	13,05	1,84	1	1	4	2	27	7	7	0,9	0,4	0,9	6	1,3	0,1	
KR-P1	1980	0,46	6,33	3	5	12	6	17	37	22	0,6	1,9	2,7	18	0,8	0,3	
P1-MP1	1851	6,00	6,96	3	5	12	6	44	40	22	1,5	2,0	2,7	18	2,1	0,3	
V-KR	720	13,05	1,84	1	1	4	2	27	7	7	0,9	0,4	0,9	6	1,3	0,1	
KR-P2	720	0,46	2,32	1	1	4	2	15	8	7	0,5	0,4	0,9	6	0,7	0,1	
V-S1	3932	3,45	8,48	2	3	8	4	25	31	14	0,8	1,5	1,8	12	1,2	0,3	
S1-P1	1966	10,05	3,99	8	15	32	16	165	65	58	5,5	3,3	7,2	48	7,9	0,5	
S1-P2	1966	10,05	8,00	8	15	32	16	165	125	58	5,5	6,3	7,2	48	7,9	1,0	
Σ	80818	187	154	152	277	608	304	2823	1809	1094	94	90	137	912	134	15	78

J2-dvounosníkový jeřáb DEVS

MP1-MP3	60735	5,21	9,3	22	43	88	44	245	407	158	8	20	20	129	12	3	11
V-S2	43930	4,14	9,83	15	29	60	30	134	290	108	4,5	14,5	13,5	90	6,4	2,4	7,7
S2-HN	43640	6,60	0,00	15	29	60	30	206	5	108	6,9	0,3	13,5	90	9,8	0,0	7,7
P1-MP1	11252	7,32	13,29	13	25	52	26	204	340	94	7	17	12	75	10	3	7
P2-MP1	9401	7,32	13,29	10	19	40	20	160	260	72	5	13	9	57	8	2	5
HN-S2	5052	6,60	0,00	3	5	12	6	47	5	22	1,6	0,3	2,7	18	2,2	0,0	1,5
HN-MP1	28524	10,68	0,67	66	131	264	132	1420	95	475	47	5	59	393	68	1	34
Σ	202534	48	46	144	281	576	288	2416	1404	1037	81	70	130	852	115	12	74

VV-vysokozdvížený vozík DESTA E16

MP3-EXP	66745	48,3	-	22	43	88	44	2102	-	158	70	-	4	86	45	0	4
---------	-------	------	---	----	----	----	----	------	---	-----	----	---	---	----	----	---	---

Příloha 9b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta B

P-paletový vozík

díly	od-do	množství	vzdálenost	přesun	počet přesunů	nabl.+vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
		[kg]	[m]	n	n+(n-1)	n-2	l	T _p	T _{nv}	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	6,60	22	43	44	300	15	22	61,7
3-6	HN-MP1	3648	10,71	22	43	44	477	24	22	76,4
7	P2-MP3	85	19,83	5	9	10	194	10	5	24,5
8,9	HN-OBR	690	32,18	1	1	2	48	2	1	5,7
	OBR-MP3	690	31,09	1	1	2	47	2	1	5,6
12-14	P1-MP1	728	24,36	1	1	2	40	2	1	5,0
	P2-MP1	728	21,85	1	1	2	38	2	1	4,8
15-17	P1-MP1	1001	24,36	1	1	2	40	2	1	5,0
	P2-MP1	1002	21,85	1	1	2	38	2	1	4,8
21-23	P2-MP1	667	21,85	1	1	2	38	2	1	4,8
24-26	P1-MP1	1892	24,36	2	3	4	89	4	2	10,8
	P2-MP1	1892	21,85	2	3	4	82	4	2	10,1
27	HN-MP3	287	18,76	1	1	2	35	2	1	4,6
28-32	V-OBR	1276	20,39	2	3	4	77	4	2	9,8
	OBR-MP3	1276	31,09	2	3	4	109	5	2	12,4
36	HN-MP3	3448	18,76	22	43	44	823	41	22	105,2
37	HN-OL2	222	31,13	1	1	2	47	2	1	5,6
37	OL2-MP3	222	12,95	1	1	2	29	1	1	4,1
Σ		21461	394	89	160,00	178,00	2551	128	89	361

R-ruční přesun

7	V-KR	93	13,17	4	7	8	99	2	4	9,4
27	S2-HN	290	6,60	11	21	22	146	2	11	22,4
profily	P1-S1	604	10,81	22	43	44	472	8	22	49,8
profily	P1-O1	169	5,30	6	11	12	65	1	6	11,8
profily	P2-MS1	478	12,84	22	43	44	559	9	22	52,2
profily	P2-O2	187	5,30	7	13	14	76	1	7	13,8
21-23	P2-S1	41	12,84	2	3	4	46	1	2	4,6
Σ		1862	67	74	141	148	1462	24	74	164

J1-dvounosníkový jeřáb DEVS

Příloha 10a: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta C

od-do	množství [kg]	vzdálenost		přesun n	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvíhů n-4	nakl./vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L		zdvih z	čas pojezdů- (mostu, kočky, y		doba zdvihu I _z	čas na nakládku I _{nv}	náklady na energii		
		x	y					x	y		x	y			[kč]	[kč]	
V-S1	7358	3,22	8,22	3	5	12	6	25	47	22	0,8	2,3	2,7	18	1,2	0,4	1,5
S1-P1	3679	18,40	4,78	7	13	28	14	248	68	50	8,3	3,4	6,3	42	11,8	0,6	3,6
S1-P2	3679	18,40	0,77	7	13	28	14	248	15	50	8,3	0,8	6,3	42	11,8	0,1	3,6
P1-MP1	3527	4,19	10,66	7	13	28	14	63	144	50	2,1	7,2	6,3	42	3,0	1,2	3,6
P2-MP1	3527	4,19	6,65	7	13	28	14	63	92	50	2,1	4,6	6,3	42	3,0	0,8	3,6
V-S2	43930	7,96	11,00	15	29	60	30	240	324	108	8,0	16,2	13,5	90	11,4	2,7	7,7
S2-HN	43640	6,56	0,20	15	29	60	30	199	11	108	6,6	0,6	13,5	90	9,5	0,1	7,7
KR-P2	93	0,56	5,66	1	1	4	2	9	11	7	0,3	0,6	0,9	6	0,4	0,1	0,5
V-S1	10322	3,22	8,22	4	7	16	8	31	63	29	1,0	3,1	3,6	24	1,5	0,5	2,1
S1-P1	5161	18,40	4,78	28	55	112	56	1021	268	202	34,0	13,4	25,2	168	48,6	2,2	14,4
S1-P2	5161	18,40	0,77	28	55	112	56	1021	48	202	34,0	2,4	25,2	168	48,6	0,4	14,4
P1-MP1	4325	4,19	10,66	2	3	8	4	21	37	14	0,7	1,9	1,8	12	1,0	0,3	1,0
P2-MP1	4325	4,19	6,65	2	3	8	4	21	25	14	0,7	1,3	1,8	12	1,0	0,2	1,0
V-S1	2028	3,22	8,22	1	1	4	2	12	14	7	0,4	0,7	0,9	6	0,6	0,1	0,5
S1-P1	1014	18,40	4,78	8	15	32	16	285	77	58	9,5	3,9	7,2	48	13,6	0,6	4,1
S1-P2	1014	18,40	0,77	8	15	32	16	285	17	58	9,5	0,8	7,2	48	13,6	0,1	4,1
V-S1	3696	3,22	8,22	2	3	8	4	18	30	14	0,6	1,5	1,8	12	0,9	0,2	1,0
S1-P1	1848	18,40	4,78	4	7	16	8	138	39	29	4,6	1,9	3,6	24	6,5	0,3	2,1
S1-P2	1848	18,40	0,77	4	7	16	8	138	11	29	4,6	0,5	3,6	24	6,5	0,1	2,1
P1-MP1	1549	4,19	10,66	1	1	4	2	13	16	7	0,4	0,8	0,9	6	0,6	0,1	0,5
P2-MP1	1549	4,19	6,65	1	1	4	2	13	12	7	0,4	0,6	0,9	6	0,6	0,1	0,5
V-KR	1980	21,06	14,66	1	1	4	2	30	20	7	1,0	1,0	0,9	6	1,4	0,2	0,5
KR-P1	1980	0,56	1,65	3	5	12	6	12	14	22	0,4	0,7	2,7	18	0,5	0,1	1,5
P1-MP1	1851	4,19	10,66	3	5	12	6	30	59	22	1,0	2,9	2,7	18	1,4	0,5	1,5
V-KR	720	21,06	14,66	1	1	4	2	30	20	7	1,0	1,0	0,9	6	1,4	0,2	0,5
KR-P2	720	0,56	5,66	1	1	4	2	9	11	7	0,3	0,6	0,9	6	0,4	0,1	0,5
V-S1	3932	3,22	8,22	2	3	8	4	18	30	14	0,6	1,5	1,8	12	0,9	0,2	1,0
S1-P1	1966	18,40	4,78	8	15	32	16	285	77	58	9,5	3,9	7,2	48	13,6	0,6	4,1
S1-P2	1966	18,40	0,77	8	15	32	16	285	17	58	9,5	0,8	7,2	48	13,6	0,1	4,1
HN-MP1	11713	2,90	8,86	22	43	88	44	133	386	158	4,4	19,3	19,8	132	6,4	3,2	11,3
HN-MP1	13951	2,90	8,86	22	43	88	44	133	386	158	4,4	19,3	19,8	132	6,4	3,2	11,3
HN-MP1	2860	2,90	8,86	22	43	88	44	133	386	158	4,4	19,3	19,8	132	6,4	3,2	11,3
HN-S2	5052	6,56	0,20	3	5	12	6	42	6	22	1,4	0,3	2,7	18	2,0	0,1	1,5
MP1-MP3	60735	9,31	4,75	22	43	88	44	409	210	158	13,6	10,5	19,8	132	19,5	1,7	11,3
Σ	262699	312	216	273	512	1092	546	5659	2992	1966	189	150	246	1638	269	25	140

J2-dvounosníkový jeřáb DEVS

MP1-MP3	60735	12	5	22	43	88	44	523	204	158	17	10	20	129	25	2	11
---------	-------	----	---	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----

W-vysokozdvíhový vozík DESTA E16

MP3-EXP	66745	48	-	22	43	88	44	2 088	-	158	70	-	4	86	45	0	4
---------	-------	----	---	----	----	----	----	-------	---	-----	----	---	---	----	----	---	---

Příloha 10b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta C

P-paletový vozík

díly	od-do	množství	vzdálenost	přesun	počet přesunů	nakl./vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
		[kg]	c	n	n+(n-1)	n-2	l	T _p	T _{nv}	
			[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[min]	[min]	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	6,57	22	43	44	300	15	22	61,6
3-6	HN-MP1	3648	9,30	22	43	44	417	21	22	71,4
7	P2-MP3	85	35,30	5	9	10	335	17	5	36,2
8,9	HN-OBR	690	5,81	1	1	2	23	1	1	3,6
	OBR-MP3	690	30,53	1	1	2	48	2	1	5,6
12-14	P1-MP1	728	13,56	1	1	2	31	2	1	4,2
	P2-MP1	728	7,86	1	1	2	25	1	1	3,7
15-17	P1-MP1	1001	13,56	1	1	2	31	2	1	4,2
	P2-MP1	1002	7,86	1	1	2	25	1	1	3,7
21-23	P2-MP1	667	7,86	1	1	2	25	1	1	3,7
24-26	P1-MP1	1892	13,56	2	3	4	58	3	2	8,1
	P2-MP1	1892	7,86	2	3	4	41	2	2	6,7
27	HN-MP3	287	29,24	1	1	2	46	2	1	5,5
28-32	V-OBR	1276	21,81	2	3	4	82	4	2	10,2
	OBR-MP3	1276	30,53	2	3	4	109	5	2	12,4
36	HN-MP3	3448	29,24	22	43	44	1274	64	22	142,9
37	HN-OL2	222	17,17	1	1	2	34	2	1	4,5
37	OL2-MP3	222	33,68	1	1	2	51	3	1	5,9

Σ		21461	321	89	160,00	178,00	2952	148	89	394
----------	--	-------	-----	----	--------	--------	------	-----	----	-----

R-ruční přesun

7	V-KR	93	28,80	4	7	8	217	4	4	12,7
27	S2-HN	290	6,57	11	21	22	153	3	11	22,6
profily	P1-S1	604	7,35	22	43	44	331	6	22	45,9
profily	P1-O1	169	3,14	6	11	12	50	1	6	11,4
profily	P2-MS1	478	8,95	22	43	44	400	7	22	47,8
profily	P2-O2	187	3,10	7	13	14	55	1	7	13,2
21-23	P2-S1	41	8,95	2	3	4	42	1	2	4,5

Σ		1862	67	74	141	148	1247	21	74	158
----------	--	------	----	----	-----	-----	------	----	----	-----

od-do	množství [kg]	vzdálenost		přesun n	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvíhů n-4	nakl./vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L			zdvih z	čas pojezdu- (mostu, kočky,			doba zdvíhu I _z	čas na nakládku I _{nv}	náklady na energii		
		x	y					x	y	x		y	x	y			x-most	y-kočka	z-zdvíh
V-S1	7358	23,17	11,85	3	5	12	6	127	65	22	4,2	3,2	2,7	18	6,1	0,5	1,5		
S1-P1	3679	2,49	3,41	7	13	28	14	44	50	50	1,5	2,5	6,3	42	2,1	0,4	3,6		
S1-P2	3679	2,49	6,41	7	13	28	14	44	89	50	1,5	4,4	6,3	42	2,1	0,7	3,6		
P1-MP1	3527	12,08	0,74	7	13	28	14	169	15	50	5,6	0,8	6,3	42	8,0	0,1	3,6		
P2-MP1	3527	12,08	3,75	7	13	28	14	169	54	50	5,6	2,7	6,3	42	8,0	0,4	3,6		
V-S2	43930	16,91	0,09	15	29	60	30	502	8	180	16,7	0,4	22,5	90	23,9	0,1	12,9		
S2-HN	43640	4,78	0,00	15	29	60	30	150	5	108	5,0	0,3	13,5	90	7,1	0,0	7,7		
KR-P2	93	0,00	9,06	1	1	4	2	12	14	7	0,4	0,7	0,9	6	0,5	0,1	0,5		
V-S1	10322	23,17	11,85	4	7	16	8	174	88	29	5,8	4,4	3,6	24	8,3	0,7	2,1		
S1-P1	5161	2,49	3,41	28	55	112	56	148	193	202	4,9	9,6	25,2	168	7,1	1,6	14,4		
S1-P2	5161	2,49	6,41	28	55	112	56	148	358	202	4,9	17,9	25,2	168	7,1	3,0	14,4		
P1-MP1	4325	12,08	0,74	2	3	8	4	48	8	14	1,6	0,4	1,8	12	2,3	0,1	1,0		
P2-MP1	4325	12,08	3,75	2	3	8	4	48	17	14	1,6	0,8	1,8	12	2,3	0,1	1,0		
V-S1	2028	23,17	11,85	1	1	4	2	35	17	7	1,2	0,9	0,9	6	1,7	0,1	0,5		
S1-P1	1014	2,49	3,41	8	15	32	16	49	57	58	1,6	2,8	7,2	48	2,3	0,5	4,1		
S1-P2	1014	2,49	6,41	8	15	32	16	49	102	58	1,6	5,1	7,2	48	2,3	0,8	4,1		
V-S1	3696	23,17	11,85	2	3	8	4	81	41	14	2,7	2,0	1,8	12	3,9	0,3	1,0		
S1-P1	1848	2,49	3,41	4	7	16	8	29	29	29	1,0	1,5	3,6	24	1,4	0,2	2,1		
S1-P2	1848	2,49	6,41	4	7	16	8	29	50	29	1,0	2,5	3,6	24	1,4	0,4	2,1		
P1-MP1	1549	12,08	0,74	1	1	4	2	24	6	7	0,8	0,3	0,9	6	1,1	0,1	0,5		
P2-MP1	1549	12,08	3,75	1	1	4	2	24	9	7	0,8	0,5	0,9	6	1,1	0,1	0,5		
V-KR	1980	20,68	14,50	1	1	4	2	32	20	7	1,1	1,0	0,9	6	1,5	0,2	0,5		
KR-P1	1980	0,00	6,06	3	5	12	6	12	36	22	0,4	1,8	2,7	18	0,5	0,3	1,5		
P1-MP1	1851	12,08	0,74	3	5	12	6	72	9	22	2,4	0,5	2,7	18	3,4	0,1	1,5		
V-KR	720	20,68	14,50	1	1	4	2	32	20	7	1,1	1,0	0,9	6	1,5	0,2	0,5		
KR-P2	720	0,00	9,06	1	1	4	2	12	14	7	0,4	0,7	0,9	6	0,5	0,1	0,5		
V-S1	3932	23,17	11,85	2	3	8	4	81	41	14	2,7	2,0	1,8	12	3,9	0,3	1,0		
S1-P1	1966	2,49	3,41	8	15	32	16	49	57	58	1,6	2,8	7,2	48	2,3	0,5	4,1		
S1-P2	1966	2,49	6,41	8	15	32	16	49	102	58	1,6	5,1	7,2	48	2,3	0,8	4,1		
HN-MP1	11713	3,54	9,25	22	43	88	44	164	403	158	5,5	20,2	19,8	132	7,8	3,3	11,3		
HN-MP1	13951	3,54	9,25	22	43	88	44	164	403	158	5,5	20,2	19,8	132	7,8	3,3	11,3		
HN-MP1	2860	3,54	9,25	22	43	88	44	164	403	158	5,5	20,2	19,8	132	7,8	3,3	11,3		
HN-S2	5052	4,78	0,00	3	5	12	6	35	5	22	1,2	0,3	2,7	18	1,7	0,0	1,5		
MP1-MP3	60735	1,09	11,66	22	43	88	44	58	507	158	1,9	25,3	19,8	132	2,8	4,2	11,3		
Σ	262699	305	215	273	512	1092	546	3023	3295	2038	101	165	255	1638	144	27	146		

MP1-MP3	60735	12	4	22	43	88	44	542	201	158	18	10	20	129	26	2	11
---------	-------	----	---	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----

MP3-EXP	66745	48	-	22	43	88	44	2 088	-	158	70	-	4	86	45	0	4
---------	-------	----	---	----	----	----	----	-------	---	-----	----	---	---	----	----	---	---

Příloha 11b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta D

P-paletový vozík

díly	od-do	množství	vzdálenost	počet přesunů	počet přesunů	nakl./vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
			c	n	n+(n-1)	n-2	l	T _p	T _{nv}	
		[kg]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[min]	[min]	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	4,78	22	43	44	223	11	22	55,2
3-6	HN-MP1	3648	9,91	22	43	44	443	22	22	73,6
7	P2-MP3	85	30,81	5	9	10	294	15	5	32,9
8,9	HN-OBR	690	15,35	1	1	2	32	2	1	4,4
	OBR-MP3	690	31,02	1	1	2	48	2	1	5,7
12-14	P1-MP1	728	12,11	1	1	2	29	1	1	4,1
	P2-MP1	728	12,65	1	1	2	30	1	1	4,1
15-17	P1-MP1	1001	12,11	1	1	2	29	1	1	4,1
	P2-MP1	1002	12,65	1	1	2	30	1	1	4,1
21-23	P2-MP1	667	12,65	1	1	2	30	1	1	4,1
24-26	P1-MP1	1892	12,11	2	3	4	53	3	2	7,8
	P2-MP1	1892	12,65	2	3	4	55	3	2	7,9
27	HN-MP3	287	18,40	1	1	2	35	2	1	4,6
28-32	V-OBR	1276	18,31	2	3	4	72	4	2	9,3
	OBR-MP3	1276	31,02	2	3	4	110	6	2	12,5
36	HN-MP3	3448	18,40	22	43	44	808	40	22	104,0
37	HN-OL2	222	15,76	1	1	2	33	2	1	4,4
37	OL2-MP3	222	34,75	1	1	2	52	3	1	6,0

Σ		21461	315,44	89	160,00	178,00	2406	120	89	349
----------	--	-------	--------	----	--------	--------	------	-----	----	-----

R-ruční přesun

7	V-KR	93	25,26	4	7	8	190	3	4	11,9
27	S2-HN	290	4,78	11	21	22	113	2	11	21,5
profily	P1-S1	604	4,22	22	43	44	194	3	22	42,1
profily	P1-O1	169	3,21	6	11	12	48	1	6	11,3
profily	P2-MS1	478	6,88	22	43	44	309	5	22	45,2
profily	P2-O2	187	5,48	7	13	14	84	1	7	14,0
21-23	P2-S1	41	6,88	2	3	4	34	1	2	4,3

Σ		1862	56,71	74	141	148	973	16	74	150
----------	--	------	-------	----	-----	-----	-----	----	----	-----

Příloha 12a: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta E

J1-dvounosníkový jeřáb DEVS

od-do	množství	vzdálenost		přesun	počet přesunů n+(n-1)	počet zdvihů n-4	nakl./vykl. n-2	ujetá vzdál.(mostu, kočky, v.voz.) L		zdvih z	čas pojezdu- (mostu, kočky, y		doba zdvíhu I _z	čas na nakládku I _{nv}		náklady na energii	
		x	y					x	y		x	y		[min]	[min]	[kč]	[kč]
V-S1	7358	18,23	12,91	3	5	12	6	103	70	22	3,4	3,5	2,7	18	4,9	0,6	1,5
S1-P1	3679	0,00	3,15	7	13	28	14	12	46	50	0,4	2,3	6,3	42	0,5	0,4	3,6
S1-P2	3679	9,51	0,00	7	13	28	14	135	5	50	4,5	0,3	6,3	42	6,4	0,0	3,6
P1-MP1	3527	0,00	7,79	7	13	28	14	12	107	50	0,4	5,3	6,3	42	0,5	0,9	3,6
P2-MP1	3527	10,35	10,94	7	13	28	14	146	148	50	4,9	7,4	6,3	42	7,0	1,2	3,6
V-S2	43930	3,53	3,80	15	29	60	30	114	116	108	3,8	5,8	13,5	90	5,4	1,0	7,7
S2-HN	43640	0,23	4,01	15	29	60	30	18	122	108	0,6	6,1	13,5	90	0,9	1,0	7,7
KR-P2	93	0,46	1,84	1	1	4	2	12	7	7	0,4	0,4	0,9	6	0,6	0,1	0,5
V-S1	10322	18,23	12,91	4	7	16	8	139	96	29	4,6	4,8	3,6	24	6,6	0,8	2,1
S1-P1	5161	0,00	3,15	28	55	112	56	12	179	202	0,4	8,9	25,2	168	0,5	1,5	14,4
S1-P2	5161	9,51	0,00	28	55	112	56	535	5	202	17,8	0,3	25,2	168	25,4	0,0	14,4
P1-MP1	4325	0,00	7,79	2	3	8	4	12	29	14	0,4	1,4	1,8	12	0,5	0,2	1,0
P2-MP1	4325	10,35	10,94	2	3	8	4	43	38	14	1,4	1,9	1,8	12	2,0	0,3	1,0
V-S1	2028	18,23	12,91	1	1	4	2	30	18	7	1,0	0,9	0,9	6	1,4	0,2	0,5
S1-P1	1014	0,00	3,15	8	15	32	16	12	53	58	0,4	2,6	7,2	48	0,5	0,4	4,1
S1-P2	1014	9,51	0,00	8	15	32	16	154	5	58	5,1	0,3	7,2	48	7,3	0,0	4,1
V-S1	3696	18,23	12,91	2	3	8	4	66	44	14	2,2	2,2	1,8	12	3,2	0,4	1,0
S1-P1	1848	0,00	3,15	4	7	16	8	12	27	29	0,4	1,4	3,6	24	0,5	0,2	2,1
S1-P2	1848	9,51	0,00	4	7	16	8	78	5	29	2,6	0,3	3,6	24	3,7	0,0	2,1
P1-MP1	1549	0,00	7,79	1	1	4	2	12	13	7	0,4	0,7	0,9	6	0,5	0,1	0,5
P2-MP1	1549	10,35	10,94	1	1	4	2	22	16	7	0,7	0,8	0,9	6	1,0	0,1	0,5
V-KR	1980	27,28	14,76	1	1	4	2	39	20	7	1,3	1,0	0,9	6	1,8	0,2	0,5
KR-P1	1980	9,05	5,00	3	5	12	6	57	30	22	1,9	1,5	2,7	18	2,7	0,3	1,5
P1-MP1	1851	0,00	7,79	3	5	12	6	12	44	22	0,4	2,2	2,7	18	0,5	0,4	1,5
V-KR	720	27,28	14,76	1	1	4	2	39	20	7	1,3	1,0	0,9	6	1,8	0,2	0,5
KR-P2	720	0,46	1,84	1	1	4	2	12	7	7	0,4	0,4	0,9	6	0,6	0,1	0,5
V-S1	3932	18,23	12,91	2	3	8	4	66	44	14	2,2	2,2	1,8	12	3,2	0,4	1,0
S1-P1	1966	0,00	3,15	8	15	32	16	12	53	58	0,4	2,6	7,2	48	0,5	0,4	4,1
S1-P2	1966	9,51	0,00	8	15	32	16	154	5	58	5,1	0,3	7,2	48	7,3	0,0	4,1
HN-MP1	11713	14,08	5,84	22	43	88	44	617	257	158	20,6	12,8	19,8	132	29,4	2,1	11,3
HN-MP1	13951	14,08	5,84	22	43	88	44	617	257	158	20,6	12,8	19,8	132	29,4	2,1	11,3
HN-MP1	2860	14,08	5,84	22	43	88	44	617	257	158	20,6	12,8	19,8	132	29,4	2,1	11,3
HN-S2	5052	0,23	4,01	3	5	12	6	13	25	22	0,4	1,3	2,7	18	0,6	0,2	1,5
MP1-MP3	60735	9,89	4,44	22	43	88	44	437	196	158	14,6	9,8	19,8	132	20,8	1,6	11,3
Σ	262699	290	216	273	512	1092	546	4364	2366	1966	145	118	246	1638	208	20	140

J2-dvounosníkový jeřáb DEVS

MP1-MP3	60735	12	4	22	43	88	44	542	201	158	18	10	20	129	26	2	11
---------	-------	----	---	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	----	---	----

VV-vysokozdvíhový vozík DESTA E16

MP3-EXP	66745	48	-	22	43	88	44	2088	-	158	70	-	4	86	45	0	4
---------	-------	----	---	----	----	----	----	------	---	-----	----	---	---	----	----	---	---

Příloha 12b: Rozpis materiálového toku mezi pracovišti-varianta E

P-paletový vozík

díly	od-do	množství	vzdálenost	přesun	počet přesunů	nakl./vykl.	celková vzdálenost	čas pojezdu	čas naklád. (vyklád.)	náklady
		[kg]	[m]	n	n+(n-1)	n·2	l	T _p	T _{nv}	[kč]
pl.3-8,36,37	HN-S2	1707	4,02	22	43	44	190	9	22	52,5
3-6	HN-MP1	3648	15,25	22	43	44	673	34	22	92,7
7	P2-MP3	85	42,44	5	9	10	399	20	5	41,6
8,9	HN-OBR	690	10,99	1	1	2	28	1	1	4,0
	OBR-MP3	690	31,07	1	1	2	48	2	1	5,7
12-14	P1-MP1	728	7,83	1	1	2	25	1	1	3,7
	P2-MP1	728	15,06	1	1	2	32	2	1	4,3
15-17	P1-MP1	1001	7,83	1	1	2	25	1	1	3,7
	P2-MP1	1002	15,06	1	1	2	32	2	1	4,3
21-23	P2-MP1	667	15,06	1	1	2	32	2	1	4,3
24-26	P1-MP1	1892	7,83	2	3	4	40	2	2	6,7
	P2-MP1	1892	15,06	2	3	4	62	3	2	8,5
27	HN-MP3	287	27,57	1	1	2	45	2	1	5,4
28-32	V-OBR	1276	20,74	2	3	4	79	4	2	9,9
	OBR-MP3	1276	31,07	2	3	4	110	6	2	12,5
36	HN-MP3	3448	27,57	22	43	44	1203	60	22	136,9
37	HN-OL2	222	6,74	1	1	2	24	1	1	3,6
37	OL2-MP3	222	29,35	1	1	2	46	2	1	5,5

Σ

21461	330,54	89	160,00	178,00	3093	155	89	406
-------	--------	----	--------	--------	------	-----	----	-----

R-ruční přesun

7	V-KR	93	34,44	4	7	8	258	4	4	13,8
27	S2-HN	290	4,02	11	21	22	101	2	11	21,2
profily	P1-S1	604	3,15	22	43	44	152	3	22	40,9
profily	P1-O1	169	5,39	6	11	12	76	1	6	12,1
profily	P2-MS1	478	9,51	22	43	44	426	7	22	48,5
profily	P2-O2	187	4,64	7	13	14	77	1	7	13,8
21-23	P2-S1	41	9,51	2	3	4	46	1	2	4,6

Σ

1862	70,66	74	141	148	1137	19	74	155
------	-------	----	-----	-----	------	----	----	-----

