

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE**

Návrh optimálního rozmístění skladových zásob

The Design Placement Warehouse Stock

Student:

Zdenek Olšavský

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Pavel Skalík

Ostrava 2014

Zadání bakalářské práce

Student: **Zdenek Olšavský**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Návrh optimálního rozmístění skladových zásob**
The Design Placement Warehouse Stock

Zásady pro vypracování:

1. Popis současného stavu skladových zásob a materiálového toku.
2. Návrh variant rozmístění sortimentů, včetně kapacitních výpočtů.
3. Výběr optimální varianty řešení skladových zásob a materiálového toku.
4. Ekonomický rozbor řešení optimalizace rozmístění skladových zásob.
5. Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1.vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9
SLAMKOVÁ, E. a kol. *Priemyslové inžinierstvo*. 1. vydání Žilinská univerzita v Žiline, 1997, 198 s.

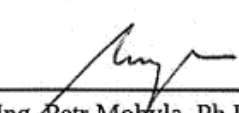
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

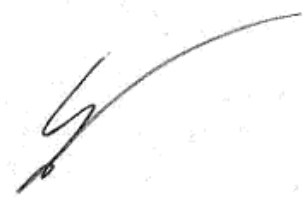
Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Pavel Skalík**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě
15. 5. 2014

.....
podpis studenta

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního (§60 – školní dílo);
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude archivována v elektronické formě v databázi Ústřední knihovny VŠB – TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách) bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15. 5. 2014

.....
podpis studenta

Jméno, přímení a adresa trvalého pobytu autora práce:

Zdeněk Olšavský

Středoškolská 8

Ostrava 700 30

Česká republika

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

OLŠAVSKÝ, Z. *Návrh optimálního rozmístění skladových zásob: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 55 s. Vedoucí práce: Skalík, P.

Bakalářská práce se zabývá návrhem optimálního rozmístění skladových zásob ve firmě Industroprofil s.r.o. Cílem bakalářské práce bylo navrhnout varianty rozmístění skladových zásob a tím dosáhnout optimalizace. Výsledkem optimalizace vzniklo zkrácení materiálového toku. Díky zkrácení materiálového toku bylo dále možné dopočítat vzniklou časovou úsporou a také finanční úsporou. V závěru bakalářské práce najdeme shrnutí a zhodnocení bakalářské práce.

ANNOTATION BACHELOR THESIS

OLŠAVSKÝ, Z. *The Design placement warehouse stock: Bachelor thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 55 p. Thesis head: Skalík, P.

The bachelor thesis deals with the optimum placement of warehouse stock in the company Industroprofil. The aim of this thesis was to propose alternative positioning of inventory and achieve optimization. The result optimization of material flow originated shortening. With the shortening of the material flow was also possible to calculate the resulting time savings and cost savings. In conclusion, we find a summary and evaluation of the thesis.

Obsah

Seznam zkratk	8
ÚVOD	9
1 TEORIE MATERIÁLOVÉHO TOKU	11
1.1 Materiálový tok	11
1.2 Metody rozboru materiálového toku	12
1.3 Metody rozboru v závislosti na charakteru výroby	12
1.4 Rozbor dopravně-manipulační náročnosti výrobního procesu.....	13
1.5 Metoda postupových listů a postupových grafů.....	13
1.6 Metoda postupového schématu	14
1.7 Metoda šachovnicové tabulky	15
1.8 Grafické znázornění materiálového toku	16
1.9 Firma INDUSTROPROFIL s.r.o.	18
1.9.1 Fungování skladu	19
1.9.2 Způsob uskladnění materiálu	19
1.9.3 Výpočet kapacity skladu	22
1.10 Analýza současného stavu	22
2 NÁVRHY OPTIMÁLNÍHO ROZMÍSTĚNÍ SKLADOVÝCH ZÁSOB	29
2.1 Varianta č. 1	29

2.2	Varianta č. 2	33
2.3	Varianta č. 3	37
3	VYHODNOCENÍ A SROVNÁNÍ VARIANT	42
4	EKONOMICKÝ ROZBOR.....	43
4.1	Výpočet časové úspory.....	43
4.2	Výpočet finanční úspory	45
4.3	Srovnání výsledků variant.....	46
5	ZÁVĚR.....	48
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
7	SEZNAM PŘÍLOH	52

Seznam zkratek

č.	číslo
dm	decimetr
dm ²	decimetr čtvereční
h	výška
hod	hodina
kg	kilogram
kg/m	kilogram na metr
kWh	kilowatthodina
m	je počet kusů v manipulační jednotce
max.	maximum
min	minuta
m/min	metr za minutu
M _{j,ř}	zvolený objem manipulační jednotky [kg]
M _q	velikost dopravně-manipulačního objemu
mm	milimetr
p	průměrný počet technologických operací na kus
q	množství manipulovaných výrobků v kusech
S	plocha [m ²]
S _{reg}	plocha se skladováním na roštech
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
t	tuna
t/m ²	tuna na metr čtvereční
t/rok	tuna za rok
V	objem [m ³]
V _{celk}	objem aktuální skladované plochy
V _{t,ř}	objem toku [kg]
X	vzdálenost uražená za rok [m]
Z _ř	vzdálenost uražená za rok [m]

ÚVOD

Bakalářská práce se bude týkat logistiky a to konkrétně materiálového toku. V této práci se budeme zabývat problémem neefektivního rozmístění skladových zásob. Tento problém má společný spousta firem. Zanedbávat optimalizaci rozmístění skladových zásob je ovšem velkou chybou, která nám zcela zbytečně snižuje konkurenceschopnost.

Cílem bakalářské práce bude analyzovat současný materiálový tok a k němu přidružené procesy. Na základě této analýzy se pokusíme navrhnout řešení, které by mělo optimalizovat rozmístění skladových zásob.

Začátek práce obsahuje teoretickou část. Teoretické znalosti jsou čerpány z literatury doporučené vedoucím bakalářské práce. Dále z literatury týkající se logistiky a také z internetu. V teoretické části se seznámíme s teorií materiálového toku, která je nezbytná ke zvládnutí praktické části.

Po teoretické části přijde na řadu praktická část. Nejdříve bude nutné získat co nejvíce informací o firmě, o jejím fungování a obzvláště o materiálovém toku probíhajícím ve skladu. Informace, které nedostaneme, například kvůli firemním tajemstvím se pokusíme získat nebo odhadnout konzultacemi se zaměstnanci nebo s odborníky dané problematiky.

V další části praktické části se pokusíme sestavit současný stav materiálového toku a také současné rozmístění skladových zásob. S využitím znalosti z teoretické části a získaných informací o firmě budeme schopni současný stav zanalyzovat a zpracovat. Analýza současného stavu nám bude sloužit jako srovnání s navrhovanými variantami pro optimalizaci.

Jelikož si firma přeje, aby do případné optimalizace nemuseli investovat finanční prostředky, bude nutné tohle přání respektovat a tomu i podřídit způsob optimalizace. Navrheme tři varianty rozmístění skladových zásob, které srovnáme se současným stavem. Poté provedeme celkové srovnání a vyhodnocení, která varianta přinese nejlepší optimalizaci.

Praktická část bude obsahovat také ekonomický rozbor, kde si rozebereme jednotlivé varianty pro optimalizaci. V těchto variantech budeme hledat úspory, kterých můžeme dosáhnout. Jedná se zejména o úspory časové a také finanční. K tomu bude nutné se detailně seznámit s mostovým jeřábem, který je hlavní součástí materiálového toku v daném skladu. V závislosti na těchto informacích budeme schopni časové i finanční úspory vyčíslit.

Jako poslední přijde na řadu závěr. Ten využijeme ke shrnutí celé bakalářské práce a k zhodnocení výsledku optimalizace. Případně k doplnění užitečných informací o bakalářské práci.

1 TEORIE MATERIÁLOVÉHO TOKU

Materiálový tok znamená organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu nebo oběhu výrobků. Je charakterizovaný směrem, intenzitou, frekvencí, délkou a výkonem, strukturou, charakterem přepravovaného materiálu a použitou dopravní a manipulační technikou. [4]

1.1 Materiálový tok

Materiálový tok ve strojírenských závodech je ovlivňován hlavně:

- technologickou složitostí výrobků, rozměry výrobků a jejich hmotností
- rozsahem sortimentu vyráběných součástí a jejich sériovostí a opakovatelností

Veškeré činnosti spojené s manipulací a skladováním materiálu musí být řešeny vždy s ohledem na určité požadavky prostoru, času a funkčních vazeb mezi danými prvky výrobního systému a procesů. Manipulaci s materiálem týkající se strojírenského závodu můžeme rozdělit na:

- 1) meziobjektovou (např. slévárna - brusírna – montáž).
- 2) objektovou, která se člení na:
 - a) mezioperační – probíhá mezi pracovišti v rámci výrobního systému.
 - b) operační (technologická) – zabývá se činností pro realizaci pouze jedné operace mezi vstupním a výstupním členem.

Setkáváme se zvyšujícím se významem u manipulace a skladování materiálu v rámci technologického projektování, u nichž řešení vyžaduje spektrální zhodnocení nejen z hlediska daných požadavků (čas, prostor, funkční vazby), ale také řízení a začlenění činnosti zavedených do informačního toku, v první řadě v otázkách řízení a kontrolování manipulace a skladování. [1]

1.2 Metody rozboru materiálového toku

Rozbor toku materiálu je těžištěm projektových prací všude tam, kde hlavní částí výrobního procesu je pohyb materiálu, zvláště pak tehdy, je-li materiál velký, těžký nebo početný, nebo tam, kde náklady na dopravu či manipulaci s materiálem jsou vysoké ve srovnání s náklady na výrobní operace. Rozbor toku materiálu je jedním ze základních kroků. (*Smetana*)

1.3 Metody rozboru v závislosti na charakteru výroby

Nevhodným určením rozmístění technologických pracovišť spojených s určeným výrobním procesem může mít za výsledek, že už v probíhajícím projektu vytvoříme uživateli nežádoucí permanentní režijní náklady, které v průběhu výroby se velmi špatně napravují, protože taková chyba má za následek nákladné přemísťování technologických pracovišť.

Tok materiálu ve výrobním procesu vytváří spletitý proces od jeho vstupu do strojírenského závodu až po vyexpedování hotových produktů. Proces a složitost materiálových toku je vytvářen a ovlivňován zejména těmito ukazateli:

- a) charakterem výrobků.
- b) složitostí a technologickou náročností operací.
- c) výrobním množstvím, velikostí výrobních dávek.
- d) celkovou úrovní zavedené technologie i dopravně-manipulačních činností.
- e) plošným a prostorovým omezením.
- f) návazností na okolní dopravní systém. [1]

1.4 Rozbor dopravně-manipulační náročnosti výrobního procesu

Postupujeme na základě informací získaných o projektované výrobě, abychom si mohli udělat představu o dopravně-manipulační náročnosti a její podobě v celém obrazu zajišťované výroby. Objem dané manipulace určíme vztahem: [1]

$$M_q = (q \times p) / m \quad (1)$$

kde:

M_q	velikost dopravně-manipulačního objemu
q	množství manipulovaných výrobků v kusech
p	průměrný počet technologických operací na kus
m	je počet kusů v manipulační jednotce

1.5 Metoda postupových listů a postupových grafů

Metoda je značně složitá zdlouhavá, protože její základ vychází z detailní znalosti technologického postupu jednotlivých výrobků. Informace o pohybu daného materiálu se zapisují do určeného formuláře, který je nazýván jako postupový list. Pořadí zapisovaných operací se shodne s technologickým postupem.

Údaje z postupového listu používáme k pozorování a vyhodnocování materiálového toku. Tyto údaje můžeme použít také k vypočtení nákladů na manipulaci s výrobky a materiálem. Pro přehlednější sledování materiálového toku se nám nabízí možnost zakreslování údajů z postupového listu do grafické podoby.

Poté získáme postupový graf daného toku materiálu. Můžeme zde i zakreslovat místa kde vzniká odpad i s množstevní hodnotou. [1]

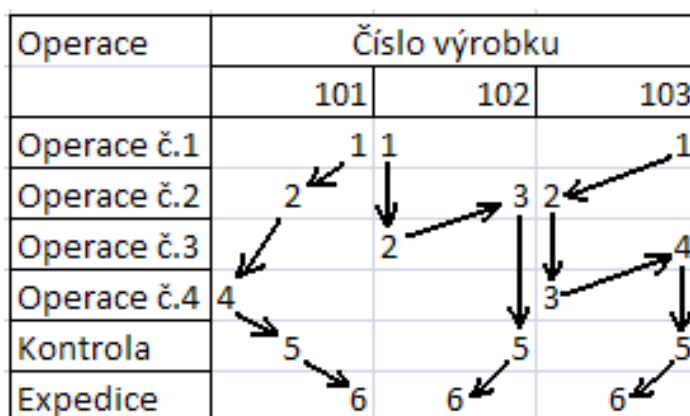
1.6 Metoda postupového schématu

Základem této metody je grafické nastínění materiálového toku pro několik výrobků najednou. Údaje v levém sloupci uvádějí všechna technologická pracoviště v logickém rozmístění a pořadí. V následujících sloupcích je poté průběh technologických toku pro jednotlivé výrobky nebo i zastupitele celé skupiny podobných nebo stejných výrobků.

Pro každý výrobek je vytvořen graf, který obsahuje kroužky a přímky stejně tak jako postupový graf. Uvnitř každého kroužku je zaznamenáno číslo každé operace, podle toho jak za sebou jednotlivé operace u všech výrobků následují. Kroužky jsou mezi sebou spojené přímkou v návaznosti na to, jak za sebou následují operace. Pokud, není sled operací stejný, můžou se nám zobrazit i zpětné pohyby.

Postupová schémata nám pomůžou určit optimální sled operací u všech skupin výrobků a také nám můžou posloužit při rozhodování u rozmíst'ování pracovišť. Po vyhodnocení analýzy může dojít i k vyrušení některých zpětných toků což je vždy přínosem. [1]

Tab. 1.1 Příklad grafického znázornění-postupové schéma [1]



1.7 Metoda šachovnicové tabulky

Na základě metody šachovnicové tabulky je nám umožněno pozorovat změny v rovnováze mezi vstupem a výstupem materiálu na technologických pracovištích. Pokud, nastane rovnováha, musí v tabulce součet hodnot, ve vodorovných řádcích odpovídat součtovým hodnotám daných sloupců.

Šachovnicová tabulka nezahrnuje údaje o každém výrobku, který se pohybuje mezi pracovišti, ale zahrnuje údaje za celkový součet hmot za námi zvolené období. Metoda se osvědčila v kusových náročných výrobcích, kde se ukázala jako velmi výhodná.

Metoda šachovnicové tabulky je občas jmenována jako odkud-kam. [1]

Připraví se tak, že se názvy operací nebo pracovišť napíše jak shora dolů, tak zleva doprava avšak ve stejném pořadí. Do každého okénka, v němž se křížuje řádek se sloupcem, vyznačíme pohyb od jedné operace ke druhé. Tak dostaneme záznam o pohybu každého výrobku s tím, že je jednoznačně vidět odkud výrobek přichází a kam jde. Do jednotlivých políček tabulky (průsečíků) zapisujeme přepravovanou hmotnost materiálu mezi dvěma pracovišti za určité období (kg směn, tuny rok) a tento údaj zapisujeme do horní části a pod tuto hodnotu zapisujeme údaj o vzdálenosti mezi pracovišti obvykle v metrech. Tím máme možnost určit i přepravní výkon jako součin obou údajů. (*Smetana*)

Tab. 1.2 Příklad šachovnicové tabulky [1]

Pořadové číslo a název objektu		Objekty odebírající (kam)										Součet [t/rok]
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Objekty odesílající (odkud)												
	Ústřední sklad											
	Objekt A											
	Objekt B											
	Objekt C											
	Objekt D											
	Objekt E											
	Odsun											
	Součet [t/rok]											

1.8 Grafické znázornění materiálového toku

Jako podklad pro grafické znázornění materiálového toku může být pro nás jeden z rozborů, které už jsem jmenoval. Díky grafickému znázornění se můžeme poté přesvědčit, že pracoviště jsou optimálně rozmístěna tak abychom dosáhli co nejvyššího přepravního výkonu bez jakéhokoliv zbytečného křížení těchto cest. [2]

Nejpoužívanější grafické znázornění:

- schémata dopravních cest.
- Sankeyův diagram.

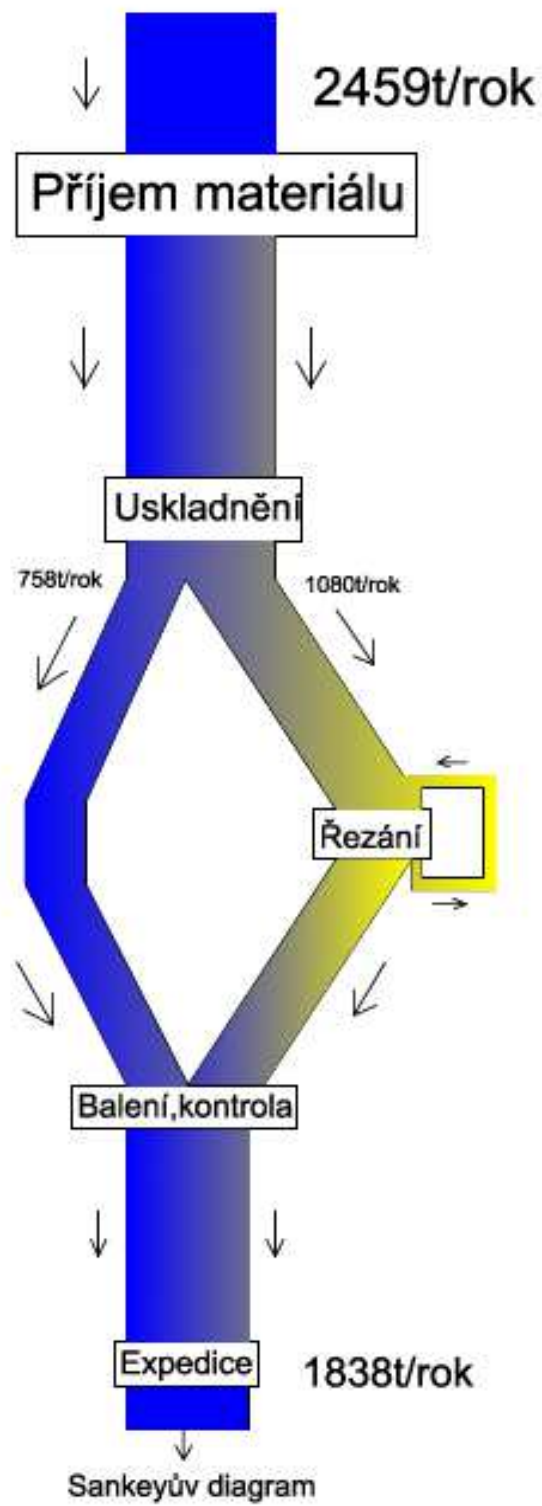
Schéma dopravních cest

Schéma představuje zejména návaznost příjmových a odesílacích pracovišť nebo míst. Tohle schéma je vytvářeno zpravidla jen jako předběžná možnost nebo návrh. Je to hlavně proto, aby se dali jednoduše mezi sebou porovnávat různé varianty rozmístění pracovišť. Je to dáno tím, že u tohoto schématu vzdálenosti mezi pracovišti nebo místy nemusí odpovídat měřítku. [3]

Sankeyův diagram

V Sankeyovém diagramu je materiálový tok znázorněn čarou. Čára vedena mezi danými objekty má tloušťku, která je přímo úměrná objemu přepravovaného materiálu. Také délka uvádí přesnou vzdálenost mezi pracovišti nebo objekty.

Z takového schématu můžeme vyčíst spoustu užitečných informací, protože v něm pracujeme se skutečnými měřítky. Jako podklad pro sestavení grafu bývá šachovnicová tabulka. Abychom, zvýšily přehlednost, můžeme v diagramu využívat nejrůznějších značek, které nesou danou informaci nebo také využití barev. [2]



1 mm = 153 t

Obr. 1.1 Sankeyův diagram

1.9 Firma INDUSTROPROFIL s.r.o.

Firma je na našem trhu etablovaná od roku 1994. Zaměřuje se především na nákup hutních materiálů, kovářských polotovarů apod. Tyto produkty dále prodává zákazníkům. Podle požadavku zákazníka je firma schopna tyto produkty dodat v jakémkoliv požadovaném rozměru. Firma zaměstnává 12 zaměstnanců včetně pěti skladníků. Veškerý sortiment je v jediném centrálním skladu, odkud je distribuován pro zákazníky z celé střední Evropy. Konkrétně firma nabízí:

Sortiment hutních materiálů

- profilová ocel
- betonářská ocel
- tažená ocel
- trapézové plechy a ostatní

Kovářské polotovary a výrobky

- tisíce druhů kovářských prvků
- hotové výrobky (svícny, lustry, věšáky apod.)
- výrobky na míru dle požadavků zákazníka (brány, zábradlí apod.)

Dosažené certifikáty:

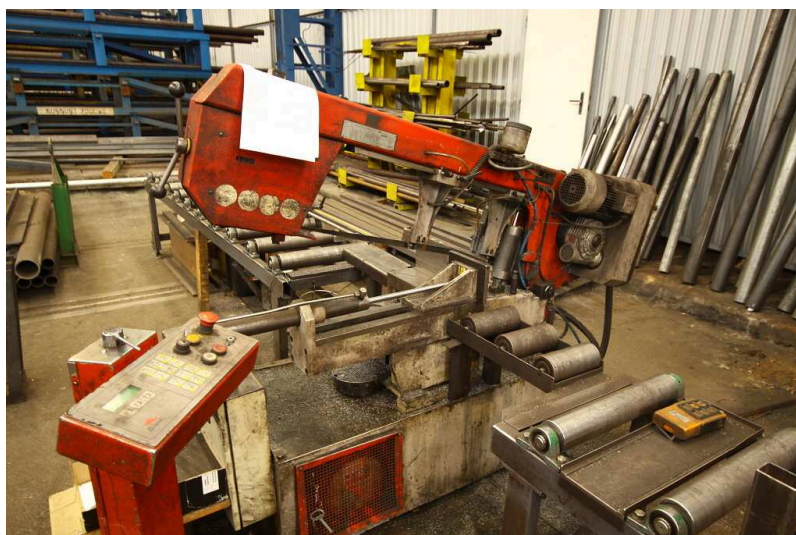


Obr. 1.2 Dosažené certifikáty [6]

1.9.1 Fungování skladu

Ve skladu probíhá velmi jednoduchý materiálový tok a to díky tomu, že se zde nachází jen jediná mezioperace a to řezání. Materiál přivezeny do skladu, je za pomoci mostového jeřábu uskladněn do jednoho nebo více ze sektorů, kterých je ve skladu čtrnáct. Při prodeji daného materiálu se materiál přesune do vychystávacího sektoru kde je zabalen a připravován pro expedici. Pokud je nutné dle přání zákazníka změnit rozměry materiálu je přemístěn materiál na stanoviště s rámovou pilou kde se tento požadavek provede.

Pracoviště s rámovou pilou se momentálně nachází v sektoru č. 13. V daném pracovišti se nachází mnohostranná poloautomatická rámová pila Transverse 410.260 DGH s oboustrannými úhlovými řezy v rozsahu -60° až $+60^\circ$.

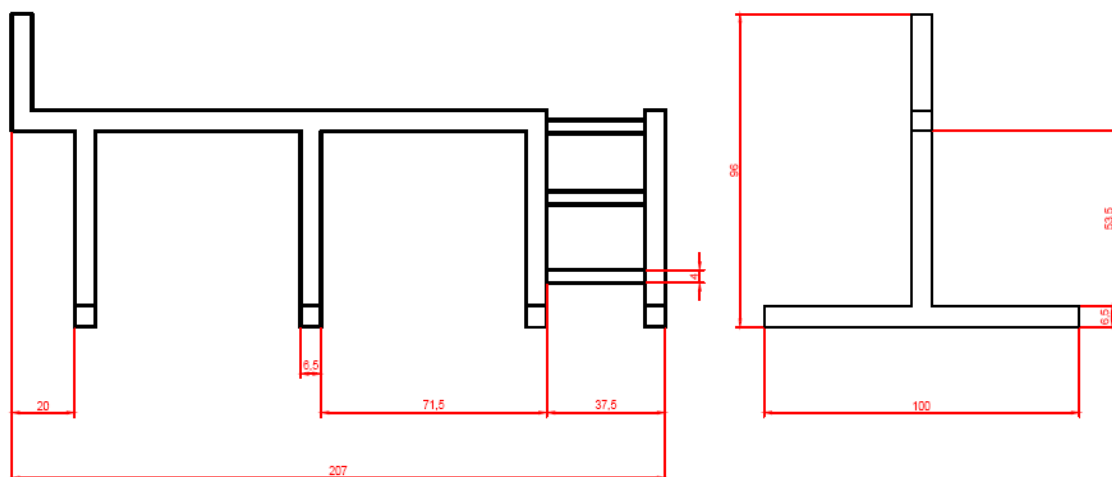


Obr. 1.3 pracoviště s rámovou pilou [7]

1.9.2 Způsob uskladnění materiálu

Firma skladuje materiál v hale rozdělené na pomyslné sektory 1-14. V sektoru 1, částečně 10, 11 a 12 je materiál uskladněn v regálech a stojanech viz obr. 1.5, s maximální bezpečnou výškou 6 metrů.

Ve zbylých sektorech, je materiál uskladněn na ocelových roštích viz obr. 1.6 s maximální bezpečnou výškou uložení 1,8 metrů. V sektoru pro vychystávání a vykládání materiálu je materiál uložen na stolicích viz obr. 1.4.



Obr. 1.4 Stoličky na materiál určený k expedici ve vychystávacím prostoru (sektor 4).

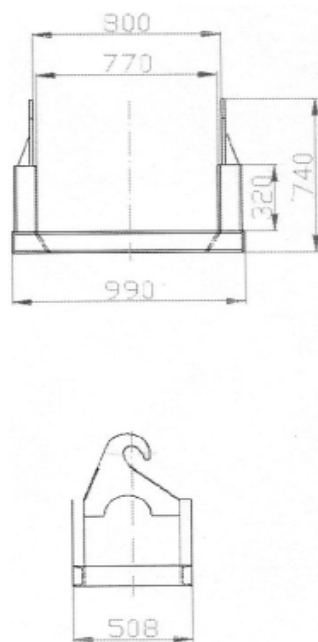
Stohovací schránky

Stohovací schránky na tyče. V těchto stozích jsou uskladněny ocel plochá, jákly, trubky a nacházejí se v sektoru 11-12; 10-11; 11.

Výrobce: TAK-IRGS s.r.o.

Hlavní parametry:

- Pracovní výška: 320 mm
- Nosnost: 3 200kg
- Dle pracovní výšky, max. 90 kg

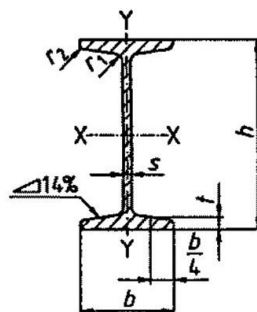


Obr. 1.5 Stohovací schránka

Rošty pro ukládání se nacházejí ve zbylých sektorech.

Hlavní parametry:

- Šířka průřezu b 74 mm
- Výška průřezu h 160 mm
- Tloušťka příruby t 9,5 mm
- Tloušťka stojiny s 6,3 mm
- Hmotnost 17,90 kg/m



Obr. 1.6 Rošt pro ukládání [8]

Konstrukce a únosnost podlahy je provedena s únosností 10 t/m² statického zatížení.

1.9.3 Výpočet kapacity skladu

Nejdříve jsme si vypočítali plochu na, které je možné skladovat, tím že jsme sečetli plochy všech sektorů ve kterých je skladován materiál.

Výpočet plochy na, které je nebo může být materiál skladován:

$$S_{\text{celk.}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9 + S_{10} + S_{11} + S_{12} + S_{13} + S_{14} \quad (2)$$

$$S_{\text{celk.}} = 40 \times 10 + 60 \times 120 + 6 \times (60 \times 120) + 60 \times 130 + 60 \times 120 + 40 \times 60 + 160 \times 40 + 35 \times 70 + 145 \times 60 + 20 \times 137 = \underline{92\,090 \text{ dm}^2} = \underline{920.90 \text{ m}^2}$$

Konečný výpočet objemu neboli kapacity skladování, jsme rozdělili na dvě části z důvodu, že v určitých sektorech je materiál skladován ve stohovacích schránkách a regálech. V druhé části jsme dopočítali kapacitu zbylých sektorů se skladováním na roštích.

Výpočet aktuální kapacity skladu probíhal s ohledem na bezpečné skladování:

$$V_1 = (S_{\text{celk.}} - S_{\text{reg.}}) \times h \quad (3)$$

$$V_1 = [(92090 - (40 \times 100) + (160 \times 75)) \times 18 = \underline{1\,369\,620 \text{ dm}^3} = \underline{1\,369.620 \text{ m}^3}$$

$$V_2 = S_{\text{reg.}} \times h = 16\,000 \times 6 = \underline{96\,000 \text{ dm}^3} = \underline{96 \text{ m}^3} \quad (4)$$

$$V_{\text{celk.}} = V_1 + V_2 = 1\,369\,620 + 96\,000 = \underline{1\,465\,620 \text{ dm}^3} = \underline{1\,465.620 \text{ m}^3} \quad (5)$$

kde:

$S_{\text{reg.}}$ plocha se skladováním na roštích [m²]

$V_{\text{celk.}}$ objem aktuální skladované plochy [m³]

1.10 Analýza současného stavu

Pro navržení optimálních variant je nutné si nejdříve zmapovat současný stav materiálového toku a to zejména vzdálenosti jaké musí materiál ve skladu urazit.

Společnost Industroprofil s.r.o. skladuje široký výběr hutního materiálu. Pro lepší přehlednost si rozdělím celý sortiment do několika skupin, které budou představovány jako Tyče, Úhelníky, Jakly, Plechy, Trubky, Betonářská ocel, KARI síť, ocel, ostatní.

Výpočet vzdálenosti

Pro výpočet vzdálenosti toku materiálu mezi místem expedice a daným sektorem pro uskladnění je nutné rozdělit materiálový tok dané skupiny na materiál určený k řezání a materiál bez řezání.

Přibližný procentuální poměr mezi podskupinou materiál k řezání a materiál bez řezání je určen na 60%:40%. Dle tohoto poměru provedu přepočty objemu toku pro každou podskupinu a k nim přidělím průměrnou vzdálenost v metrech.

Vzdálenost podskupiny materiál k řezání bude pro každou skupinu větší, nastavenou o vzdálenost nutnou k přesunu od místa uskladnění, k pracovišti s rámovou pilou.

Výpočet pro vzdálenost za rok (materiál k řezání):

$$X_{\text{ř}} = (V_{\text{t,ř}} / M_{\text{j,ř}}) \times Z_{\text{ř}} \quad (6)$$

kde:

$X_{\text{ř}}$	vzdálenost za rok [m]
$V_{\text{t,ř}}$	objem toku [kg]
$M_{\text{j,ř}}$	zvolený objem manipulační jednotky [kg]
$Z_{\text{ř}}$	vzdálenost nutná k pojezdu s mezioperací [m]

Za objem manipulační jednotky pro materiál určený k řezání volím přibližnou průměrnou hodnotu 300 kilogramů.

Výpočet pro vzdálenost za rok (materiál bez řezání):

$$X_b = (V_{t,b} / M_{j,b}) \times Z_b \quad (7)$$

kde:

X	vzdálenost za rok [m]
$V_{t,b}$	objem toku [kg]
$M_{j,b}$	zvolený objem manipulační jednotky [kg]
Z_b	vzdálenost nutná k pojezdu bez mezioperace [m]

Za objem manipulační jednotky pro materiál určený bez řezání volím přibližnou průměrnou hodnotu 500 kilogramů.

Výsledky se promítnou do sloupce vzdálenost ураžená za rok. Po provedení součtu výsledku obou podskupin dostanu celkovou vzdálenost ураženou za rok pro danou skupinu materiálu.

Stejný postup aplikuji u zbylých skupin, které jsou zahrnuté do analýzy kromě skupiny Betonářská ocel.

Tab. 1.3 Vzdálenost pro tyče v současném stavu

Tyče	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	1 092 127,4		
Materiál k řezání	60%	655 276,44	106	231 531
Materiál bez řezání	40%	436 850,96	44	38 442
Celková vzdálenost				269 973

Tab. 1.4 Vzdálenost pro úhelníky v současném stavu

Úhelníky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost v [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	149 307		
Materiál k řezání	60%	89 584,2	110	32 847,5
Materiál bez řezání	40%	59 722,8	78	9 316,7
			Celková vzdálenost	42 164,2

Tab. 1.5 Vzdálenost pro jákly v současném stavu

Jákly	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	96 206,7		
Materiál k řezání	60%	57 724	110	21 165,5
Materiál bez řezání	40%	38 482,7	90	6 926,8
			Celková vzdálenost	28 092,3

Tab. 1.6 Vzdálenost pro trubky v současném stavu

Trubky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	4 080		
Materiál k řezání	60%	2 448	110	897,6
Materiál bez řezání	40%	1 632	90	489,6
			Celková vzdálenost	1 387,2

U této skupiny je výpočet podstatně zjednodušen, jelikož u tohoto materiálu nedochází k řezání na pracovišti rámové pily a tudíž jej můžeme brát jako materiál bez řezání.

Výpočet pro vzdálenost za rok:

$$X = (V_t / M_j) \times Z \quad (8)$$

kde:

X	vzdálenost za rok [m]
V_t	objem toku [kg]
M_j	zvolený objem manipulační jednotky [kg]
Z	vzdálenost nutná k pojezdu bez mezioperace [m]

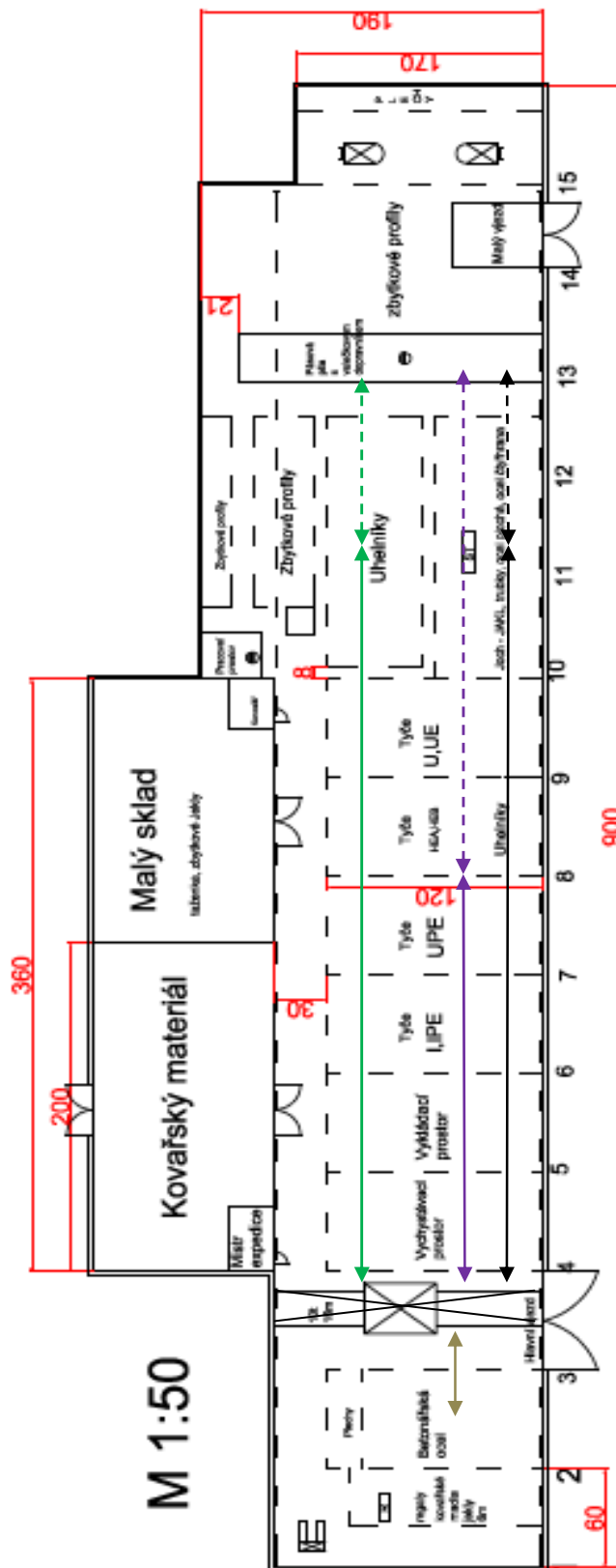
Za objem manipulační jednotky pro materiál určený bez řezání volím přibližnou průměrnou hodnotu 2 500 kilogramů.

Tab. 1.7 Vzdálenost pro betonářskou ocel v současném stavu

Betonářská ocel	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
Celkově	100%	374 227	5	935,5

V následujícím obrázku viz obr. 1.7 je zobrazeno rozmístění sortimentu ve skladu. Šipky naznačují materiálový tok ve skladu, kde každá skupina materiálu je rozlišená barvou. Čerchovaným stylem je naznačený materiálový tok vedoucí k mezioperaci.

- zelená barva: úhelníky
- fialová barva: tyče
- oranžová barva: betonářská ocel
- černá barva: jákly, trubky



Obr. 1.7 Současný stav rozestavení skladu

V tabulce č. 2.6 jsem se dopracoval k součtu všech celkových vzdálenosti čímž jsem dostal hodnotu o celkové vzdálenosti pojezdu na skladu zkoumaných skupin materiálu. Tato hodnota udává současný stav na skladu a bude sloužit jako porovnávací hodnota pro navrhované optimalizace řešení.

Mým cílem je vytvořit takový návrh řešení, který by danou hodnotu co nejvíce snížil a tím by došlo i k optimalizaci. Návrhy řešení i s výpočty a s návrhem rozmístění uvádím v kapitole čtyři.

Tab. 1.8 Celková vzdálenost za všechny skupiny

DRUH MATERIÁLU	Obrat za rok [Kg]	Vzdálenost [m]	Celková vzdálenost [m]
TYČE	1 092 127,4	106;44	269 973,9
ÚHELNÍKY	149 307	110;78	42 164,2
JÄKLY	96 206,69	110;90	28 092,3
BETONÄŘSKÄ OCEL	374 227	5	935,5
TRUBKY	4 080	110;90	1 387,2
		Suma	342 553,1

2 NÁVRHY OPTIMÁLNÍHO ROZMÍSTĚNÍ SKLADOVÝCH ZÁSOB

Pro vytvoření optimálního návrhu skladových zásob si pomůžu ABC analýzou. V následující tabulce uvádím dané rozdělení zásob na skupiny a k nim přiřazenou obrátkovost za období jednoho roku v hmotnostních jednotkách kilogramů. Na základě obrátkovosti jsem dopočítal procentuální podíl na ročním obratu za každou skupinu.

Dle získaného procentuálního podílu jsem udělil každé skupině index v závislosti na jejich obratu.

Skupině Plechy a KARI sítě, ocel, ostatní jsem neuděloval žádný index, protože tyto dvě skupiny mají zvláštní specifikace pro manipulaci a uskladnění. Proto by se na nich analýza zkreslovala.

Tab. 2.1 Výběr stěžejního výrobku

DRUH MATERIÁLU	OBRAT ZA ROK [Kg]	PODÍL V PROCENTECH	INDEX PRODUKTU
TYČE	1 092 127,4	59,70%	A
ÚHELNÍKY	149 307	8,20%	B
JÄKLY	96 206,69	5,30%	B
PLECHY	61 454,13	3,36%	-
TRUBKY	4 080	0,22%	C
BETONÄRSKÄ OCEL	374 227	20,50%	B
KARI sítě, ocel, ostatní	51 164,5	2,80%	-

2.1 Varianta č. 1

V této variantě jsem se pokusil materiál s největším obratem za rok přesunout co nejbliže ke stanovišti s řezáním. Zbytek skupin materiálu jsem podle indexu rozestavil do neobsazených sektorů.

Poté následují výpočty za každou skupinu stejným postupem jako při analýze současného stavu.

Tab. 2.2 Vzdálenost pro tyče ve variantě č. 1

Tyče	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	1 092 127,4		
Materiál k řezání	60%	655 276,44	112	244 636
Materiál bez řezání	40%	436 850,96	76	66 401,2
			Celková vzdálenost	311 037,2

Tab. 2.3 Vzdálenost pro úhelníky ve variantě č. 1

Úhelníky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost v [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	149 307		
Materiál k řezání	60%	89 584,2	116	34 639,2
Materiál bez řezání	40%	59 722,8	48	5 733,3
			Celková vzdálenost	40 372,6

Tab. 2.4 Vzdálenost pro jākly ve variantě č. 1

Jākly	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	96 206,7		
Materiál k řezání	60%	57 724	110	21 165,5
Materiál bez řezání	40%	38 482,7	90	6 926,8
			Celková vzdálenost	28 092,3

Tab. 2.5 Vzdálenost pro trubky ve variantě č. 1

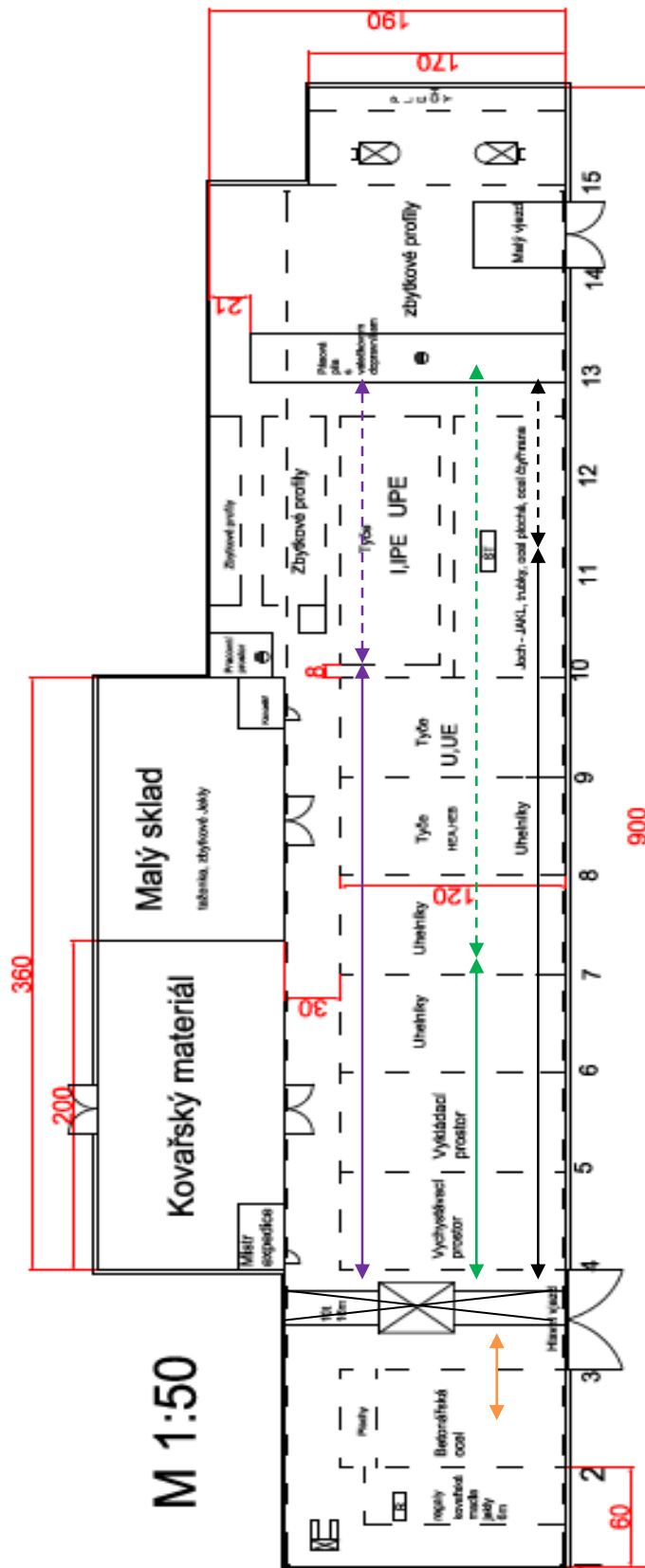
Trubky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	4 080		
Materiál k řezání	60%	2 448	110	897,6
Materiál bez řezání	40%	1 632	90	489,6
			Celková vzdálenost	1 387,2

Tab. 2.6 Vzdálenost pro betonářskou ocel ve variantě č. 1

Betonářská ocel	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
Celkově	100%	374 227	5	935,5

V následujícím obrázku viz obr. 2.1 je zobrazeno rozmístění sortimentu ve skladu. Šipky naznačují materiálový tok ve skladu, kde každá skupina materiálu je rozlišená barvou. Čerchovaným stylem je naznačený materiálový tok vedoucí k mezioperaci.

- zelená barva: úhelníky
- fialová barva: tyče
- oranžová barva: betonářská ocel
- černá barva: jákly, trubky



Obr. 2.1 Varianta rozestavení č. 1

Tab. 2.7 Celková vzdálenost za všechny skupiny ve variantě č. 1

DRUH MATERIÁLU	OBRAT ZA ROK [Kg]	VZDÁLENOST [m]	CELKOVÁ VZDÁLENOST [m]
TYČE	1 092 127,4	112;76	311 037,2
ÚHELNÍKY	149 307	116;48	40 372,6
JÄKLY	96 206,69	110;90	28 092,3
BETONÄŘSKÄ OCEL	374 227	5	935,5
TRUBKY	4 080	110;90	1 387,2
		Suma	381 824,8

Současný stav vs. varianta č. 1

342 553,1[m] vs. **381 824,8 [m]**

Výsledný rozdíl vzdálenosti v materiálovém toku.

39 271,7 m

Z výpočtu vyplývá, že nedošlo ke snížení hodnoty, ale naopak k navýšení což je nežádoucí.

U této varianty nedošlo k optimalizaci a uvádím jí tímto jako nevyhovující příklad rozmístění skladových zásob do budoucna.

2.2 Varianta č. 2

V této variantě rozestavení došlo k výraznému posunu pracoviště pro řezání, nebo-li rámové pily. Pracoviště se posunulo blíž ke vjezdu do skladu a nejpočetnější materiály byly přesunuty mezi vjezd a rámovou pilu.

Tab. 2.8 Vzdálenost pro tyče pro variantu č. 2

Tyče	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	1 092 127,4		
Materiál k řezání	60%	655 276,44	78	170 371,8
Materiál bez řezání	40%	436 850,96	44	38 442,9
			Celková vzdálenost	208 814,7

Tab. 2.9 Vzdálenost pro úhelníky pro variantu č. 2

Úhelníky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	149 307		
Materiál k řezání	60%	89 584,2	81	24 187,7
Materiál bez řezání	40%	59 722,8	72	8 600
			Celková vzdálenost	32 787,7

Tab. 2.10 Vzdálenost pro jákly pro variantu č. 2

Jákly	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	96 206,7		
Materiál k řezání	60%	57 724	102	19 626
Materiál bez řezání	40%	38 482,7	102	7 850
			Celková vzdálenost	27 476

Hodnota průměrné vzdálenosti u obou podskupin materiálu k řezání a bez řezání zůstává stejná, protože sektory s těmito materiály se nacházejí až za pracovištěm rámové pily. Vzhledem k tomu materiál prochází přes pracoviště rámové pily, a proto nedochází k navyšování vzdálenosti pro přesun materiálu k řezání.

Tab. 2.11 Vzdálenost pro trubky pro variantu č. 2

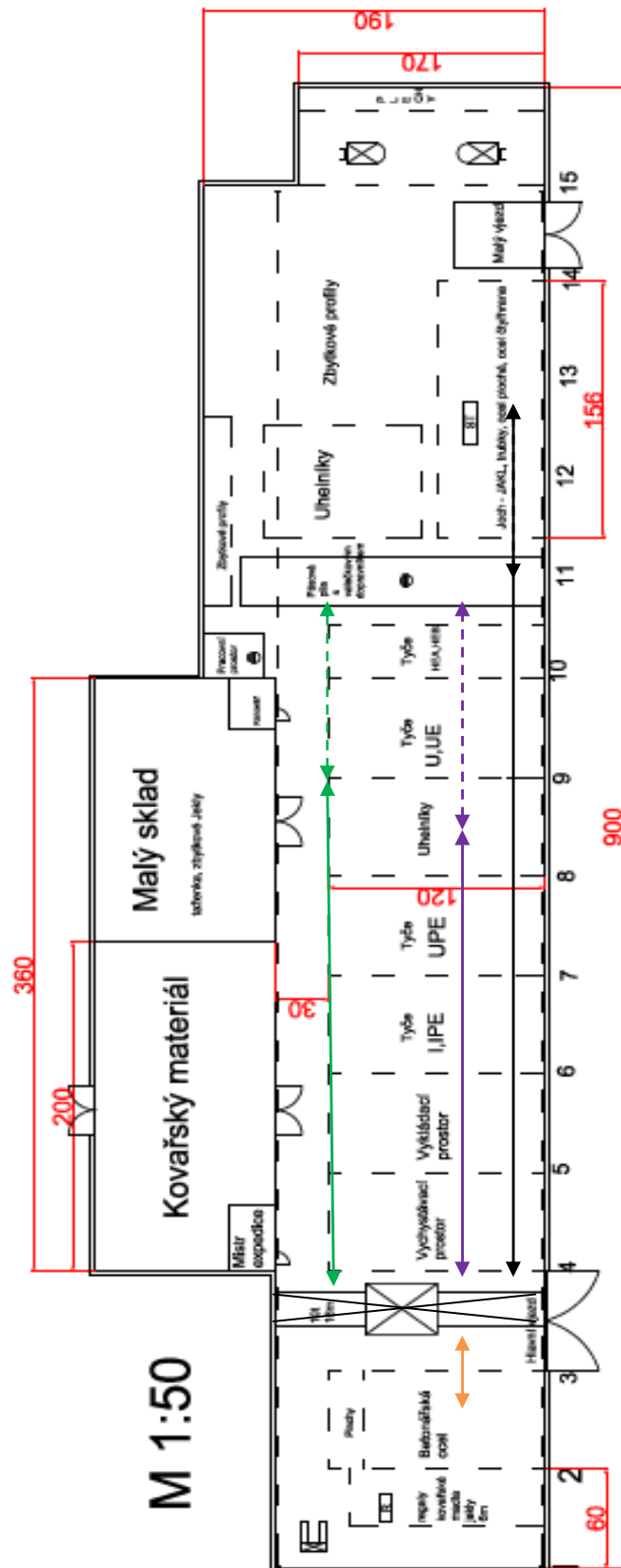
Trubky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	4 080		
Materiál k řezání	60%	2 448	102	832
Materiál bez řezání	40%	1 632	102	333
			Celková vzdálenost	1 165

Tab. 2.12 Vzdálenost pro betonářskou ocel pro variantu č. 2

Betonářská ocel	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
Celkově	100%	374 227	5	935,5

V následujícím obrázku viz obr. 2.2 je zobrazeno rozmístění sortimentu ve skladu. Šipky naznačují materiálový tok ve skladu, kde každá skupina materiálu je rozlišená barvou. Čerchovaným stylem je naznačený materiálový tok vedoucí k mezioperaci.

- zelená barva: úhelníky
- fialová barva: tyče
- oranžová barva: betonářská ocel
- černá barva: jākly, trubky



Obr. 2.2 Varianta rozestavení č. 2

Tab. 2.13 Celková vzdálenost za všechny skupiny pro variantu č. 2

DRUH MATERIÁLU	Obrat za rok [Kg]	Vzdálenost [m]	Celková vzdálenost [m]
TYČE	1 092 127,4	112;76	208 814
ÚHELNÍKY	149 307	116;48	32 787,7
JÄKLY	96 206,69	110;90	27 476
BETONÄŘSKÄ OCEL	374 227	5	935,5
TRUBKY	4 080	110;90	1 165
		Suma	271 178,2

Současný stav vs. varianta č. 2

342 553,1 vs. **271 178,2**

Výsledný rozdíl vzdálenosti v materiálovém toku.

71 375 m

Po součtu vzdálenosti všech skupin se dostávám na hodnotu 271 178.2 metrů. Při odečtu této hodnoty od hodnoty celkové vzdálenosti současného skladu dostanu výsledek 71 375 metrů.

Tato hodnota ukazuje, k jaké by došlo redukci celkové vzdálenosti a tím i k úspoře a optimalizaci pokud by byl sklad rozmístěn podle varianty č. 2.

2.3 Varianta č. 3

V poslední variantě jsem využil prvek z varianty č. 2 a to posunutí pracoviště s rámovou pilou blíže ke vjezdu do skladu, protože tohle přesunutí vytváří pravděpodobně největší úsporu. Další změna v této variantě je zrušení prostoru pro vykládání materiálu a sloučením této zóny s prostorem pro vychystávání materiálu. Tím vznikl volný sektor blízko vjezdu a mohl jsem jej zaplnit početným představitelem.

Dále došlo k výměně mezi skupinami Tyče a Úhelníky tak aby nejpočetnější skupina Tyče měla nejvýhodnější pozici ve skladu.

Stohy s materiály žakly, trubky a ocel, byly rovněž posunuty do vzdálenějších pozic ve skladu za pracoviště s rámovou pilou s ohledem na jejich nižší obrátkovost.

Tab. 2.14 Vzdálenost pro tyče pro variantu č. 3

Tyče	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	1 092 127,4		
Materiál k řezání	60%	655 276,44	82	179 108
Materiál bez řezání	40%	436 850,96	56	48 927
			Celková vzdálenost	228 035

Tab. 2.15 Vzdálenost pro úhelníky pro variantu č. 3

Úhelníky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	149 307		
Materiál k řezání	60%	89 584,2	86	25 681
Materiál bez řezání	40%	59 722,8	56	6 689
			Celková vzdálenost	32 370

Tab. 2.16 Vzdálenost pro žakly pro variantu č. 3

Žakly	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	96 206,7		
Materiál k řezání	60%	57 724	102	19 626
Materiál bez řezání	40%	38 482,7	102	7 850
			Celková vzdálenost	27 476

Tab. 2.17 Vzdálenost pro trubky pro variantu č. 3

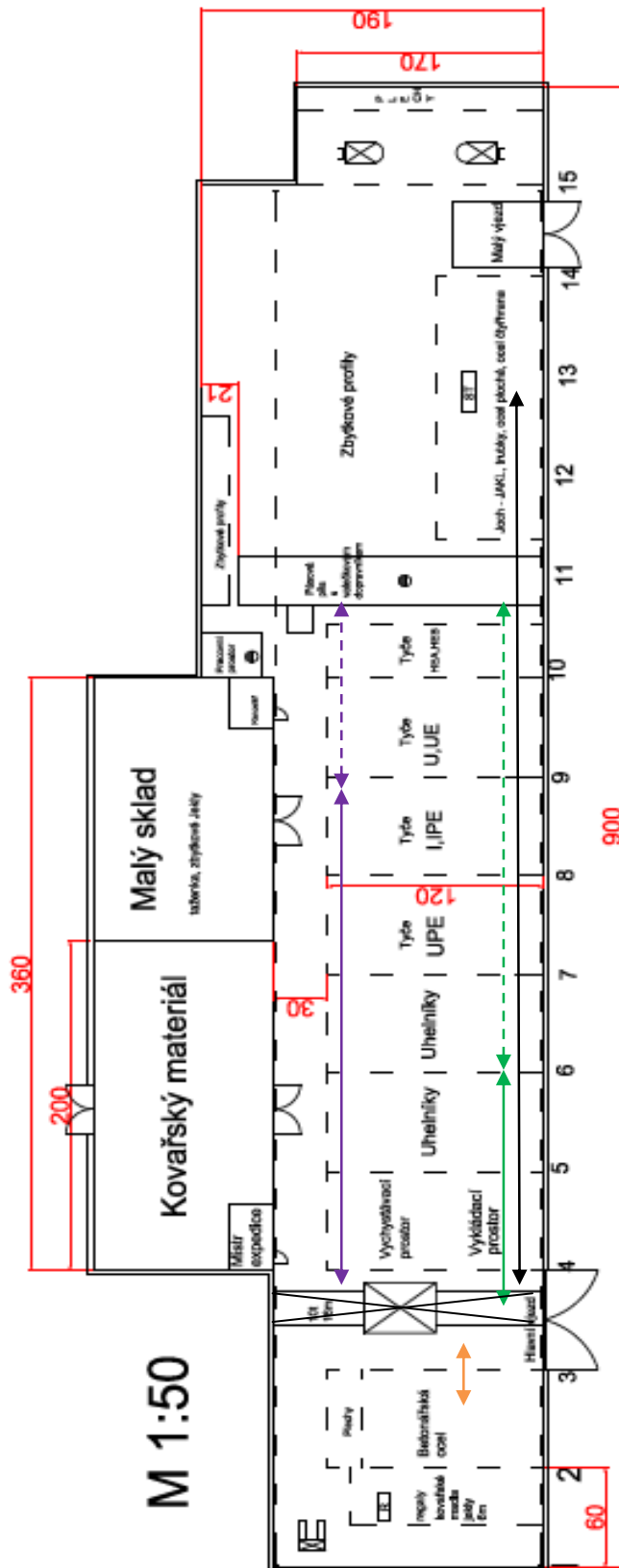
Trubky	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
	100%	4 080		
Materiál k řezání	60%	2 448	102	832
Materiál bez řezání	40%	1 632	102	333
			Celková vzdálenost	1 165

Tab. 2.18 Vzdálenost pro betonářskou ocel pro variantu č. 3

Betonářská ocel	Podíl v procentech	Objem toku [Kg]	Průměrná vzdálenost [m]	Vzdálenost za rok [m]
Celkově	100%	374 227	5	935,5

V následujícím obrázku viz obr. 2.3 je zobrazeno rozmístění sortimentu ve skladu. Šipky naznačují materiálový tok ve skladu, kde každá skupina materiálu je rozlišená barvou. Čerchovaným stylem je naznačený materiálový tok vedoucí k mezioperaci.

- zelená barva: úhelníky
- fialová barva: tyče
- oranžová barva: betonářská ocel
- černá barva: jākly, trubky



Obr. 2.3 Varianta rozestavení č. 3

Tab. 2.19 Celková vzdálenost za všechny skupiny ve variantě č. 3

DRUH MATERIÁLU	OBRAT ZA ROK [Kg]	Vzdálenost [m]	Celková vzdálenost [m]
TYČE	1 092 127,4	112;76	228 035
ÚHELNÍKY	149 307	116;48	32 370
JÄKLY	96 206,69	110;90	27 476
BETONÄŘSKÄ OCEL	374 227	5	935,5
TRUBKY	4 080	110;90	1 165
		Suma	289 981,5

Současný stav vs. varianta č. 3

342 553,1 vs. **289 981,5**

Výsledný rozdíl vzdálenosti v materiálovém toku.

52 571 m

Z výsledku vyplývá, že i v této variantě rozmístění došlo k optimalizaci a to ke zkrácení vzdálenosti o 52 571 metrů.

3 VYHODNOCENÍ A SROVNÁNÍ VARIANT

Tab. 3.1 Srovnání variant

Varianty	Výsledná vzdálenost [m]	Úspora vzdálenosti [m]	Úspora v procentech
Varianta č. 1	381 824,8	-39 271,7	-11,5%
Varianta č. 2	271 178,2	71 375	20,8%
Varianta č. 3	289 981,5	52 571	15,3%

- zelenou barvou je označena hodnota u niž došlo k úspoře celkové vzdálenosti.
- červenou barvou je označena hodnota u niž došlo naopak k navýšení celkové vzdálenosti proti současnému stavu.

Po srovnání všech variant vyplývá, že jednoznačně nejlepší varianta rozestavení skladu je varianta č. 2 s úsporou 71 375 metrů což činí 20,8% ze současného stavu celkové vzdálenosti.

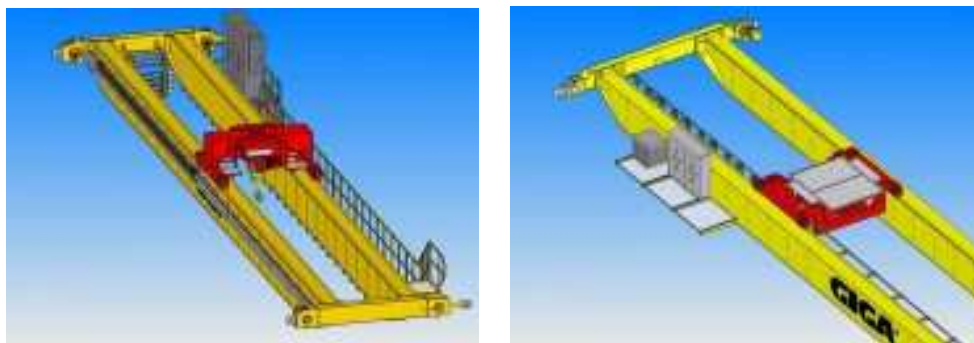
4 EKONOMICKÝ ROZBOR

4.1 Výpočet časové úspory

Výpočet časové úspory jsem provedl v závislosti na výsledcích ušetřených vzdálenosti pojezdu mostového jeřábu s materiálem. Firma je vybavena mostovým dvounosníkovým mostovým jeřábem.

Výrobce GIGA s.r.o. Liberec

- Ovládání dálkovým rádiovým ovládáním
- Dvourychlostní motory na zdvihu a pojezdu
- Nosnost jeřábu do 10t
- Rozpětí jeřábu do 16,5m
- Výška zdvihu do 9m
- Rychlost zdvihu: dvourychlostní
- Rychlost pojezdu kočky (kladkostroje): dvourychlostní – 5/20 nebo 10/40 m/min
- Rychlost pojezdu jeřábu: dvourychlostní – 5/20 nebo 10/40 m/min



Obr. 4.1 3D vizualizace mostového jeřábu [9]

Průměrná rychlost posuvu mostového jeřábu je stanovena na 25 m/min. Z této hodnoty jsem dále vypočetl celkový čas pojezdu mostového jeřábu v současném stavu za celý rok pomocí vypočítané vzdálenosti pojezdu.

Stejný výpočet jsem aplikoval pro jednotlivé varianty rozmístění skladových zásob.

Současný stav

$$\text{Celkový čas pojezdu} = \frac{\text{vzdálenost pojezdu za rok}}{\text{průměrná rychlost pojezdu}} = \frac{342553 \text{ m}}{25 \text{ m/min}} = 13\,702 \text{ min} = 228,4 \text{ h}$$

Varianta č. 1

Hodnota celkové ušetřené vzdálenosti vyšla negativně, a jak už jsem uváděl dříve, zanechal jsem tuto hodnotu v práci jako příklad k jakému rozmístění by nemělo v budoucnu dojít.

I z tohoto důvodu jsem tudíž vynechal ekonomický rozbor pro danou variantu, protože by neměla žádný význam.

Varianta č. 2

$$\text{Celkový čas pojezdu} = \frac{\text{vzdálenost pojezdu za rok}}{\text{průměrná rychlost pojezdu}} = \frac{271178 \text{ m}}{25 \text{ m/min}} = 10\,847 \text{ min} = 180,8 \text{ h}$$

Varianta č. 3

$$\text{Celkový čas pojezdu} = \frac{\text{vzdálenost pojezdu za rok}}{\text{průměrná rychlost pojezdu}} = \frac{289981 \text{ m}}{25 \text{ m/min}} = 11\,599 \text{ min} = 193,3 \text{ h}$$

Srovnání variant

Tab. 4.1 Srovnání variant

Rozmístění	Vzdálenost pojezdu za rok [m]	Celkový čas pojezdu [hod.]	Časová úspora [hod.]
Současný stav	342 553	228,4	
Varianta č. 2	271 178	180,8	47,6
Varianta č. 3	289 981	193,3	35,1

Podle očekávání největší časová úspora při pojezdu mostového jeřábu vznikla u varianty č. 2 a to 47,6 hodin. Varianta č. 3 také nabízí úsporu 35,1 hodin, ta je ovšem nižší než u varianty č. 2.

4.2 Výpočet finanční úspory

Finanční úsporu jsem počítal na základě spotřeby elektřiny mostového jeřábu při pojezdu v hale. Využil jsem k tomu předchozí výsledky, ze kterých vycházelo, že v nejlepší variantě se vzdálenost pojezdu zkrátila o 20,8%, tudíž o 71 375 m.

Hodnotu spotřeby elektřiny mostového jeřábu při pojezdu jsem stanovil z informací o mostovém jeřábu a o daných elektrických motorech, které slouží k pohybu. Hodnotu jsem zvolil na cca. 3,84 kWh.

Současný stav

Spotřeba elektřiny [kWh] = čas pojezdu x spotřeba elektřiny elektromotorů

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 228,4 \times 3,84 = 877 \text{ kWh}$$

Spotřeba elektřiny [Kč] = spotřeba elektřiny [kWh] x cena za 1 kWh [Kč]

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 877 \times 4,9 = 4\,297 \text{ Kč}$$

Výsledná hodnota spotřeby elektřiny udává spotřebu za jeden elektromotor. Elektromotorů sloužících k posuvu mostového jeřábu jsou čtyři, proto výslednou hodnotu je nutno vynásobit počtem elektromotorů.

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 4\,297 \times 4 \text{ elektromotory} = \underline{17\,188 \text{ Kč}}$$

V současném stavu rozmístění, spotřebuje mostový jeřáb jen při pojezdu elektrickou energii v hodnotě 17 188 Kč za rok.

Varianta č. 2

Spotřeba elektřiny [kWh] = čas pojezdu × spotřeba elektřiny elektromotorů

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 180,8 \times 3,84 = 694,3 \text{ kWh}$$

Spotřeba elektřiny [Kč] = spotřeba elektřiny (kWh) × cena za 1 kWh [Kč]

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 694,3 \times 4,9 = 3\,402 \text{ Kč}$$

$$\text{Spotřeba celkem} = 3\,402 \times 4 \text{ elektromotory} = \underline{13\,608 \text{ Kč}}$$

U varianty č. 2 nám vychází spotřeba mostového jeřábu při pojezdu 13 608 Kč za rok.

Varianta č. 3

Spotřeba elektřiny [kWh] = čas pojezdu × spotřeba elektřiny elektromotorů

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 193,3 \times 3,84 = 742,3 \text{ kWh}$$

Spotřeba elektřiny [Kč] = spotřeba elektřiny [kWh] × cena za 1 kWh [Kč]

$$\text{Spotřeba elektřiny} = 742,3 \times 4,9 = 3\,637 \text{ Kč}$$

$$\text{Spotřeba celkem} = 3\,637 \times 4 \text{ elektromotory} = 14\,548 \text{ Kč}$$

Ve variantě číslo tři jsem se dopočítal ke spotřebě elektrické energie v hodnotě 14 548 Kč za rok pro pojezd mostového jeřábu.

4.3 Srovnání výsledků variant

Tab. 4.2 celkové srovnání

Varianty	Spotřeba elektřiny za rok [kWh]	Spotřeba elektřiny za rok [Kč]	Rozdíl v [Kč]
Současný stav	877	17 188	
Varianta č. 2	694,3	13 608	3 580
Varianta č. 3	742,3	14 548	2 640

Po srovnání jednotlivých variant v tabulce se jasně potvrdilo, že varianta č. 2 přinesla největší úsporu nejenom finanční, ale i časovou a v obou těchto hlediscích se dosáhlo úspory v hodnotě 20,8 % proti současnému stavu rozmístění sortimentu ve skladu.

5 ZÁVĚR

Materiálový tok najdeme ve většině firem a je to neodmyslitelná část logistiky. Bez materiálového toku si nelze ani představit fungování většiny firem. Teoretická část bakalářské práce se zabývá teorií a vysvětlením materiálového toku.

Po teoretické části následuje praktická část, kde cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout lepší rozmístění skladových zásob ve skladu firmy Industroprofil s.r.o. Firma by chtěla sortiment mít rozmístěný lépe než za současného stavu, aby dosáhla nějaké časové úspory při přesouvání materiálu případně i finanční úspory. Tento požadavek byl ovšem s podmínkou toho, že firma si momentálně nemůže dovolit jakékoliv investice do řešení tohoto problému. Tenhle požadavek jsem respektoval a hledal jsem proto adekvátní řešení.

Zaměřil jsem se na zkrácení materiálového toku na co nejmenší vzdálenost. K tomu jsem využil teoretické znalosti materiálového toku. Dále s využitím ABC analýzy jsem začal sortiment rozmísťovat ve skladu tak aby došlo k optimalizaci. Optimalizaci trochu komplikovaly nedostatečné informace o materiálovém toku, ke kterým jsem neměl přístup kvůli firemnímu tajemství. Informace, kterých se to týkalo, jsem načerpal po konzultaci se zaměstnanci a jejich odborným odhadem.

Při výpočtu vzdálenosti materiálového toku bylo nutné vzorce upravit tak aby se dali aplikovat na daný sklad, který slouží hlavně jako distribuční. Vytvořil jsem tři varianty rozmístění sortimentu a k nim i schémata s naznačeným materiálovým tokem. Z výpočtu vyplynulo, že dvě varianty přinesly zkrácení materiálového toku a tudíž i optimalizaci. V nejlepší variantě došlo ke zkrácení materiálového toku o 71 375 metrů.

Na tyto varianty jsem se zaměřil při vypracovávání ekonomického rozboru. Především byla očekávaná časová úspora, která po zkrácení vzdálenosti materiálového toku musela nutně přijít. Veškerý materiál je ve skladu přesouván pomocí mostového jeřábu, proto byla potřeba stanovit průměrnou rychlost přesunu tohoto mostového jeřábu. Poté už jsme se mohli dostat k výpočtu časové úspory, která u nejlepší varianty činila až dvacet procent.

V této optimalizaci bylo možné také najít finanční úsporu. Zkrácení vzdálenosti materiálového toku, zkrátilo také vzdálenost pojezdu mostového jeřábu, což by se

nepochybně projevilo na spotřebě elektřiny. Po seznámení s daným typem mostového jeřábu jsme po konzultaci s jednatelem firmy GIGA s.r.o., vyrábějící tyto mostové jeřáby, stanovili přibližnou průměrnou spotřebu elektřiny elektromotorů při posuvu. Výsledky jsem propočítal s aktuální průměrnou cenou elektřiny. Za výsledek vyšlo, že optimalizace přinesla nejenom časovou, ale také finanční úsporu.

Vzhledem k tomu, že nebylo jednoduché přijít na optimalizaci rozmístění skladových zásob bez toho, aby se muselo nějak investovat a také bylo nutné se obejít bez některých informací, které byly vedeny jako firemní tajemství, tak se podařilo najít optimalizaci s nezanedbatelnými úsporami. Jednatel firmy Ing. Miroslav Gajdaczek se však absencí těchto informací snažil všemi silami nahradit i s pomocí zaměstnanců firmy, za což jim velice děkuji. Optimalizace tímto splnila požadavky i očekávání a bez jakýchkoliv finančních investic může být aplikovaná do praxe.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SMETANA, J. [i]Projektování technologických pracovišť.[/i] 1.vydání. Ostrava: VŠB TU Ostrava 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9
- [2] ZELENKA, A., KRÁL, M. [i]Projektování výrobních systémů.[/i] 1.vydání. ČVUT Praha, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2
- [3] ZELENKA, A., KRÁL, M., VIGNER, M. [i]Metodika projektování výrobních procesů.[/i] 1.vydání. SNTL Praha, 1984. 592 s.
- [4] RICK HARRIS, CHRIS HARRIS, EARL WILSON, Making materials flow, Lean Enterprise Institute, Inc. 93 s. ISBN: 0-9741824-9-4
- [5] SKALÍK, Pavel a Josef Novák. Základy projektování: učební text. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012, 191. ISBN 978-80-248-2678-3.
- [6] INDUSTROPROFIL s.r.o. [online]. [cit: 2014-05-15] Dostupné z: <http://www.industroprofil.eu/>
- [7] BOMAR [online]. [cit: 2014-05-15] Dostupné z: <http://www.bomar.cz/cs/cz-transverse/poloautomaticke/transverse-410-260-dgh>
- [8] FERONA [online]. [cit: 2014-05-15] Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=31109>
- [9] GIGA s.r.o. [online]. [cit: 2014-05-15] Dostupné z: <http://www.gigasro.cz/produkty-dvounosnikove-jeraby.html>

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Pavlu Skalíkovi za jeho odborné rady a čas, který mi věnoval po celou dobu psaní bakalářské práce. Mé poděkování směřuje také firmě Industroprofil s.r.o. a celému kolektivu pracovníků za pomoc při získávání informací pro řešení bakalářské práce.

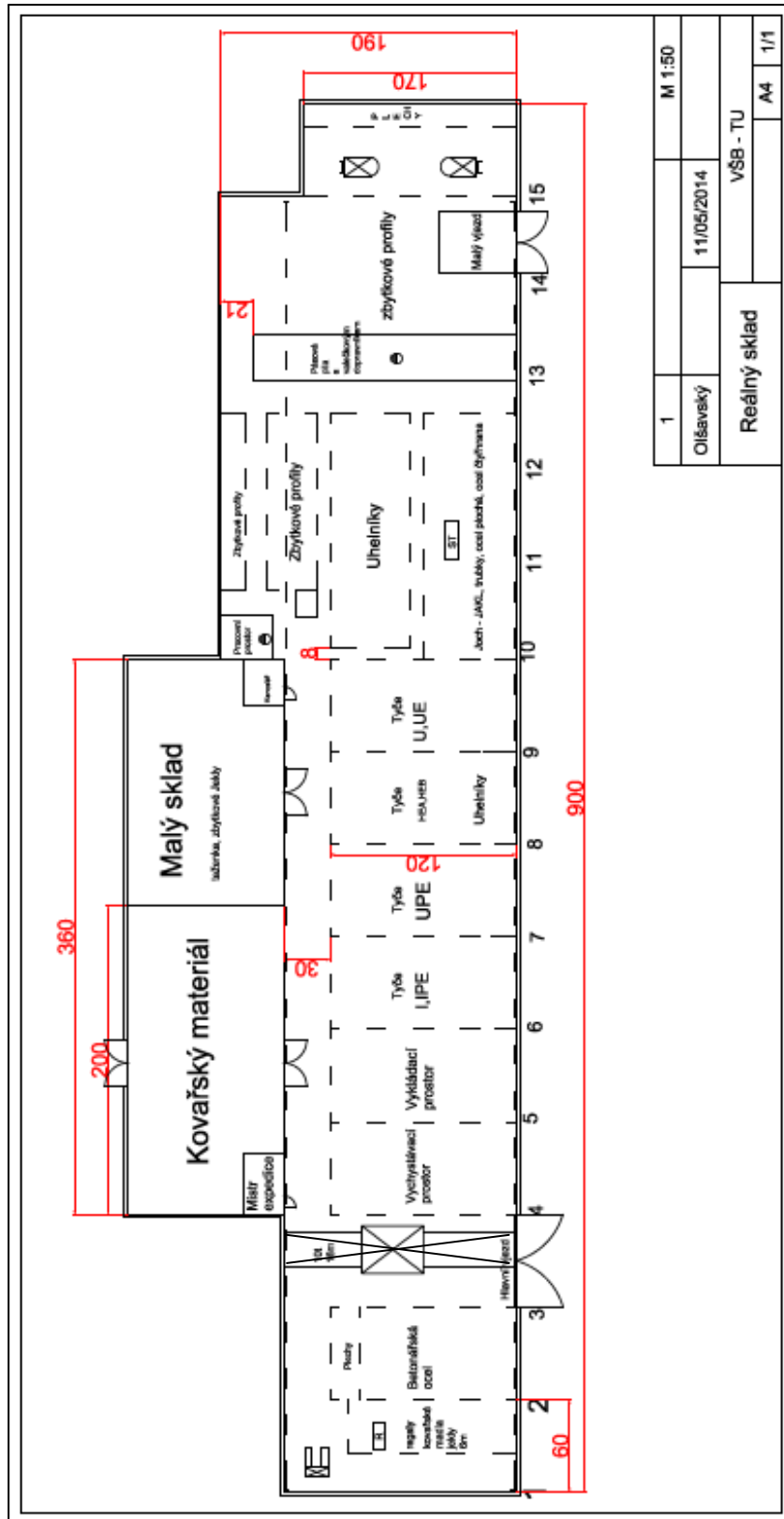
7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Nákres současného rozestavení skladu.

Příloha B: Nákres rozestavení č. 1.

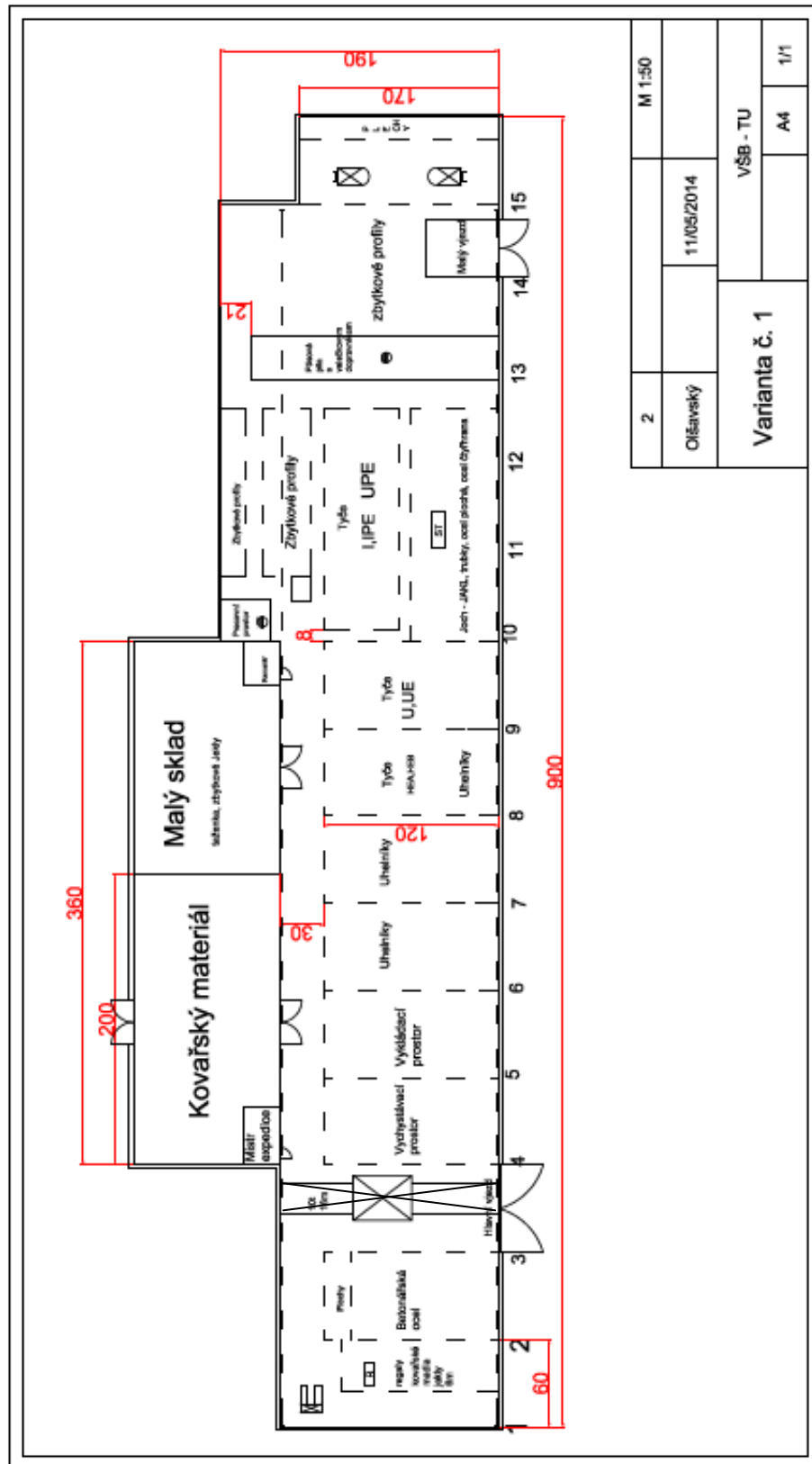
Příloha C: Nákres rozestavení č. 3.

Příloha A

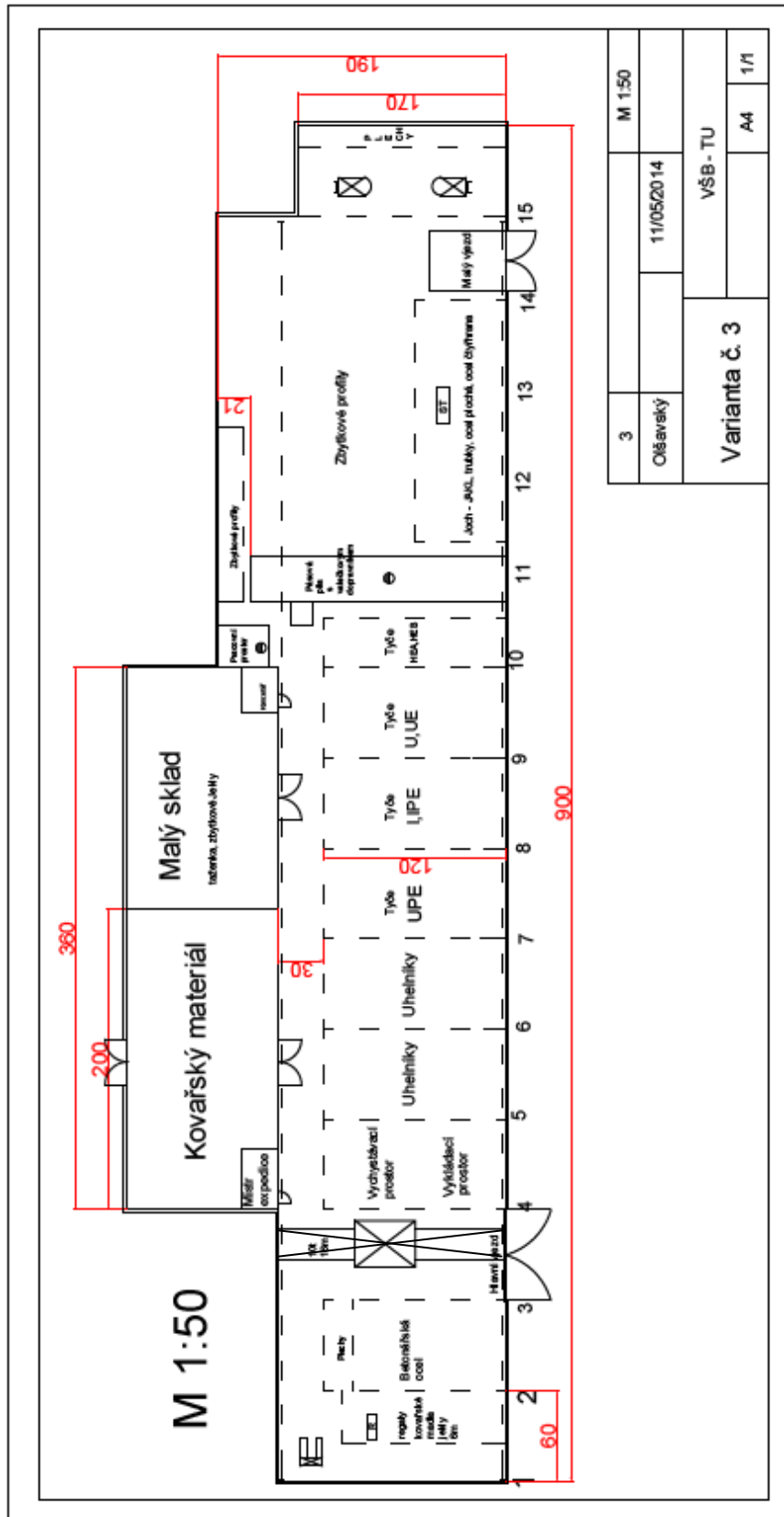


1		M 1:50
Olišavský	11/05/2014	
Reálný sklad		VŠB - TU
		A4 1/1

Příloha B



2		M 1:50
Oliářský	11/05/2014	
Varianta č. 1		VŠB - TU
	A4	1/1



3	M 1:50
Ošavský	11/05/2014
Varianta č. 3	
VŠB - TU	
A4	1/1