



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

MANIPULACE S MATERIÁLEM VE SKLADĚ

MANIPULATION WITH MATERIAL AT STORAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAKUB MOŠKOŘ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MAREK ŠTRONER, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jakub Moškoř

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

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

Manipulace s materiálem ve skladě

v anglickém jazyce:

Manipulation with material at storage

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě literární rešerše z oblasti manipulace s materiálem ve skladech provést fiktivní příklad návrhu daného skladu z více hledisek. Výsledkem budou výstupní projekční řešení a jejich zhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

1. Rešerše z oblasti manipulace s materiálem.
2. Používaná manipulační zařízení ve skladech.
3. Volba fiktivního skladu a jeho propočet.
4. Púdorysná řešení skladu.
5. Závěr.

Seznam odborné literatury:

1. DRAŽAN, František a Karel, JEŘÁBEK. Manipulace s materiálem. 1. vyd. SNTL Praha, 1979. 454 s. 04-220-79.
2. HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 2. vyd. Brno: VUT, 2000. 152 s. 55-628-83.
3. HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (cvičení). 2. vyd. Brno: VUT 1998.35 s. ISBN 80-214-0706-9.
4. HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů (Technologické projekty I). 3. vyd. Brno: VUT, 2000. 201 s. 55-583-87.
5. JÍLEK, Vladimír, LÍBAL, Vladimír a František, REMTA. Manipulace s materiálem. 1. vyd. SNTL Praha, 1978. 229 s. 04-321-78.
6. ZELENKA, Antonín a Mirko, KRÁL. Projektování výrobních systémů. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marek Štroner, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 24.11.2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem skladu plechů. Zkoumá rozdíly v manipulaci a skladování plechů mezi jednotlivými návrhy z hlediska efektivity skladovací plochy a velikosti materiálového toku v kritický den. Součástí práce je rešerše z oboru manipulace s materiálem a manipulační techniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

plech, materiál, manipulace, skladování, regál

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with concept of storing of metal sheets. Focusing on differences in metal sheet handling and storing. Key aspects are effectiveness of storing space and material flow on critical day. There is also literal research in field of material handling and handling technology as part of this thesis.

KEY WORDS

metal sheet, material, handling, storing, storage unit

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MOŠKOŘ Jakub: *Manipulace s materiálem ve skladě*. Brno, 2015. 43s, 2 výkresy, 2 přílohy, CD. Bakalářská práce. FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing Marek Štroner, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Brně dne 29.5.2015

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, Ph.D. za trpělivost a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH

Zadání bakalářské práce	
Abstrakt a klíčová slova	
Bibliografická citace	
Prohlášení	
Poděkování	
Obsah	
ÚVOD	10
1 MANIPULACE S MATERIÁLEM	11
1.1 Základní pojmy	11
1.2 Rozdělení materiálu	11
1.2 Způsoby manipulace	12
2 MANIPULAČNÍ ZARÍZENÍ	14
2.1 Vysokozdvížené vozíky	14
2.1.1 Nízkozdvižný manuální vozík	14
2.1.2 Nízkozdvižný elektrický vozík	15
2.1.3 Vysokozdvížený motorový vozík	15
2.1.4 Další typy vysokozdvížených vozíků	16
2.2 Jeřáby	16
2.2.1 Mostový jeřáb	17
2.2.2 Sloupový jeřáb	18
2.2.3 Portálový jeřáb	18
2.2.4 Konzolový jeřáb	19
2.2.5 Stohovací jeřáb	20
2.3 Regálový zakladač	20
2.4 Manipulační příslušenství	21
2.4.1 Kladkostroj	21
2.4.2 Magnetický zvedák	21
2.4.3 Vakuový zvedák	22
2.4.4 Svěrky	22
2.4.5 Nakládací vidlice	23
2.4.6 C-hák	23
2.5 Regály	24
2.5.1 Příhradový regál	24
2.5.2 Stromečkový regál	24
2.5.3 Konzolový regál	25
2.5.4 Další regály	25
3 PROPOČET SKLADU	27
3.1 Hrubý kapacitní propočet skladu	27
3.1.1 Skladba a počet tabulí	27
3.1.2 Objem a hmotnost jedné tabule	27
3.1.3 Celková hmotnost materiálu za rok pro jednotlivé materiály	28
3.1.4 Denní spotřeba pro jednotlivé materiály	28
3.1.5 Skladové množství pro jednotlivé materiály	28
3.1.6 Počet plechů jednotlivých materiálů, které je třeba uskladnit	29
3.2 Uskladnění na zemi	29
3.2.1 Počet kusů ve svazku	30

3.2.2 Počet svazků.....	31
3.2.3 Počet stohů.....	31
3.2.4 Volba nůžek a pracovní čas nůžek.....	32
3.2.5 Denní spotřeba tabulí.....	33
3.2.6 Denní spotřeba svazků.....	33
3.2.7 Paletizace nastříhaných pruhů.....	34
3.2.8 Kritický den.....	35
3.2.9 Pracovní čas a materiálový tok v kritický den.....	36
3.3 Uskladnění v regálech.....	36
3.3.1 Charakteristika kazety.....	36
3.3.2 Počet kazet.....	37
3.3.3 Denní spotřeba kazet.....	37
3.3.4 Kritický den.....	38
3.3.5 Volba regálu.....	38
3.3.6 Pracovní čas a materiálový tok v kritický den.....	39
4 PŮDORYSNÁ ŘEŠENÍ SKLADU.....	40
4.1 Uskladnění na zemi.....	40
4.1.1 Pracovní postup.....	40
4.1.2 Charakteristika.....	41
4.2 Uskladnění v regálech.....	41
4.2.1 Pracovní postup.....	42
4.2.2 Charakteristika.....	42
5 ZÁVĚR.....	43
Seznam zdrojů	
Seznam použitých symbolů	
Seznam tabulek	
Seznam obrázků	
Seznam příloh	

ÚVOD

Manipulace s materiálem je nedílnou součástí každého výrobního procesu. Ať vyrábíme prostou podložku nebo složitou součást jakou je třeba blok motoru, všude musíme s výrobkem manipulovat. A to od těžby surové železné rudy, přes její tepelné zpracování ve vysoké peci až po finální obrobení a expedici výrobku. Optimalizace tohoto zacházení s materiálem je klíčem k potřebné kvalitě a to vede k úspěchu. Z historie víme, že aplikace nových poznatků a inovace v této oblasti přinášely svým objevitelům a tvůrcům výhody nad konkurenty. Příkladem může být lodní šroub, který zrychlil lodní dopravu, nebo vynález knihtisku, který předčil ruční přepisování.

Z historie se také můžeme inspirovat i dnes, když projektujeme sklad. Příkladem můžou být egyptské pyramidy, tedy historie několik tisíc let stará. Nikdo v dnešní době nemůže s jistotou říci, jak byly postaveny pyramidy, ale bylo vypracováno desítky studií a metod o tom, jak tehdy egyptané mohli přepravovat materiál. A ne jeden umělec zachytil tyto teorie na plátno (obr 1.1). Na těchto malbách je vyobrazena doprava po vodě, po šikmé rovině, pomocí válečků podkládaných pod kamenné kvádry a jiné. Tyto základní poznatky jednoduchých strojů (kladka, páka, nakloněná rovina, kolo) jsou pilíři pro manipulaci s materiálem i dnes a je jen na nás jak efektivně je dokážeme využít (obr 1.2).



Obr 1.1 Doprava kamenných kvádrů v Egyptě



Obr 1.2 Gravitační válečkový dopravník

1 MANIPULACE S MATERIÁLEM

Jak už je zmíněno v úvodu, manipulace s materiálem provází celý výrobní proces. Tato práce je zaměřena na oblast před vlastní výrobou a to na manipulaci s polotovary ve skladových prostorech. Pro názornost řešení problematiky bude navržen vlastní sklad pro zásobování výroby produktů z plechu a budou provedeny potřebné výpočty toku materiálu skladem a jeho zásob.

1.1 Základní pojmy [1][2]

Oblast manipulace je velmi obsáhlá a je takřka nemožné ji popsat v jedné práci nebo její základy na pár stránkách. Pro základní orientaci jsou tedy uvedeny některé základní pojmy z norem ČSN 26 0002, ČSN 26 9015 a ČSN 26 9016.

- ◆ Materiál – souhrnné označení pro suroviny, polotovary, hotové nebo nedokončené výrobky a odpad v jakémkoliv skupenství (plynný, kapalný či pevný – kusový nebo sypký).
- ◆ Materiálový tok – jedná se o organizovaný pohyb materiálu v provozu.
- ◆ Dopravené množství – množství materiálu v jednotkách hmotnosti či objemu, které bylo přepraveno za časovou jednotku.
- ◆ Ložné operace – operace prováděné s materiálem při jeho dopravě. Patří zde nakládka, překládka a vykládka materiálu.
- ◆ Nakládka – ložná operace, při které je materiál ukládán na dopravní nebo do dopravního prostředku.
- ◆ Překládka – ložná operace, při které je materiál přemísťován z dopravního prostředku na druhý dopravní prostředek. Například z vozíku na pásový dopravník.
- ◆ Vykládka – ložná operace, při které je materiál odebírán z dopravního prostředku.
- ◆ Manipulační jednotka - jedná se o kus nebo více kusů zabalených, svázaných nebo spáskovaných materiálů k sobě, uložených v boxu, v kontejneru nebo na paletě tak, že je s nimi možné manipulovat jako by to byl jeden kus.
- ◆ Manipulační soustava – soustava stejných nebo podobných manipulačních prostředků jejichž vhodnou kombinací je dosažen vhodný materiálový tok.
- ◆ Technologická manipulace – jedná se o manipulaci s materiálem, kdy je zároveň provedena operace technologická nebo kontrolní. Skládá se z odebrání materiálů z místa uložení, ustavení do polohy vhodné pro technologickou nebo kontrolní operaci a po jejím vykonání i uložení na místo pro další manipulaci nebo operaci.
- ◆ Balení – ochrana materiálu pomocí obalů a obalových prostředků, aby při přepravě a manipulaci nedošlo působením mechanických, fyzikálních, chemických nebo biologických vlivů k jeho znehodnocení.
- ◆ Skladování – organizované ukládání materiálu v prostorech pro to určených.
- ◆ Zásoba – materiál uložený ve skladu.

1.2 Rozdělení materiálu [2]

V průmyslové výrobě se setkáváme s mnoha typy materiálů a každý z nich má své specifické a charakteristické vlastnosti. Proto je třeba materiály rozdělit do několika kategorií, kde jsou tyto vlastnosti stejné nebo podobné. V těchto kategoriích platí pro jednotlivé typy platí různá pravidla. Jinak se manipuluje se sypkými materiály a jinak s kusovými materiály.

Právě klasifikace kusových materiálů byla navržena před půl stoletím FEM (Fédération Européenne de la Manutention). Tento návrh zohledňuje 8 skupin rozdělených dle různých kritérií, které se dále člení na podskupiny. A to tak, aby se postupným označením dal co možná nejpřesněji popsat daný materiál a jeho fyzikální vlastnosti. Nejzákladnější rozdělení je podle tvaru přepravovaného materiálu.

Rozlišujeme tvar krychlový (bedny, balíky, palety, podložky), válcový (cívky, svitky), jehlanovitý nebo kuželovitý, palety, jejichž rozměry nelze zahrnout jako krychlový, pytle a tvary nepravidelné.

1.3 Způsoby manipulace [5][10][11]

Jednotlivé typy jsou závislé na povaze materiálu. Těžko se podaří zvednout magnetickým zvedákem dřevo nebo dopravit štěrk po válečkových dopravnících. Proto je nejlepší popsat specifika manipulace u každého typu individuálně:

- ♦ tyčový materiál - s tyčemi kruhových nebo čtvercových průřezů je manipulováno na paletách nebo volně, aby se minimalizoval průhyb tyčí. Pro lepší manipulaci jsou tyče svázané páskou nebo drátem do svazků. Je možné ukládat svazky na volno na zem, ale toto řešení není vhodné pro značné využití skladových prostor. Efektivním způsobem skladování jsou konzolové (obr 1.3) nebo stromečkové regály. Umožňují manipulaci pomocí vysokozdvižného vozíku i pomocí stohovacího nebo mostového jeřábu. Pro manipulaci se svazky lze kromě vysokozdvižného vozíku využít i mostového, stohovacího nebo portálového jeřábu. Pro bezpečné uchopení svazků se používají čelisti, magnetický závěs nebo traverza nebo nakládací vidlice, kde se svazek podebere.



Obr 1.3 Konzolový regál s uskladněnými svazky tyčí

- ♦ svitky - do skupiny svitků patří pásy, pásy plechů a dráty které tvoří válec jehož vnější rozměry obvykle jsou 500-1300mm v závislosti na druhu materiálu. Vhodnými prostředky pro manipulaci se svitky jsou C-háky, zavěšené na mostovém jeřábu nebo vysokozdvižný vozík s kleštinami. Uskladnění probíhá na volno na zem, kde tvoří svitky „studně“ nebo se ukládají na trnové regály. Další možností uskladnění je speciální paleta, do které se vleze sudý počet svitků (obr 1.4).



Obr 1.4 Paleta na svitky

- ◆ plechy - tabule plechů představují další oblast, která má svá specifika v oblasti manipulace. Je třeba zajistit, aby byla soustava stabilní. Proto jsou plechy přepáskovány pro přepravu k paletám zvláštních rozměrů nebo hranolům. Tabule mohou být zajištěny páskou nebo svěrkami. S paletami plechů je manipulováno pomocí vysokozdvížných vozíků nebo jeřáby pomocí magnetických manipulátorů, vakuových přísavek nebo lan. Skladovat plechy je možné v horizontální nebo vertikální poloze (obr 1.5). Vertikální poloha většinou znamená úsporu skladové plochy, vyžaduje ale více manipulačních úkonů. V horizontální poloze se jedná o skladování volné nebo v regálech a to buď příhradových nebo skříňových. Oddělení plechů od sebe ve svazku může být problém, proto se používá například magnetický čerň, který dvě slepené tabule od sebe oddělí.



Obr 1.5 Vertikální skladování plechů v opěrných regálech

- ◆ kusový materiál – základním kamenem pro manipulaci s kusovým materiálem je tvorba manipulačních jednotek - krabic, balíků, pytlů, přepravek, palet nebo kontejnerů. Efektivní vnitroobjektovou manipulací jsou pak válečkové, pásové nebo kladičkové dopravníky. Dopravníky mohou být poháněné nebo nepoháněné, které využívají gravitační sílu. Uskladnění do příhradových regálů probíhá nejčastěji pomocí vysokozdvížných vozíků nebo regálového zakladače.

2 MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ

Člověk je nedílnou součástí manipulace, ale má své limity. Stroje tyto limity mohou několikanásobně překročit. V dnešní době je manipulační technika nedílnou součástí moderního skladu, výrobní haly a dopravy. Zaměstnanci při obsluze této techniky musí být obezřetní a dbát na bezpečnost práce. V této části bakalářské práce budou představena manipulační zařízení, která mohou být použita v návrhu skladu plechů. Nebudou zde přiblíženy výtahy, podavače, lanové dráhy nebo dopravníky ač tyto prostředky pokrývají značnou část tohoto oboru.

2.1 Vysokozdvížené vozíky [6][12][13]

Vysokozdvížené vozíky, zkráceně VZV, představují jednoduchou, levnou a rychlou cestu pro přepravu materiálu ve skladu. Pro obsluhu VZV je třeba proškolených zaměstnanců, kteří musí mít patřičný řidičský průkaz jehož platnost je 1 rok. Jedinou výjimkou jsou manuální nízkozdvížené vozíky, k jejichž obsluze postačí být proškolen a průkaz není nutný. Při práci s vysokozdvížnými vozíky je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Pro lepší přehled jsou uvedeny některé základní vozíky, se kterými se v běžné praxi ve skladech setkáváme. Obecnou nevýhodou je fakt, že vozíky vyžadují stálou obsluhu a nelze je tedy automatizovat.

2.1.1 Nízkozdvížený manuální vozík

Tomuto vozíku se říká také paletový, paletizační nebo slangově „paleták“. Jedná se o jednoduchý stroj na manuální pohon, řízený obsluhou pomocí řídicí oje (obr 2.1). Vidlice jsou od sebe vzdáleny tak, aby byl zajištěn bezproblémový přesun europalet a palet podobných rozměrů. Zdvih vidlic je dosažen pumpováním hydraulické kapaliny do prostoru válce. Nosnost těchto vozíků se pohybuje do 2500kg, zdvih 200mm. Pro bezpečný provoz a dlouhou životnost je nutné zajistit pravidelnou kontrolu hydraulického oleje a kvalitní stav podlah, aby byly pevné, rovné a bez výmolů.

Paletové vozíky jsou užitečné pro rychlou manipulaci s lehkými s středně těžkými břemeny. Pro svou skladnost a lehkou manipulaci s břemeny jsou hojně využívány při nakládacích a vykládacích operacích. Tento typ vozíku by neměl chybět v žádném skladě.



Obr 2.1 Manuální paletový vozík

2.1.2 Nízkozdvižný elektrický vozík

Do této kategorie jsou řazeny vozíky s elektrickým pojezdem, kde obsluha vozík vede nebo ve vozíku stojí/sedí (obr 2.2). Od paletáku se liší tím, že pohon není manuální, ale elektrický. To umožňuje rychlejší manipulaci s břemeny a značnou úsporu času. Také má 2 vidlice, které umožňují manipulaci s EURO paletami a paletami podobných rozměrů. Při správném zacházení je také zvýšena i bezpečnost práce. Nosnost těchto vozíků je až 3000kg, zdvih až 800mm. Pevné a rovné podlahy jsou nutné k bezpečnému používání stroje.

Nízkozdvižné vozíky nachází uplatnění při nakládce a vykládce kamionů a manipulaci s paletami. Akumulátory ve vysokozdvižných vozících mají standardně výdrž na jednu směnu. Nevýhodou je manipulace pouze na podlaže, po směně je zapotřebí dát akumulátory dobít, je tedy nutné mít k dispozici náhradní baterii nebo mít k dispozici dva a více těchto vozíků.



Obr 2.2 Nízkozdvižný elektrický vozík se stojící obsluhou

2.1.3 Vysokozdvižný motorový vozík

Do této kategorie řadíme vozíky s motory, které mohou s břemenem manipulovat až do výšky několika metrů, což umožňuje lepší využití skladovací plochy. Motory mohou být elektrické akumulátorové nebo spalovací (benzín, nafta, zemní plyn nebo vodík). V těchto typech vozíků se zpravidla sedí. Vidlice bývají nastavitelné a umožňují tak zdvih palet a břemen různých velikostí a tvarů. Kromě vidlic je možné na vozík nainstalovat i jiná přídatná příslušenství jako jsou například přidržovače, trny, svěrací vidlice či čelisti, otočná zařízení, radlice a jiné. Nosnost těchto vozíků dosahuje až 18000kg, zdvih až 11m. Čelní motorové vozíky (obr 2.3) mají kola přizpůsobena nerovnostem, nicméně u tzv retraků (obr 2.4) je kladen důraz na pevnost a rovnost podlah.

Vysokozdvižný motorový vozík představuje rychlý a spolehlivý způsob pro stohování palet. Široká škála přídatných příslušenství čelních vozíků představuje dobrou investici

pro provozy, kde je třeba manipulovat s více typy materiálů. Vysokozdvížných vozíků je používáno při manipulaci se středními a velkými břemeny. Největší výhodou je možnost uskladnění do vyšších pater regálů. Volba retraku umožní naprojektovat ve skladu užší uličky. Pro možnost využití skladového prostoru do výšky je vhodné mít ve skladu tento druh vozíku.



Obr 2.3 Čelní motorový vozík



Obr 2.4 Retrak

2.1.4 Další typy vysokozdvížných vozíků

Pro přehled v této oblasti jsou uvedeny i další typy VZV, se kterými se můžeme setkat. Vychystávací vozík umožňuje rychlé a bezpečné vychystávání zboží z regálů (obr 2.5). Kontejnerový vozík je vysoce výkonný VZV, který umožňuje manipulaci s kontejnery (obr 2.6). Největší výhodou retraku pro úzké uličky je možnost obsluhovat regály do výšky několika metrů za potřeby velikosti uličky pouze jen o pár centimetrů širší než je šířka vozíku.

2.2 Jeřáby [3][4]

Jsou to zařízení určená pro bezpečný a spolehlivý zdvih břemen. Obsluha jeřábů je jednoduchá a bezpečná, ale je k ní potřeba proškolených zaměstnanců. Většinu jeřábů jde automatizovat a tím ušetřit provozní náklady. Na jeřáby se umísťují kladkostroje, regálové zakladače, magnetické traverzy, vakuové zvedáky, C-háky, C-závěsy a další manipulační příslušenství, které umožňují vlastní zdvih a manipulaci s břemeny.



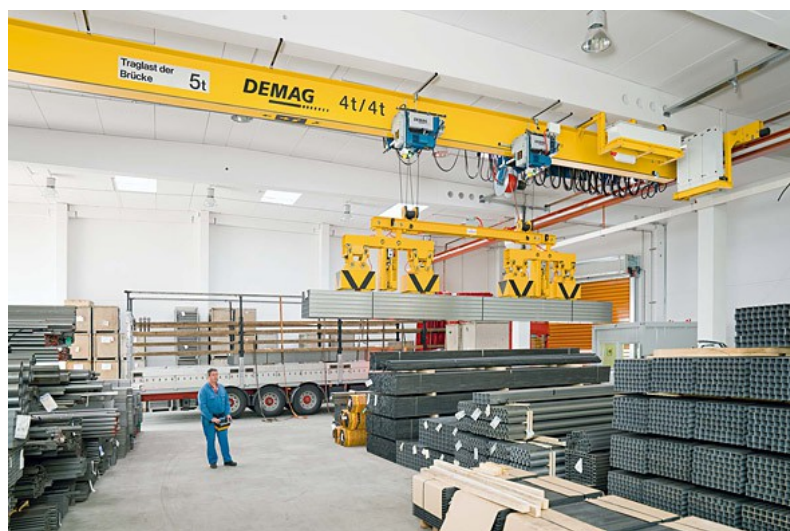
Obr 2.5 vychystávací vozík



Obr 2.6 vysokozdvizný kontejnerový vozík

2.2.1 Mostový jeřáb

Jedná se o jeřáb, který je zavěšený na mostě mezi dvěma paralelními drahami. Mostové jeřáby mohou být podvěsné, jednonosíkové (obr 2.7) či dvounosíkové a jsou umístěny pod stropem haly. Slouží k přemisťování středně těžkých a těžkých břemen. Po mostě se nejčastěji pohybuje kladkostroj, který slouží ke zdvihu břemen nebo jiné příslušenství. Nosnost mostových jeřábů dosahuje až 100 000kg. Má-li být sklad vybaven mostovým jeřábem, musí se k němu přihlídnout už při projekci skladu.



Obr 2.7 Jednonosíkový mostový jeřáb s magnetickou traverzou

2.2.2 Sloupový jeřáb

Jedná se o flexibilní jeřáb, který je upevněn na sloupu k podlaze, stěně nebo podstavci. Jedná se o jeřáb otočný, který umožňuje manipulaci s materiálem ve svém okolí. Nosnost sloupových jeřábů je až 5000kg. Otáčení ramene může být ruční nebo elektrické s plynulou regulací otáček.

Tento typ jeřábu umožňuje rychlou, bezpečnou a přesnou manipulaci s lehkými a středně těžkými břemeny. Jednoduchá ovladatelnost a velké využití prostoru z něj činí vhodnou volbu pro manipulaci s plechy, tyčemi. Své užití najde i ve výrobě, kde je častým pomocníkem při manipulaci s břemeny (obr 2.8).



Obr 2.8 Sloupový jeřáb s kladkostrojem

2.2.3 Portálový jeřáb

Tyto jeřáby mohou být jednonosníkové nebo dvounosníkové. Portálová konstrukce, na které je zavěšený zpravidla kladkostroj, se pohybuje po kolejnicích v úrovni podlahy (obr 2.9), v případě lehčích jeřábů mohou být použita kolečka. Nosnost portálových jeřábů činí až 80t.

Mají využití stejné jako jeřáby mostové. Narozdíl od nich, ale je možná instalace po postavení skladovací haly a není tak nutné počítat s projektováním skladu. Proto jsou vhodné pro haly, kde je zapotřebí mostového jeřábu a které pro ně nebyly navrženy. Další jejich výhodou je i venkovní využití. Často se používají při manipulaci s kontejnery.



Obr 2.9 Portálový jeřáb vedený kolejnicemi

2.2.4 Konzolový jeřáb

Tento typ jeřábu je instalován na kovové nebo železobetonové sloupy skladů. Jedná se o jeřáb otočný, který disponuje jednoduchou ovladatelností. Oproti sloupovým jeřábům má nižší nosnost do 2000kg a je fixovaný na polohu u stěny/sloup u (obr 2.10). Slouží tedy k manipulaci lehkých a středně těžkých břemen. Otáčení ramene je ruční nebo elektrické s plynulou regulací otáček.



Obr 2.10 Konzolový jeřáb ve výrobní hale

2.2.5 Stohovací jeřáb

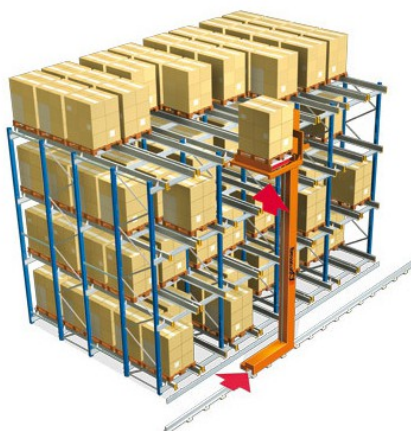
Jedná se o speciální typ mostového dvounosníkového jeřábu (obr 2.11). Na nich není uchycen kladkostroj, ale teleskopický jeřáb s kleštěmi nebo vidlemi. Umožňuje skladovat svazkovaný nebo volně ložený materiál do stroměčkových regálů a palety do příhradových regálů. Výhodou je rychlé a maximální využití skladového prostoru bez nutnosti užití vysokozdvížných vozíků nebo regálového zakladače.



Obr 2.11 Stohovací jeřáb s přidržovacím stolem

2.3 Regálový zakladač [1][3]

Přestavuje moderní způsob pro skladování materiálu v regálech. Jedná se o programovatelný automaticky ovládaný obslužný systém regálů, který se pohybuje v uličkách mezi nimi (obr 2.12). Skládá se z pojezdové věže pohybující se po kolejové dráze, zakládací jednotky pohybující se po věži vertikálně a ze zakládacích výsuvných manipulačních vidlic nebo čelistí. Tento systém vhodně využívá prostor skladu, protože dokáže dobře využít výšku skladu a minimalizuje šířku uličky mezi jednotlivými regály na šířku manipulační jednotky, zpravidla palety. Výhodou je eliminace lidského faktoru, také zaručují bezpečnou a rychlou manipulaci a to i s břemeny ve vysokých výškách.



Obr 2.12 Blokový regál s regálovým zakladačem

2.4 Manipulační příslušenství [2][5][11][14]

Tyto stroje a příslušenství jsou instalovány na jeřáb nebo na vysokozdvizný vozík a pomocí nich probíhá manipulace s materiálem.

2.4.1 Kladkostroj

Kladkostroje jsou stroje pro zdvih břemen (obr 2.13). Jedná se o kombinaci pevných a volných kladek. Kladkostroje jsou vhodným příslušenstvím pro jeřáby, po kterých mohou jezdit po drahách nebo být pevně zavěšeny. Pohon kladkostrojů je ruční nebo pomocí elektromotoru. Zdvíhané břemeno se zavěšuje na volnou kladku. Rozlišujeme podle typu převodu kladkostroje násobné, šnekové, diferenciální a s čelními koly. Lana se používají ocelová, konopná nebo jsou použity řetězy.



Obr 2.13 Kladkostroj s nosností 20t

2.4.2 Magnetický zvedák

Zvedák, který umožňuje rychlou, levnou a spolehlivou manipulaci s feromagnetickými materiály. Užívá se elektropermanentní magnet nebo elektromagnet. Elektropermanentní magnet umožňuje pouze manipulaci s jednotlivými plechy s tloušťkou větší než 4mm. Elektromagnety, v praxi nejpoužívanější, umožňují zdvih jednoho i několika tabulí plechu najednou v závislosti na vzduchové mezeře mezi jednotlivými plechy (Obr 2.14). Můžou být vybaveny funkcí listování, kdy se snižuje počet plechů jeden po druhém upouštěním spodních plechů. Jsou zpravidla napájeny ze sítě, ale pro bezpečnost práce je každý elektromagnet vybaven baterií. Magnetická traverza umožňuje zdvih většího množství materiálu. Je teleskopická a může manipulovat s plechy různých formátů.



Obr 2.14 Magnetický zvedák manipulující s plechy

2.4.3 Vakuový zvedák

Toto zařízení je zavěšeno na závěs kladkostroje, navijáku nebo na řetězu jeřábu (obr 2.15). Princip vakuového zvedáku je vytvoření podtlaku pomocí vývěvy v místě dosedacích ploch přísavek na zvedaném materiálu. Pro stabilitu zdvihaného předmětu jsou přísavky rozmístěny rovnoměrně kolem těžiště předmětu (v případě zdvihu jednou přísavkou je tato umístěna v těžišti tělesa). Vakuové zvedáky jsou vhodné k šetrnému a bezpečnému zvedání břemen s hladkým nepórovitým povrchem jako jsou například desky, kvádry, plechy nebo také zaoblené nádoby nebo trubky. Mezi výhody patří šetrnost vůči povrchu zvedaného předmětu a k jeho deformaci nebo možnost zdvihu paramagnetických materiálů. Nosnost těchto zvedáků závisí na počtu přísavek a výkonu vývěvy. Největší zvedáky dosahují nosnosti až 40t.



Obr 2.15 Vakuový zvedák při manipulaci s plechy

2.4.4 Svěrky

Svěrky (obr 2.16) umožňují upnutí a snadnou manipulaci s plechy. Lze je uchopit horizontálně, vertikálně i ze strany. Do průvlečného kluzného oka se pak zachytávají řetězy nebo lana. Jejich druhý konec se upevní na hák jeřábu nebo kladkostroje. Pro bezpečný provoz je třeba dát pozor na to, aby plech neměl velkou tvrdost. Vždy maximálně takovou jako udává výrobce svěrek.



Obr 2.16 Svěrka s bezpečnostní aretací

2.4.5 Nakládací vidlice

Jedno z příslušenství, které se připevňují k mostovému jeřábu. Závěs vidlic je volen podle povahy zdvihaného břemena. Pevný závěs je vhodný pokud je v plánu zdvihat pravidelně břemena, která nemění polohu těžiště (obr 2.17). Hřebenový závěs umožňuje přenastavit těžiště vidlic a tedy bezpečný zdvih při změně polohy těžiště. Pro zajištění bezpečné polohy těžiště jsou vhodné také nakládací vidlice s samovyvažovací pružinou. Slouží hlavně pro manipulaci s paletami, ale je možné manipulovat i s rozměrnějšími břemeny, se svazky tyčí nebo plechů.



Obr 2.17 Nakládací vidlice

2.4.6 C-Hák

Příslušenství pro jeřáby hojně užívané pro manipulaci se svitky nebo břemeny s dutinou. Jsou vyrobeny z pevnostní oceli. Konstrukčně je nabírací část zkosená o 4°, aby nedošlo k samovolnému sklouznutí břemene. Ve skladu s jeřábem, kde se se svitky manipuluje by tento typ háku (obr 2.18) neměl chybět.



Obr 2.18 C-hák

2.5 Regály [1][8][9][10]

Nejrozšířenější a nejpraktičtější zařízení pro skladování materiálů pro svou variabilitu a univerzálnost jsou regály. Jsou to zařízení, kde lze skladovat materiál volně nebo v manipulačních jednotkách. Regály můžeme dělit na přemístitelné a nepřemístitelné. Přemístitelné regály mohou být přesuvné po podlaze nebo zavěšeny. Přesun probíhá pomocí řetězových podlahových dopravníků, po kolejnicích s vlastním pojezdovým mechanismem nebo ručně. Výhodou tohoto typu je zvýšení využití skladové plochy oproti regálům nepřemístitelným. Ty jsou buď ukotveny k podlaze, což zaručuje větší stabilitu systému, nebo ukotvené nejsou. Podle počtu regálových sloupců rozlišujeme regály jednořadé, dvouřadé nebo blokové, které se využívají hlavně k uskladnění tyčových materiálů. Regály často umožňují nastavitelnost buněk na různě velké rozměry podle potřeb skladovaného materiálu.

2.5.1 Příhradový regál

Tento regál může být jednořadý, dvouřadý nebo blokový. Příhradový regál je většinou svými rozměry přizpůsobený ke skladování palet, přepravek, beden a volně loženého materiálu. Konstrukce tohoto regálu je skládaná a montovaná, což umožňuje jednoduché dimenzování pro potřeby daného skladu (obr 2.19). Svou dispozicí je vhodný k obsluze vysokozdvíhým vozíkem, regálovým zakladačem, ručně nebo vychystávacími vozíky. Buňky jsou nastavitelné. Příhradové regály jsou častou volbou ve skladech s variabilním sortimentem. Jsou dobře dostupné, jednoduché, účelné a levné.



Obr 2.19 Šestiřadý příhradový regál

2.5.2 Stromečkový regál

Pro skladování tyčového materiálu a zboží podobných rozměrů slouží stromečkový regál (obr 2.20). Vyrábí se v jednostranném nebo v oboustranném provedení. Vhodná je obsluha stohovacím jeřábem, nakládací vidlicí nebo vysokozdvíhým vozíkem. Konstrukčně se jedná o regál svařovaný nebo montovaný.



Obr 2.20 dřevěné hranoly ve stromečkovém regálu

2.5.3 Konzolový regál

Pokud chceme uskladnit manipulační jednotky s rovnou a pevnou základnou, je vhodné použít regál konzolový (obr 2.21). Tento druh umožňuje vjezd vozíků do prostoru regálů a často jsou označovány jako vjezdové. Obsluhuje se stohovací jeřábem nebo VZV.



Obr 2.21 Tyče a trubky uskladněné v konzolovém regálu

2.5.4 Další regály

Trnový regál je vhodný k uskladnění svitků (obr 2.22). Obsluha probíhá pomocí C-háku nebo kleštin. Opěrný regál slouží k uskladnění tyčí nebo plechů ve vertikální poloze. Obsluha ruční nebo pomocí jeřábu s vakuovými přísavkami.

Spádové regály (obr 2.23) fungují na principu gravitace a mají výhodu v tom, že je rozdělené místo pro uskladňování a místo pro vyskladňování. Obsluha pomocí vysokozdvížných vozíků.

Skříňový šuplíkový regál (obr 2.24) se skládá z věžovité konstrukce a dveří, které umožňují regál zavřít. Ve dveřích mohou být umístěny dráhy pro vytáhnutí šuplíků, které jsou

vhodné k uskladnění plechů. Šuplíky se vytahují ručně nebo automaticky, manipulace s plechy pak probíhá pomocí magnetického nebo vakuového zvedáku.



Obr 2.22 Trnový regál se svitky



Obr 2.23 spádový příhradový regál



Obr 2.24 Skříňový regál na plechy

3 PROPOČET SKLADU [1]

Pro přehled jak vypadá propočet a návrh skladu si zvolíme fiktivní sklad, kde jsou skladovány a stříhány plechy, které jsou následně distribuovány do výroby.

Ve výrobě bylo za rok zpracováno 65000 kusů tabulí plechu o rozměrech jedné tabule 1000mm x 2000mm x 2mm. Vzhledem k plánované větší poptávce, rozšíření nabídky výrobků a modernizaci strojů dojde v dalším roce k nárustu spotřeby o 40%. Skladovány jsou tabule následujících materiálů: ocel třídy 11, ocel třídy 12, hliník, a nerezová ocel. Skladbu a materiálové vlastnosti udává tabulka Tab 3.1.

Tab 3.1 Vlastnosti a skladba materiálů

Materiál	Měrná hmotnost ρ [kg.m ⁻³]	Skladba [%]
Ocel tř 11	7800	42
Ocel tř 12	7800	25
Hliník	2700	16
Ocel nerezová	7900	17

3.1 Hrubý kapacitní propočet skladu

3.1.1 Skladba a počet tabulí

Počet tabulí plechu v cílovém roce bude zvýšený o 40%.

$$Q = Q_P \times 1,4 = 65\,000 \times 1,4 = 91\,000 \text{ kusů}$$

Q plánovaný počet kusů tabulí zpracovaných v cílovém roce [ks]

Q_P počet kusů tabulí zpracovaných za rok [ks]

Skladba tabulí v cílovém roce je pak následující:

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11 [42\%]} & \quad Q_{11} = Q \times 0,42 = 91\,000 \times 0,42 = 38\,220 \text{ kusů} \\ \text{Ocel tř 12 [25\%]} & \quad Q_{12} = Q \times 0,25 = 91\,000 \times 0,25 = 22\,750 \text{ kusů} \\ \text{Hliník [16\%]} & \quad Q_{Al} = Q \times 0,16 = 91\,000 \times 0,16 = 14\,560 \text{ kusů} \\ \text{Nerezová ocel [17\%]} & \quad Q_{NER} = Q \times 0,17 = 91\,000 \times 0,17 = 15\,470 \text{ kusů} \end{aligned}$$

3.1.2 Objem a hmotnost jedné tabule

Ze zadaných rozměrů tabule plechu je vypočítán objem jedné tabule.

$$V = d \times \check{s} \times t = 2 \times 1 \times 0,002 = 0,004 \text{ m}^3$$

d délka tabule plechu [m]

\check{s}šířka tabule plechu [m]

ttloušťka tabule plechu [m]

V ...objem jedné tabule plechu [m³]

Když je znám objem, může být spočítána hmotnost jedné tabule plechu pro jednotlivé materiály.

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11} \quad m_{11} &= V \times \rho_{11} = 0,004 \times 7\,800 = 31,2 \text{ kg} \\ \text{Ocel tř 12} \quad m_{12} &= V \times \rho_{12} = 0,004 \times 7\,800 = 31,2 \text{ kg} \\ \text{Hliník} \quad m_{Al} &= V \times \rho_{Al} = 0,004 \times 2\,700 = 10,8 \text{ kg} \\ \text{Nerezová ocel} \quad m_{NER} &= V \times \rho_{NER} = 0,004 \times 7\,900 = 31,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

m_ihmotnost jedné tabule plechu [kg]

ρ_iměrná hmotnost materiálu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]

3.1.3 Celková hmotnost materiálu za rok pro jednotlivé materiály

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11} \quad m_{C11} &= Q_{11} \times m_{11} = 38\,220 \times 31,2 = 1\,192\,464 \text{ kg} \\ \text{Ocel tř 12} \quad m_{C12} &= Q_{12} \times m_{12} = 22\,750 \times 31,2 = 709\,800 \text{ kg} \\ \text{Hliník} \quad m_{CAI} &= Q_{AI} \times m_{AI} = 14\,560 \times 10,8 = 157\,248 \text{ kg} \\ \text{Nerezová ocel} \quad m_{CNER} &= Q_{NER} \times m_{NER} = 15\,470 \times 31,6 = 488\,852 \text{ kg} \end{aligned}$$

m_{Ci}hmotnost materiálu za rok [kg]

3.1.4 Denní spotřeba pro jednotlivé materiály

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11} \quad q_{11} &= \frac{m_{C11}}{k} = \frac{1\,192\,464}{260} = 4,587 \text{ t} \\ \text{Ocel tř 12} \quad q_{12} &= \frac{m_{C12}}{k} = \frac{709\,800}{260} = 2,73 \text{ t} \\ \text{Hliník} \quad q_{AI} &= \frac{m_{CAI}}{k} = \frac{157\,248}{260} = 0,605 \text{ t} \\ \text{Nerezová ocel} \quad q_{NER} &= \frac{m_{CNER}}{k} = \frac{488\,852}{260} = 1,881 \text{ t} \end{aligned}$$

k ...počet pracovních dní v roce, tj $k=260$ [den]

q_idenní spotřeba materiálu [$\text{t}\cdot\text{den}^{-1}$]

3.1.5 Skladové množství pro jednotlivé materiály

Do tohoto ukazatele se kromě denní spotřeby materiálu promítne také nastavení norem a strategie skladovacího závodu. Dodávková lhůta je čas, za který bude do skladu navezen nový materiál. Pojistná zásoba, jak už název sám napovídá, je pak čas, kdy je možné dále vyrábět i přes nedodržení dodávkové lhůty. Technologická zásoba pak zahrnuje čas, který kompenzuje časové manipulační ztráty způsobené například meziobjektovou dopravou, tak aby byla zaručena plynulost výroby.

$$Q_{Si} = \left(\frac{c}{2} + p_z + t_z \right) \times q_i \quad [\text{t}]$$

c dodávková lhůta materiálu [den]

p_z pojistná zásoba [den]

t_z technologická zásoba [den]

q_j denní spotřeba materiálu [$\text{t}\cdot\text{den}^{-1}$]

Q_{Si}skladové množství [t]

Dodávkovou lhůtu, pojistnou a technologickou zásobu zvolíme. Dodávkovou lhůtu $c = 10$ dní. Pojistnou zásobu $p_z = 7$ dní. Technologickou zásobu $t_z = 3$ dny.

$$\text{Ocel tř 11} \quad Q_{S11} = \left(\frac{10}{2} + 7 + 3\right) \times 4,587 = 68,805 \text{ t}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad Q_{S12} = \left(\frac{10}{2} + 7 + 3\right) \times 2,73 = 40,95 \text{ t}$$

$$\text{Hliník} \quad Q_{SAI} = \left(\frac{10}{2} + 7 + 3\right) \times 0,605 = 9,075 \text{ t}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad Q_{SNER} = \left(\frac{10}{2} + 7 + 3\right) \times 1,881 = 28,215 \text{ t}$$

3.1.6 Počet plechů jednotlivých materiálů, které je třeba uskladnit

Známe-li jednotlivá skladová množství v tunách, je nasnadě si přepočítat kolik kusů tabulí jednotlivých materiálů budeme muset uskladnit.

$$\text{Ocel tř 11} \quad N_{11} = \frac{Q_{S11}}{m_{11}} = \frac{68\,805}{31,2} = 2\,205,29 = 2\,206 \text{ kusů}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad N_{12} = \frac{Q_{S12}}{m_{12}} = \frac{40\,950}{31,2} = 1\,312,5 = 1\,313 \text{ kusů}$$

$$\text{Hliník} \quad N_{AI} = \frac{Q_{SAI}}{m_{AI}} = \frac{9\,075}{10,8} = 840,28 = 841 \text{ kusů}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad N_{NER} = \frac{Q_{SNER}}{m_{NER}} = \frac{28\,215}{31,6} = 892,88 = 893 \text{ kusů}$$

N_ipočet kusů tabulí[ks]

3.2 Uskladnění na zemi [7][13]

První variantou, která bude spočítána, je varianta skladování na zemi (obr 3.1) na paletách. Manipulační prostředek bude použit vysokozdvizný vozík (obr 3.2).



Obr 3.1 Uskladnění plechů v hale na zemi

3.2.1 Počet kusů ve svazku

Vysokozdvížený vozík STILL RX 60-25 má parametry dle tabulky Tab 3.2.

Tab 3.2 Parametry vozíku RX 60-25

délka	3353 mm
šířka	1199 mm
výška zdvihu	7540 mm
nosnost	2500 kg
výkon motoru	15 kW
pohon	elektrický
max. rychlost	20 km/h
šířka pracovní uličky	3877 mm



Obr 3.2 vozík RX 60-25

Maximální počet tabulí, které může vozík zvednout. Kde nosnost vozíku je $\kappa = 2500\text{kg}$.

$$\text{Ocel tř 11} \quad n_{11} = \frac{\kappa}{m_{11}} = \frac{2500}{31,2} = 80,13 = 81 \text{ kusů}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad n_{12} = \frac{\kappa}{m_{12}} = \frac{2500}{31,2} = 80,13 = 81 \text{ kusů}$$

$$\text{Hliník} \quad n_{Al} = \frac{\kappa}{m_{Al}} = \frac{2500}{10,8} = 231,48 = 232 \text{ kusů}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad n_{NER} = \frac{\kappa}{m_{NER}} = \frac{2500}{31,6} = 79,11 = 80 \text{ kusů}$$

n_i maximální počet tabulí [ks]

κ nosnost vozíku [kg]

Z hlediska bezpečnosti ztráty stability svazku je třeba zajistit, aby žádný svazek nepřekračoval maximální povolenou výšku svazku $h_{max} = 300\text{mm}$ (obr 3.3).

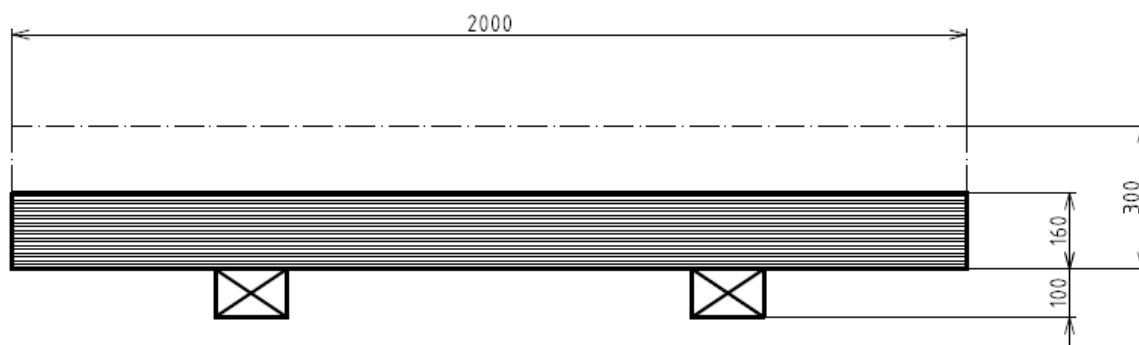
$$\text{Ocel tř 11} \quad h_{11} = n_{11} \times t = 81 \times 2 = 162\text{mm}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad h_{12} = n_{12} \times t = 81 \times 2 = 162\text{mm}$$

$$\text{Hliník} \quad h_{Al} = n_{Al} \times t = 232 \times 2 = 464\text{mm}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad h_{NER} = n_{NER} \times t = 80 \times 2 = 160\text{mm}$$

h_i výška svazku [mm]



Obr 3.3 schéma výšky svazku plechů na eurohranolu

Pro oceli podmínka platí, ale pro hliník tato podmínka není splněná.

$$h_{Al} > h_{max}$$

$$h_{max} = h'_{Al}$$

Je tedy třeba upravit počet tabulí ve svazku hliníku tak, aby byla podmínka splněná.

$$n'_{Al} = \frac{h_{max}}{t} = \frac{300}{2} = 150 \text{ kusů}$$

3.2.2 Počet svazků

Počet svazků, které je třeba uskladnit.

$$\text{Ocel tř 11} \quad S_{11} = \frac{N_{11}}{n_{11}} = \frac{2206}{81} = 27,234 = 28 \text{ svazků}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad S_{12} = \frac{N_{12}}{n_{12}} = \frac{1313}{81} = 16,210 = 17 \text{ svazků}$$

$$\text{Hliník} \quad S_{Al} = \frac{N_{Al}}{n'_{Al}} = \frac{841}{150} = 6 \text{ svazků}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad S_{NER} = \frac{N_{NER}}{n_{NER}} = \frac{893}{80} = 11,163 = 12 \text{ svazků}$$

S_ipočet svazků [ks]

3.2.3 Počet stohů

Pro výpočet počtu stohů je třeba nejprve zjistit maximální počet svazků v jednom stohu pro jednotlivé materiály.

Z hlediska bezpečnosti je maximální přípustná výška stohu $h_{s,max} = 1500 \text{ mm}$. Každý svazek je pro umožnění manipulace pomocí VZV uložen na eurohranolu s výškou $h_h = 100 \text{ mm}$.

$$\text{Ocel tř 11} \quad w_{11} = \frac{h_{s,max}}{h_{11} + h_h} = \frac{1500}{162 + 100} = 5,725 = 5 \text{ svazků}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 12} \quad w_{12} &= \frac{hs_{max}}{h_{12} + h_h} = \frac{1500}{162 + 100} = 5,725 = 5 \text{svazků} \\ \text{Hliník} \quad w_{Al} &= \frac{hs_{max}}{h'_{Al} + h_h} = \frac{1500}{300 + 100} = 3,75 = 3 \text{svazky} \\ \text{Nerezová ocel} \quad w_{NER} &= \frac{hs_{max}}{h_{NER} + h_h} = \frac{1500}{160 + 100} = 5,769 = 5 \text{svazků} \end{aligned}$$

w_ipočet svazků ve stohu [ks]

Když je znám maximální počet svazků ve stohu pro jednotlivé materiály, je možné určit počet stohů.

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11} \quad \lambda_{11} &= \frac{S_{11}}{w_{11}} = \frac{28}{5} = 5,6 = 6 \text{stohů} \\ \text{Ocel tř 12} \quad \lambda_{12} &= \frac{S_{12}}{w_{12}} = \frac{17}{5} = 3,4 = 4 \text{stohy} \\ \text{Hliník} \quad \lambda_{Al} &= \frac{S_{Al}}{w_{Al}} = \frac{6}{3} = 2 \text{stohy} \\ \text{Nerezová ocel} \quad \lambda_{NER} &= \frac{S_{NER}}{w_{NER}} = \frac{12}{5} = 2,4 = 3 \text{stohy} \end{aligned}$$

λ_ipočet stohů [ks]

Celkový počet stohů k uskladnění

$$\lambda_c = \sum \lambda_i = 6 + 4 + 2 + 3 = 15 \text{stohů}$$

3.2.4 Volba nůžek a pracovní čas

Pro stříh byly zvoleny hydraulické tabulové nůžky SST 1504 (obr 3.4, příloha 4) s následujícími parametry dle tabulky 3.3.

Tab 3.3 Charakteristika stroje SST 1504

délka stroje	2150 mm
šířka stroje	1750 mm
max. střížná délka	1560 mm
tloušťka materiálu	4 mm
stříhů za minutu	30 stříhů/min
výkon elektromotoru	7,5 kW

Stroj vykonává práci 30stříhů za minutu.



Obr 3.4 hydraulické nůžky

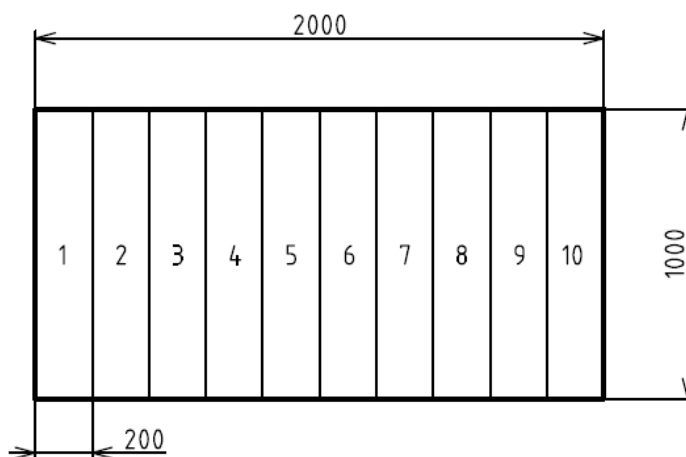
$$t_s = \frac{60}{30} = 2s$$

Pracovní čas na nastříhání jedné tabule je přímo úměrný počtu nutných stříhů. Z obrázku 3.5 je patrné, že počet nutných stříhů pro nastříhání jedné tabule je 9.

$$t_{TAB} = t_s \times 9 = 18 = 20s$$

t_s čas jedné střížné operace [s]

t_{TAB} čas potřebný pro nastříhání 1 tabule [s]



Obr 3.5 stříhací plán pruhů z tabule

3.2.5. Denní spotřeba tabulí

Denní spotřebu jednotlivých materiálů získáme podělením počet tabulí pracovními dny.

$$\text{Ocel tř 11} \quad x_{11} = \frac{Q_{11}}{k} = \frac{38220}{260} = 147 \text{ kusů}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad x_{12} = \frac{Q_{12}}{k} = \frac{22750}{260} = 87,5 = 88 \text{ kusů}$$

$$\text{Hliník} \quad x_{Al} = \frac{Q_{Al}}{k} = \frac{14560}{260} = 56 \text{ kusů}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad x_{NER} = \frac{Q_{NER}}{k} = \frac{15470}{260} = 59,5 = 60 \text{ kusů}$$

x_idenní spotřeba tabulí [ks]

3.2.6 Denní spotřeba svazků

Denní spotřebu svazků vyjádříme podílem denní spotřeby tabulí počtem tabulí v jednom svazku.

$$\text{Ocel tř 11} \quad y_{11} = \frac{x_{11}}{n_{11}} = \frac{147}{81} = 1,81 = 2 \text{ svazky}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad y_{12} = \frac{x_{12}}{n_{12}} = \frac{88}{81} = 1,09 = 1,5 \text{ svazku}$$

$$\text{Hliník} \quad y_{Al} = \frac{x_{Al}}{n_{Al}} = \frac{56}{150} = 0,37 = 0,5 \text{ svazku}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad y_{NER} = \frac{x_{NER}}{n_{NER}} = \frac{60}{80} = 0,75 = 1 \text{ svazek}$$

Tab 3.4 Plán pro zpracování svazků

den	Ocel třídy 11	Ocel třídy 12	Hliník	Nerez ocel	Počet svazků
1	2	2	1	1	6
2	2	1	0	1	4
3	2	2	1	1	6
4	2	1	0	1	4

Z tabulky Tab 3.4 vyplývá, že kritickým dnem bude každý lichý den, kdy se zpracuje 6 svazků plechu. Zaokrouhlením počtu svazků nahoru se nám bude nadbytečný materiál hromadit ve stříhací centru. Bude paletizován a uskladněn po potřebnou dobu ve skladu, pak bude expedován.

3.2.7 Paletizace nastříhaných pruhů

Vhodným způsobem pro skladování vystřižených pruhů plechu je skladování na paletě. Vzhledem k rozměrům, nosnosti a dobré stohovatelnosti je vhodná europaleta (obr 3.6) s parametry daných normou UIC 435-2 uvedenými v tabulce Tab3.5. Je třeba spočítat bezpečnou výšku stohu, při které nedojde k překročení nosnosti palety. Vzhledem k různým materiálům tuto výšku počítáme pro materiál s nejvyšší měrnou hmotností, nerezovou ocel $\rho_{NER} = 7\,900 \text{ kgm}^{-3}$.

Tab 3.5 Specifikace EUR palety

šířka	800 mm
délka	1200 mm
výška	144 mm
stohovatelnost	ano, max 3 palety
nosnost 1/3 palet	1500 / 4500 kg



Obr 3.6 EUR paleta

Na tuto paletu se tak vlezou 4 pruhů plechu vedle sebe. Počet pruhů na sobě zvolíme $n_p = 100$ kusů.

$$P_{pal} = \check{r} \times n_p = 4 \times 100 = 400 \text{ kusů}$$

Objem a hmotnost jednoho pruhu

$$V_p = d_p \times \check{s}_p \times t = 1 \times 0,2 \times 0,002 = 0,0004 \text{ m}^3$$

$$m_p = V_p \times \rho_{NER} = 0,0004 \times 7900 = 3,16 \text{ kg}$$

Hmotnost pruhů na paletě

$$m_{pal} = m_p \times P_{pal} = 3,16 \times 400 = 1264 \text{ kg}$$

P_{pal} počet pruhů na paletě [ks]

\check{r} počet řad na paletě [-]

n_p počet pásů na sobě [ks]

V_p objem pruhu [m^3]

d_p délka pruhu [m]

\check{s}_p šířka pruhu [m]

m_p hmotnost pruhu [kg]

m_{pal} hmotnost naložené palety [kg]

Nosnost palety je $1500 \text{ kg} > m_{pal}$, takže takto uložené pásy unese. Každou takto vytvořenou paletu s pruhu pevně zpáskujeme a vytvoříme tak manipulační jednotku.

3.2.8 Kritický den

Z tabulky je patrné, že kritický den je každý lichý den. Pro tento kritický den spočítáme počet pruhů jednotlivých materiálů a kolik palet bude třeba pro jejich uskladnění.

Ocel tř 11 $P_{11} = n_{11\text{krit}} \times n_{11} \times 10 = 2 \times 81 \times 10 = 1620 \text{ pruhů}$

$$N_{P11} = \frac{P_{11}}{P_{pal}} = \frac{1620}{400} = 4,05 = 5 \text{ palet}$$

Ocel tř 12 $P_{12} = n_{12\text{krit}} \times n_{12} \times 10 = 2 \times 81 \times 10 = 1620 \text{ pruhů}$

$$N_{P12} = \frac{P_{12}}{P_{pal}} = \frac{1620}{400} = 4,05 = 5 \text{ palet}$$

Hliník $P_{Al} = n_{Al\text{krit}} \times n_{Al} \times 10 = 1 \times 150 \times 10 = 1500 \text{ pruhů}$

$$N_{PAI} = \frac{P_{Al}}{P_{pal}} = \frac{1500}{400} = 3,75 = 4 \text{ palety}$$

Nerezová ocel $P_{NER} = n_{NER\text{krit}} \times n_{NER} \times 10 = 1 \times 80 \times 10 = 800 \text{ pruhů}$

$$N_{PNER} = \frac{P_{NER}}{P_{pal}} = \frac{800}{400} = 2 \text{ palety}$$

n_{ikrit} počet svazků v kritický den [ks]

P_i počet pruhů v kritický den [ks]

N_{Pi} počet palet s pruhu [ks]

Celkový počet palet potřebných k uskladnění nastříhaných pruhů ve stříhárně v kritický den je tedy $5 + 5 + 4 + 2 = 16$ palet. Ve stohu můžou být na sobě dle normy 3 palety. Počet stohů v kritický den je tedy vypočítán jako počet palet podělený 3.

$$n_s = \frac{1}{3} \sum N_{Pi} = \frac{16}{3} = 5,3 = 6 \text{ stohů}$$

n_s počet stohů v kritický den [ks]

3.2.9 Pracovní čas a materiálový tok v kritický den

Hrubá celková hmotnost nastříhaného polotovaru v kritický den.

$$H_d = m_{NER} \times s_{krit} \times n_{NER} = 31,6 \times 6 \times 80 = 15168 \text{ kg} = 15,17 \text{ t}$$

H_d hrubá celková hmotnost [t]

Čas potřebný ke zpracování všech pruhů v kritický den:

$$t_c = t_{tab} \times \sum s_{krit} = 20 \times (2 \times 81 + 2 \times 81 + 1 \times 150 + 1 \times 80) = 11080 \text{ s} = 3,08 = 3 \text{ hodiny}$$

t_c celkový stříhací čas [hod]

3.3 Uskladnění v regálech[8][13]

Druhou variantou je skladování tabulí plechu a následně nastříhaných pruhů plechu v regálech. Pro tyto účely byl zvolen regál příhradový pro uskladnění pruhů na paletách a šuplíkový regál ShuttleTower od firmy Storemaster (obr 3.7). Manipulačním prostředkem bude vysokozdvizný vozík (obr 3.2).



Obr 3.7 Vysokozdvizný vozík zakládá kazetu s plechy do systému ShuttleTower

3.3.1 Charakteristika kazety

Každá z vyjímatelných kazet pojme stoh plechů do maximální výšky $h_{max} = 100 \text{ mm}$ s omezením hmotnosti $m_{max} = 5000 \text{ kg}$. K zakládání kazet do šuplíkového regálu je použit vysokozdvizný vozík STILL RX 60-25 s nosností 2500kg, který je použit i v první variantě. Počet plechů v kazetě zjistíme ze vztahu:

$$n_{max} = \frac{h_{max}}{t} = \frac{100}{2} = 50 \text{ kusů}$$

n_{max} maximální počet tabulí v kazetě [ks]

Hmotnost těchto kusů musí být nižší než nosnost kazety a nosnost zvoleného vozíku.

$$m_{NER50} = n_{max} \times V \times \rho_{NER} = 50 \times 0,004 \times 7900 = 1580 \text{ kg}$$

m_{NER50} hmotnost 50 kusů tabulí z nerezové oceli [kg]

Hmotnost nepřekračuje nosnost kazety $m_{max} > m_{NER50}$ stejně jako nosnost VZV $\kappa > m_{NER50}$ a tedy tyto podmínky jsou splněny.

3.3.2 Počet kazet

Je třeba znát počet kazet, které je třeba uskladnit, abychom podle nich mohli zvolit velikosti a počet regálů.

$$\text{Ocel tř 11} \quad \gamma_{11} = \frac{N_{11}}{n_{max}} = \frac{2206}{50} = 44,12 = 45 \text{ kazet}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad \gamma_{12} = \frac{N_{12}}{n_{max}} = \frac{1313}{50} = 26,26 = 27 \text{ kazet}$$

$$\text{Hliník} \quad \gamma_{Al} = \frac{N_{Al}}{n_{max}} = \frac{841}{50} = 16,82 = 17 \text{ kazet}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad \gamma_{NER} = \frac{N_{NER}}{n_{max}} = \frac{893}{50} = 17,86 = 18 \text{ kazet}$$

Celkový počet kazet

$$\gamma_C = \sum \gamma_i = 45 + 27 + 17 + 18 = 107 \text{ kazet}$$

γ_i počet kazet k uskladnění pro daný materiál [ks]

γ_C celkový počet kazet [ks]

Z katalogu (příloha 3) vybíráme 4 regály typu K24100-G (24 kazet) a jeden regál K12100-G (12 kazet). Tyto regály pojmu dohromady 108 kazet.

3.3.3 Denní spotřeba kazet

Pro splnění denní normy pro počet nastříhaných pruhů je třeba spočítat denní spotřebu kazet. Denní spotřeba tabulí je v tomto případě shodná jako ve variantě s ukladněním na paletách na zemi. Pro výpočet jsou tedy použity vypočtené hodnoty z kapitoly 3.2.2.

$$\text{Ocel tř 11} \quad z_{11} = \frac{x_{11}}{n_{max}} = \frac{147}{50} = 2,94 = 3 \text{ kazety}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad z_{12} = \frac{x_{12}}{n_{max}} = \frac{88}{50} = 1,76 = 2 \text{ kazety}$$

$$\text{Hliník} \quad z_{Al} = \frac{x_{Al}}{n_{max}} = \frac{56}{50} = 1,12 = 1,5 \text{ kazety}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad z_{NER} = \frac{x_{NER}}{n_{max}} = \frac{60}{50} = 1,2 = 1,5 \text{ kazety}$$

z_i denní spotřeba kazet pro daný materiál [ks]

Z hlediska efektivity a snazšího zpracování pro obsluhu stříhacích nůžek, je vhodné optimalizovat množství zpracovaných kazet za den tak, aby se každý den zpracovávala celá kazeta a ne jen její zlomek. Z tabulky Tab3.6 se ukazuje že kritický den bude každý lichý, kdy bude třeba zpracovat 9 kazet.

Tab 3.6 Plán zpracování tabulí v kazetách

den	Ocel třídy 11	Ocel třídy 12	Hliník	Nerez ocel	Počet kazet
1	3	2	2	2	9
2	3	2	1	1	7
3	3	2	2	2	9
4	3	2	1	1	7

3.3.4 Kritický den

Když je známý kritický den, je znám i počet pruhů, který bude ten den z jednotlivých materiálů nastříhán. Stačí vynásobit počet kazet v kritický den počtem tabulí v kazetě a počtem pruhů nastříhaných z jedné tabule.

$$\begin{aligned} \text{Ocel tř 11} & P_{11} = n_{11\text{krit}} \times n_{\text{max}} \times 10 = 3 \times 50 \times 10 = 1500 \text{ pruhů} \\ \text{Ocel tř 12} & P_{12} = n_{12\text{krit}} \times n_{\text{max}} \times 10 = 2 \times 50 \times 10 = 1000 \text{ pruhů} \\ \text{Hliník} & P_{Al} = n_{Al\text{krit}} \times n_{\text{max}} \times 10 = 2 \times 50 \times 10 = 1000 \text{ pruhů} \\ \text{Nerezová ocel} & P_{NER} = n_{NER\text{krit}} \times n_{\text{max}} \times 10 = 2 \times 50 \times 10 = 1000 \text{ pruhů} \end{aligned}$$

Celkem se v kritický 9. den z tabulí nastříhá 4500 pruhů. Z pruhů vytvoříme manipulační jednotky stejným způsobem jako v první variantě, tedy na europaletu. Objem jednoho pruhu, jeho hmotnost i počet pruhů na paletě se nemění a opět je možno využít výsledků z kapitoly 3.2.7.

$$\text{Ocel tř 11} \quad N_{P11} = \frac{P_{11}}{P_{\text{pal}}} = \frac{1500}{400} = 3,75 = 4 \text{ palety}$$

$$\text{Ocel tř 12} \quad N_{P12} = \frac{P_{12}}{P_{\text{pal}}} = \frac{1000}{400} = 2,5 = 3 \text{ palety}$$

$$\text{Hliník} \quad N_{PAl} = \frac{P_{Al}}{P_{\text{pal}}} = \frac{1000}{400} = 2,5 = 3 \text{ palety}$$

$$\text{Nerezová ocel} \quad N_{PNER} = \frac{P_{NER}}{P_{\text{pal}}} = \frac{1000}{400} = 2,5 = 3 \text{ palety}$$

Celkový počet palet, které je třeba uskladnit v kritický den je tedy $4+3+3+3=13$ palet

3.3.5 Volba regálu

Je třeba uskladnit 13 palet. Z nabídky zvolíme tedy příhradový paletový regál složený ze dvou regálových sloupců od firmy Proman. O šířce buňky 2700mm, hloubce 1100mm a celkové výšce 3000mm. Nosníky palet musíme volit jiné než standardní. Vhodnou volbou je nosník RTS 160S, který má nosnost buňky 4500kg. Do jedné buňky se vedle sebe vlezou 3 europalety. Tyto dva dvoupátrové regály tedy pojmu 18 palet. 5 nevyužitých míst může být použito na uskladnění prázdných palet nebo jiného materiálu.

3.3.6 Pracovní čas a materiálový tok v kritický den

Hrubá celková hmotnost nastříhaného polotovaru v kritický den.

$$H_d = m_{NER} \times s_{krit} \times n_{NER} = 31,6 \times 9 \times 50 = 14220 \text{ kg} = 14,22 \text{ t}$$

Čas potřebný ke zpracování všech pásů v kritický den:

$$t_c = t_{tab} \times \sum s_{kriti} = 20 \times (3 \times 50 + 2 \times 50 + 2 \times 50 + 2 \times 50) = 9000 \text{ s} = 2,5 \text{ hodiny}$$

4 PŮDORYSNÁ ŘEŠENÍ SKLADU

Při tvorbě půdorysného řešení je třeba brát na zřetel několik limitujících faktorů, které vychází ze stavebně-konstrukčních norem a z volby manipulační techniky. Jsou to zejména

- ◆ Základní stavební modul, který je 6 metrů. Šířka lodi haly musí být v násobku tohoto modulu.
- ◆ Manévrovací rádius vysokozdvížného vozíku, při uskladňování a vyskladňování daný výrobcem.
- ◆ Manévrovací prostor pro obsluhu stříhacího centra pro bezpečné zacházení.

K porovnání variant je třeba vytyčit styčné prvky, které budou společné pro obě varianty. Prostor skladu je rozdělen na plochy skladovací, dopravní, funkční, záložní a jalové. Skladovací plochy obsahují uskladněný materiál, dopravní jsou plochy, které jsou nutné pro pohyb vozíků a které musí zůstat volné. Funkční plochy je označeno stříhací centrum a nabíjecí stanice. Záložními plochami jsou myšleny plochy pro dočasné uskladnění materiálu nebo místa pro materiál pro dalším navýšení výrobních kvót a nakonec jako jalové jsou označeny veškeré plochy mimo již zmíněné. V obou variantách bude:

- ◆ Místo k uskladnění tabulí.
- ◆ Místo k uskladnění nastříhaných pruhů.
- ◆ Dopravní cesta vedoucí do provozní haly.
- ◆ Místo pro nabíjení baterií (nabíjecí stanice).
- ◆ Stříhací centrum.
- ◆ Úložný prostor pro nadstandardní příležitosti (předčasná dodávky, vratka apod).

4.1 Uskladnění na zemi

Svazky plechu podložené eurohranoly musí být situovány tak, aby se s nimi mohlo co nejnázne manipulovat. Delší strana svazku tak tedy musí být vodorovná s dopravní cestou. Ulička mezi svazky musí být dle výrobce vozíku minimálně 3877mm. Proto volíme tuto vzdálenost 4000mm. Je třeba uskladnit 15 svazků. Tyto informace vedou k tomu, že sklad bude úzký a dlouhý. Šířku lodi haly volíme 12m. Po obvodu haly stojí 10 nosných sloupů s čtvercovým profilem o straně 600mm, kdy mezi sousedními sloupy je rozestup 6metrů. Vzhledem k rozměrům hydraulických tabulových nůžek (Tab 3.3) a nutnému prostoru v jeho okolí bylo stříhací centrum situováno rovněž rovnoběžně s dopravní cestou. Výhodou tohoto umístění je oddělení příjmu materiálu do tohoto centra k jeho výdeji, který je blíže vlastnímu výrobnímu závodu.

4.1.1 Pracovní postup

Pracovní postup uskladnění plechů vypadá následovně:

- a) Vykládka materiálu z dopravního prostředku.
- b) Svazky tabulí se ukládají na určená místa podél dopravní cesty a stohují se.
- c) Po skončení vykládky začínají operace ve stříhacím centru, kde se přiveze první svazek tabulí. Obsluha svazek odpáskuje a začne stříhat nůžkami na pruhy. Současně probíhá rovnání nastříhaných pruhů na palety na druhé straně stříhacího centra. Tento bod se opakuje u daného materiálu podle potřebného množství v daný den podle denního plánu (Tab 3.4).
- d) Paleta s pruhy se po naplnění kapacity 400 pruhů odveze na místo, kde zůstává

uskladněná do chvíle než je potřeba ve výrobě. Pro úsporu místa probíhá stohování palet s pruhy.

- e) Po směně je provedena výměna baterie ve vozíku a vybitá baterie připojena na nabíječku v nabíjecí stanici.

4.1.2 Charakteristika

Charakteristika řešení vychází z výsledků v kapitolách 3.2.1 až 3.2.9 a z výkresu 1-3C22-01(příloha 1). Pro přehlednost jsou výsledky v tabulkách 4.1 a 4.2.

Tab 4.1 Výužití skladu varianta č.1

Rozměry	12 x 24 m (288m ²)
Skladovací plochy	13,4% (38,5 m ²)
Záložní plochy	7.29% (21m ²)
Dopravní plochy	40,58% (117m ²)
Funkční plochy	16,3% (47 m ²)
Jalové plochy	22,4% (64,5m ²)
Hrubá celková hmotnost	15,17t
Stříhací čas	3hodiny

Tab 4.2 Kritický den varianta č.1

	Počet svazků [ks]	Kusů ve svazku [ks]	Počet pásů [ks]	Hmotnost jednoho pásu [kg]	Celková hmotnost pásů [kg]
Ocel tř. 11	2	81	1620	3,12	5054,4
Ocel tř. 12	2	81	1620	3,12	5054,4
Hliník	1	150	1500	1,08	1458
Nerez ocel	1	80	800	3,16	2528
					14094,8

4.2 Uskladnění v regálech

Stejně jako u předchozí varianty musíme počítat s tím, že plechy budeme na vidlice vozíku podobírat ze směru kolmého na delší stranu. Při zakládání kazet do regálů musíme počítat s větším manévrovacím prostorem než který uvádí výrobce. Nemanipulujeme totiž se standardní europaletou na dlouho, ale s kazetou, která má rozměr 1400mm. I s tímto vědomím je zvolena šířka uličky s šuplíkovými regály na 5m. Co se týče šířky lodě haly, byla zvolena s ohledem na modul šířka 18m. Po obvodu haly stojí osm 600mm nosných sloupů s 6m vzdáleností mezi sousedními sloupy. Stříhací centrum je velmi blízko nejen přihradového regálu, kde budou uskladněny palety s nastříhanými pruhy plechu, ale i závodní výrobě.

4.2.1 Pracovní postup

Pracovní postup uskladnění plechů vypadá následovně:

- Wykládka materiálu z dopravního prostředku.
- Svazky se dočasně ukládají do užitého prostoru.
- Pomocí depaletizačního přípravku se plechy uskladní do kazet, které jsou ukládány do šuplíkových regálů. Postup je v příloze 3.
- Po přeskladnění plechů do kazet začínají operace ve stříhacím centru. Tam se přiveze první kazeta s plechy a umístí se na depaletizační zařízení, což umožní snazší manipulaci s tabulemi plechů. Obsluha nůžkami vystřihne pruhy a ty se uloží na palety. Prázdná kazeta se vrátí na své původní místo v regálu a přiveze se další. Tento proces se opakuje u daného materiálu podle potřebného množství kazet, které se mají ten den zpracovat podle rozpisu v tabulce Tab 3.6
- Paleta s pruhy se po naplnění kapacity 400 pruhů zaskladní na volní místo v příhradovém paletovém regálu, kde zůstane do té doby než bude potřeba ve výrobě.
- Po směně je provedena výměna baterie ve vozíku a vybitá baterie připojena na nabíječku v nabíjecí stanici.

4.1.2 Charakteristika

Charakteristika řešení vychází z výsledků v kapitolách 3.3.1 až 3.3.6 a z výkresu 2-3C22-01(příloha 2). Pro přehlednost jsou výsledky v tabulkách 4.3 a 4.4.

Tab 4.3 Využití skladu varianta č.2

Rozměry	18 x 18 m (324m ²)
Skladovací plochy	7,9% (25,6 m ²)
Záložní plochy	17,2% (55,6m ²)
Dopravní plochy	33,8% (109,5m ²)
Funkční plochy	14,5% (47 m ²)
Jalové plochy	26,6% (86,3m ²)
Hrubá celková hmotnost	14,22t
Stříhací čas	2,5hodiny

Tab 4.4 Kritický den varianta č.2

	Počet svazků [ks]	Kusů ve svazku [ks]	Počet pásů [ks]	Hmotnost jednoho pásu [kg]	Celková hmotnost pásů [kg]
Ocel tř. 11	3	50	1500	3,12	4680
Ocel tř. 12	2	50	1000	3,12	3120
Hliník	2	50	1000	1,08	1080
Nerez ocel	2	50	1000	3,16	3160
					12040

ZÁVĚRY

Je sledováno využití skladu ve dvou variantách v kritický den, kdy se musí potýkat s největším objemem materiálu. Pro porovnání obou verzí byl prostor pracovně rozdělen na plochy skladovací, dopravní, funkční, záložní a jalové. Kombinace snížení skladovacích ploch díky úspornějšímu systému skladování a větší výměry vede k výrazné zvětšení záložní plochy. Výměra funkčních ploch se nezměnila, dopravní plochy se však lepší strukturou dokonce snížily.

Zajímavým ukazatelem pro posouzení vhodnosti užitých řešení je poměr počtu kusů uskladněného materiálu vztáhnutý na uskladněnou plochu. Pro řešení, kdy je materiál skladován na zemi, vychází tento poměr cca 180kusů tabulí a 870 nastřídaných pruhů plechu na metr čtvereční. Pro řešení s regály vychází tento poměr na 270 kusů tabulí a 760 pruhů plechu na metr čtvereční. Tento ukazatel nám říká, že výrazně úspornějším a tedy výhodnějším řešením při daném materiálovém toku je pro uskladnění tabulí plechu použití regálu. Kdežto užití regálu pro uskladnění pruhů plechu není tak výhodné jako při stohování na zemi. To je jistě dané 72% využitím tohoto regálu (13 míst zaplněných z 18 možných). V případě plného zaplnění by i tento regál byl úspornější než stohování na zemi. 5 volných míst v regálu můžeme využít ke skladování prázdných europalet nebo je můžeme připočítat k již tak dostačujícím záložním plochám.

Zavedením šuplíkových a příhradových regálů snížíme materiálový tok v kritický den. Tato změna je následkem zaokrouhlování při výpočtu denních spotřeb manipulačních jednotek v kapitolách 3.2.6 a 3.3.3. Zjemněním manipulační jednotky např pro ocel třídy 11 z 81 na 50 kusů v jedné jednotce dojde ke přiblížení materiálového toku k ideálnímu. Ten totiž není vázán zaokrouhlovací chybou. Ta vede k rozdílu mezi potřebným a skutečným materiálovým tokem. Snahou návrhu skladu je tedy minimalizovat tento rozdíl nebo jej úplně eliminovat. Jedním ze způsobů eliminace je podrobnější pracovní plán stříhárny. V praxi by to znamenalo, že by každá směna byla unikátní a obsluha stříhacího centra by musela dávat zvýšenou pozornost při dodržování plánu a mohlo by tak snadno dojít k tomu, že se zpracuje více nebo méně než je nutné. Námi zvolený návrh je vhodný v jednoduché periodicitě, kdy se potřebné množství střídá co druhý den. Tím se minimalizuje i prostor pro lidskou chybu.

Co se týče rozmístění dopravních cest, stříhárny a skladu nastříhaných pruhů, je vhodnější návrh s regály. Volbou šířky lodě haly na 18m se zbavíme stísněnosti z prvního návrhu a zlepší se manipulativnost s paletami(kazetami). Také je zde dobrá návaznost na výrobu.

Ač tedy existují nějaké mouchy, je volba skladu s regály lepší volbou pro lepší využití skladovacích ploch a návaznost na výrobní provoz. Navíc je zde velké množství záložního prostoru, který se v budoucnu může využít k uskladnění materiálu při dalším nárůstu spotřeby.

SEZNAM ZDROJŮ

- [1] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem. Vyd. 4. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 978-80-214-3607-7.*
- [2] DRAŽAN, František a Karel JEŘÁBEK. *Manipulace s materiálem. Praha: SNTL, 1979, 454 s.*
- [3] *Jeřáby, manipulační technika a zdvihací zařízení JASS a.s.* [online]. 2011, 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.jass.cz/>
- [4] *Jeřáby a zdvihací technika* [online]. 2006, 2012 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.iteco.cz/>
- [5] Katalog manipulační techniky. *Katalog manipulační techniky* [online]. 2009 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: http://www.wanner.cz/dokumenty/katalog/Katalog_CZ_final_new.pdf
- [6] Jungheinrich. *Manipulační technika Jungheinrich* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/>
- [7] Specifikace europalet. *Specifikace europalet* [online]. 2008 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.euro-palety.com/specifikace-europalet/>
- [8] Storemaster system documentation eng July 2013. *Storemaster system documentation eng July 2013* [online]. 2013 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.tiemasaco.com/pdf/A2.2%20storemaster%20system%20documentation%20engl%20July%202013%20email.pdf>
- [9] *Regály PROMAN* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.regaly-proman.cz/>
- [10] *KREDIT: vybavení skladů a archivů* [online]. 2011 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.kredit.cz/>
- [11] 9 - Navijáky, svěrky plechů, drapáky, magnety. *9 - Navijáky, svěrky plechů, drapáky, magnety* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.wanner.cz/dokumenty/cz/09.pdf>
- [12] Paletový vozík. *Paletový vozík* [online]. 2014 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.paletovaci-voziky.cz/index.html>
- [13] *Skladová technika* [online]. [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.still.cz/skladova-technika-cz.0.0.html>
- [14] Elektro-vakuové manipulátory VACUBOY a VACUGIANT. *Elektro-vakuové manipulátory VACUBOY a VACUGIANT* [online]. 2015 [cit. 2015-05-31]. Dostupné z: <http://www.tedox.cz/elektro-vakuove-manip-vacuboy>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

c	[den]	dodávková lhůta materiálu
d	[m]	délka tabule plechu
d_p	[m]	délka pruhu
H_d	[t]	hrubá celková hmotnost
h_i	[mm]	výška svazku
h_{max}	[mm]	maximální výška svazku
k	[den]	počet pracovních dní v roce
m_{Ci}	[kg]	hmotnost materiálu za rok
m_i	[kg]	hmotnost jedné tabule plechu
m_{NER50}	[kg]	hmotnost 50 kusů tabulí z nerezové oceli
m_p	[kg]	hmotnost pruhu
m_{pal}	[kg]	hmotnost naložené palety
n_i	[ks]	maximální počet tabulí
N_i	[ks]	počet kusů tabulí
n_{ikrit}	[ks]	počet svazků v kritický den
n_{max}	[ks]	maximální počet tabulí v kazetě
n_p	[ks]	počet pásů na sobě
N_{Pi}	[ks]	počet palet s pruhu
n_s	[ks]	počet stohů v kritický den
P_i	[ks]	počet pruhů v kritický den
P_{pal}	[ks]	počet pruhů na paletě
p_z	[den]	pojistná zásoba
Q	[ks]	počet kusů tabulí v cílovém roce
q_i	[t.den ⁻¹]	denní spotřeba materiálu
Q_P	[ks]	počet kusů tabulí zpracovaných za rok
Q_{Si}	[t]	skladové množství
\check{r}	[-]	počet řad na paletě
S_i	[ks]	počet svazků
\check{s}	[m]	šířka tabule plechu
\check{s}_p	[m]	šířka pruhu
t	[m]	tloušťka tabule plechu
t_c	[hod]	celkový stříhací čas
t_s	[s]	čas jedné střížné operace
t_{TAB}	[s]	čas potřebný pro nastříhání 1 tabule
t_z	[den]	technologická zásoba
V	[m ³]	objem jedné tabule plechu
V_p	[m ³]	objem pruhu
w_i	[ks]	počet svazků ve stohu
x_i	[ks]	denní spotřeba tabulí
z_i	[ks]	denní spotřeba kazet

γ_c	[ks]	celkový počet kazet
γ_i	[ks]	počet kazet k uskladnění
κ	[kg]	nosnost vozíku
λ_i	[ks]	počet stohů
ρ_i	[kg.m ⁻³]	měrná hmotnost materiálu

SEZNAM TABULEK

Tab 3.1	Vlastnosti a skladba materiálů
Tab 3.2	Parametry vozíku RX 60-25
Tab 3.3	Charakteristika stroje SST 1504
Tab 3.4	Plán pro zpracování svazků
Tab 3.5	Specifikace EUR palety
Tab 3.6	Plán zpracování tabulí v kazetách
Tab 4.1	Využití skladu varianta č.1
Tab 4.2	Kritický den varianta č.2
Tab 4.3	Využití skladu varianta č.2
Tab 4.4	Kritický den varianta č.2

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr 1.1 Doprava kamenných kvádrů v Egyptě
- Obr 1.2 Gravitační válečkový dopravník
- Obr 1.3 Konzolový regál s uskladněnými svazky tyčí
- Obr 1.4 Paleta na svitky
- Obr 1.5 Vertikální skladování plechů v opěrných regálech
- Obr 2.1 Manuální paletový vozík
- Obr 2.2 Nízkozdvižný elektrický vozík se stojící obsluhou
- Obr 2.3 Čelní motorový vozík
- Obr 2.4 Retrak
- Obr 2.5 Vychystávací vozík
- Obr 2.6 Vysokozdvižný kontejnerový vozík
- Obr 2.7 Jednonosníkový mostový jeřáb s magnetickou traverzou
- Obr 2.8 Sloupový jeřáb s kladkostrojem
- Obr 2.9 Portálový jeřáb vedený kolejnicemi
- Obr 2.10 Konzolový jeřáb ve výrobní hale
- Obr 2.11 Stohovací jeřábs přidržovacím stolem
- Obr 2.12 Blokovaný regál s regálovým zakladačem
- Obr 2.13 Kladkostroj s nosností 20t
- Obr 2.14 Magnetický zvedák manipulující s plechy
- Obr 2.15 Vakuový zvedák při manipulaci s plechy
- Obr 2.16 Svěrka s bezpečnostní aretačí
- Obr 2.17 Nakládací vidlice
- Obr 2.18 C-hák
- Obr 2.19 Šestiřadý příhradový regál
- Obr 2.20 Dřevěné hranoly ve stromečkovém regálu
- Obr 2.21 Tyče a trubky uskladněné v konzolovém regálu
- Obr 2.22 Trnový regál se svitky
- Obr 2.23 Spádový příhradový regál
- Obr 2.24 Skříňový regál na plechy
- Obr 3.1 Uskladnění plechů v hale na zemi
- Obr 3.2 Vozík RX 60-25
- Obr 3.3 Schéma výšky svazku plechů na eurohranolu
- Obr 3.4 Hydraulické nůžky
- Obr 3.5 Stříhací plán pruhů z tabule
- Obr 3.6 EUR paleta
- Obr 3.7 Vysokozdvižný vozík zakládá kazetu s plechy do systému ShuttleTower

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	1-3C22-01
Příloha 2	2-3C22-01
Příloha 3	Storemaster ShuttleTower katalog
Příloha 4	Hydraulické nůžky

ShuttleTower® System-Cassettes – sheet-metal and long goods storage-Towers

Number of cassettes in magazine tower	Height (mm) stackable stand (to be stepped up)/ required stacker lifting height	Filling height (mm)	small size 2000 x 1000 mm			middle size 2500 x 1250 mm		
			payload (kg)	base tower in €	extension tower in €	payload (kg)	base tower in €	extension tower in €
17	3.000 / 2.850	60	2.500	K01760-G	K01760-A	1.800	M01760-G	M01760-A
12		80	3.000	K01280-G	K01280-A	2.000	M01280-G	M01280-A
12		100	5.000	K12100-G	K12100-A	4.000	M12100-G	M12100-A
23	3.900 / 3.750	60	2.500	K02360-G	K02360-A	1.800	M02360-G	M02360-A
16		80	3.000	K01680-G	K01680-A	2.000	M01680-G	M01680-A
16		100	5.000	K16100-G	K16100-A	4.000	M16100-G	M16100-A
29	4.800 / 4.650	60	2.500	K02960-G	K02960-A	1.800	M02960-G	M02960-A
20		80	3.000	K02080-G	K02080-A	2.000	M02080-G	M02080-A
20		100	5.000	K20100-G	K20100-A	4.000	M20100-G	M20100-A
35	5.700 / 5.550	60	2.500	K03560-G	K03560-A	1.800	M03560-G	M03560-A
24		80	3.000	K02480-G	K02480-A	2.000	M02480-G	M02480-A
24		100	5.000	K24100-G	K24100-A	4.000	M24100-G	M24100-A
cassettes-single price + pair of console-rails	577,- + 140,-	60	2.500	cassettes-dead weight	110 kg	1.800	782,- + 155,-	143 kg
	638,- + 140,-	80	3.000		123 kg	2.000	777,- + 155,-	149 kg
	785,- + 140,-	100	5.000		173 kg	4.000	982,- + 155,-	214 kg

Number of cassettes in magazine tower	Height (mm) stackable stand (to be stepped up)/ required stacker lifting height	Filling height (mm)	large size 3000 x 1500 mm			maxi size 4000 x 2000 mm		
			payload (kg)	base tower in €	extension tower in €	payload (kg)	base tower in €	extension tower in €
17 / 12	3.000 / 2.850	60 / 100	1.500	AG1760-G	AG1760-A	1.500	AX12100-G	AX12100-A
17 / 12		60 / 100	2.000	BG1760-G	BG1760-A	2.600	BX12100-G	BX12100-A
12 / 12		100 / 100	3.000	G12100-G	G12100-A	3.500	CX12100-G	CX12100-A
9 / 9		120 / 120	5.000	G09120-G	G09120-A	3.000	X009120-G	X009120-A
9 / 9	3.900 / 3.750	140 / 140	7.000	G09140-G	G09140-A	5.000	X009140-G	X009140-A
23 / 16		60 / 100	1.500	AG2360-G	AG2360-A	1.500	AX16100-G	AX16100-A
23 / 16		60 / 100	2.000	BG2360-G	BG2360-A	2.600	BX16100-G	BX16100-A
16 / 16		100 / 100	3.000	G16100-G	G16100-A	3.500	CX16100-G	CX16100-A
12 / 12		120 / 120	5.000	G12120-G	G12120-A	3.000	X012120-G	X012120-A
12 / 12		140 / 140	7.000	G12140-G	G12140-A	5.000	X012140-G	X012140-A
29 / 20	4.800 / 4.650	60 / 100	1.500	AG2960-G	AG2960-A	1.500	AX20100-G	AX20100-A
29 / 20		60 / 100	2.000	BG2960-G	BG2960-A	2.600	BX20100-G	BX20100-A
20 / 20		100 / 100	3.000	G20100-G	G20100-A	3.500	CX20100-G	CX20100-A
15 / 15		120 / 120	5.000	G15120-G	G15120-A	3.000	X015120-G	X015120-A
15 / 15	5.700 / 5.550	140 / 140	7.000	G15140-G	G15140-A	5.000	X015140-G	X015140-A
35 / 24		60 / 100	1.500	AG3560-G	AG3560-A	1.500	AX24100-G	AX24100-A
35 / 24		60 / 100	2.000	BG3560-G	BG3560-A	2.600	BX24100-G	BX24100-A
24 / 24		100 / 100	3.000	G24100-G	G24100-A	3.500	CX24100-G	CX24100-A
18 / 18		120 / 120	5.000	G18120-G	G18120-A	3.000	X018120-G	X018120-A
18 / 18	140 / 140	7.000	G18140-G	G18140-A	5.000	X018140-G	X018140-A	
cassettes-single price + pair of console-rails	1.085,- + 170,-	60 / 100	1.500	cassettes-dead weight	203 kg	1.500	1.663,- + 212,-	381 kg
	1.416,- + 170,-	60 / 100	2.000		250 kg	2.600	1.796,- + 212,-	422 kg
	1.191,- + 170,-	100 / 100	3.000		263 kg	3.500	1.986,- + 212,-	470 kg
	1.254,- + 193,-	120 / 120	5.000		281 kg	3.000	1.747,- + 212,-	405 kg
	1.312,- + 193,-	140 / 140	7.000		298 kg	5.000	1.821,- + 242,-	427 kg



Cassette-loading with PalEx



The cassette is positioned and put down over the shifting stanchions of the PalEx so ...



... that it lays down at the plug-in cross of the PalEx and that the stanchions stand out of the bars of the cassette ...



...so that they pick up the sheet metal package alternatively with or - through simultaneous depalletizing - as well as without wooden pallet...



... through simply lifting up the cassette the sheet metal package is kept save in it immediately ...



... to be stored afterwards into the systems ShuttleTower® - RollyTowerSK or MasterTower®SK.



HYDRAULICKÉ TABULOVÉ NŮŽKY SST



Tyto tabulové nůžky mají horní hydraulické válce a kyvný pohyb střížné traverzy – ideální kinematika především pro stříhání krátkých stříhů. Tento kyvný systém nelze nastavit na úhel stříhu (typ TS toto umožňuje). Dvojčinné hydraulické válce umožňují stříhat maximální tloušťku oběma válci a při stříhání tenčích plechů jedním válcem, což přináší rychlost stříhu porovnatelnou s elektromechanickými nůžkami.

Standartní systém SP8 u těchto nůžek nabízí digitální odměřování dorazu, počítání stříhů, ručně přestavitelnou střížnou vůli do 2 sec. Řídicí systém SC 70 už umožňuje kompletní CNC programování stroje pro plynulou výrobu.

Tabulové nůžky SST	1504	2004	2504	
Tloušťka stříhaného materiálu – standard	4	4	4	mm
Maximální střížná délka	1560	2060	2560	mm
Úhel stříhu – pevný	1°20'	1°20'	1°30'	° '
Počet přidržovačů plechu	9	12	14	ks
Počet stříhů za minutu (dva válce/jeden válec)	30/55	30/48	30/42	stříhov/min.
Zadní motorový automat odklopného dorazu	650	650	650	mm
Délka předního pravouhého dorazu	1000	1000	1000	mm
Výkon elektromotoru	7,5	7,5	7,5	kW
Délka stroje	2150	2700	3300	mm
Šířka stroje	1750	1750	1750	mm
Výška stroje	1700	1700	1700	mm
Pracovní výška stolu	820	820	858	mm
Celková hmotnost	3350	3700	5250	kg