



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH SKLADU VE STROJÍRENSKÉM PODNIKU

PROPOSAL WAREHOUSE IN ENGINEERING COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Radovan Grepl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav strojírenské technologie
Student:	Radovan Grepl
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Marek Štroner, Ph.D.
Akademický rok:	2020/21

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:

Návrh skladu ve strojírenském podniku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rozbor a inventarizaci manipulačních prostředků ve skladě. Na základě tohoto rozboru řešit dispozici vlastního skladu pro navrhovanou součást. V případě volné kapacity řešit variantní řešení a technicko ekonomické zhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

1. Úvod do problematiky skladování.
2. Volba manipulační jednotky.
3. Kapacitní propočet skladu.
4. Rozbor a dispoziční variantní řešení skladu.
5. Technicko–ekonomické zhodnocení variant.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

GREPL Radovan: Návrh skladu ve strojírenském podniku

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem nově budovaného skladu ve strojírenském podniku. V první části práce je popsána firma, pro kterou je návrh vytvořen. Druhá část práce se zabývá problematikou skladování. Jsou zde popsány základní funkce a druhy skladů, logistika a řízení zásob nebo zařízení pro manipulaci s materiálem. Následuje propočtení skladové kapacity a jsou navrženy dvě varianty řešení. Obě varianty jsou řešeny pomocí paletových regálů, kde první návrh je pro systémové vozíky VNA a druhý je navržen pro pojízdné regály. Pro obě varianty je zpracována výkresová dokumentace. Poslední část obsahuje zhodnocení obou variant z technického i ekonomického hlediska.

Klíčová slova: sklad, manipulace, logistika, regály, materiál

ABSTRACT

GREPL Radovan: Proposal warehouse in engineering company

This bachelor's study deals with the design of a newly built warehouse in an engineering company. The first part of the study described the company for whom the design was created. The second part deals with the issue of storage spaces. It describes the foundational functions and types of warehouses, logistics and inventory management, or material handling equipment. In the next part, the storage capacity was calculated and two variants of the solution were proposed. Both variants are solved using pallet racks, where the first design is for VNA system carts and the second is designed for mobile racks. Drawing documentation was prepared for both variants. Lastly, both of the variants were evaluated from a technical and economic point of view.

Keywords: warehouse, logistics, manipulation, racks, material

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GREPL, Radovan. *Návrh skladu ve strojírenském podniku* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/131969>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 27.5.2021

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, PhD. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval firmě ABO Valve za poskytnuté materiály, vstřícnost a odborné konzultace.

Také bych rád poděkoval své rodině za velkou podporu při celém studiu.

OBSAH

Zadání
Abstrakt
Bibliografická citace
Čestné prohlášení
Poděkování
Obsah

ÚVOD	9
1 ROZBOR ZADÁNÍ	10
1.1 Aktuální stav	11
2 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ	12
2.1 Funkce skladu	12
2.2 Druhy skladů	13
2.3 Řízení zásob	14
2.4 Logistika skladů	15
2.4.1 Metoda Just in Time	15
2.4.2 Metoda ABC	16
2.4.3 Kanban	17
2.4.4 Hub and Spoke	18
2.5 Manipulace s materiálem	18
2.5.1 Vozíky	19
2.5.2 Jeřáby	20
2.5.3 Automatické zakladače	22
3 NÁVRH A VÝPOČET SKLADOVÉ KAPACITY	23
3.1 Varianta A – Systémové vozíky VNA	25
3.2 Varianta B – Pojízdné regály	26
4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	28
5 ZÁVĚRY	30

Seznam použitých zdrojů
Seznam použitých symbolů a zkratk
Seznam obrázků
Seznam tabulek
Seznam výkresů

ÚVOD [1], [2], [7]

Skladování patří v dnešní době k jedné z nejdůležitějších funkcí ve všech firmách nejen ve strojírenských. Ať už se jedná o strojírenskou firmu či nikoli, musí mít firma dobře fungující sklad a logistiku, která řídí všechny pohyby na skladě. Špatný materiálový tok znamená zdržení ve výrobě nebo expedici. Z toho plynou vyšší prodlevy, a to se projeví i na celkové výši nákladů.

Ve skladech se dá uložit téměř cokoliv např. hutní materiál, nejrůznější výlisky a výrobky nebo potravinářské výrobky a spoustu dalších. Nejčastěji používaným typem je regálový sklad pro palety (obr. 1). Každá firma potřebuje speciálně navržený sklad podle rozměrů, typů a požadavků výrobků či materiálu na uchovávání.

V dnešní době sklady neslouží pouze k uchovávání materiálu, ale čím dál tím víc se klade důraz na efektivitu a rychlost skladování. Pokud se použijí správné systémy a programy, mohou sklady plnit inventarizační a informativní činnost. Kvůli těmto požadavkům je kladen důraz na vývoj skladovacích zařízení a techniky. Z klasických regálových skladů se postupně přechází na automatické zakladače, pojízdné regály nebo moderní automatické skladovací systémy.

U skladů je velice důležité správné umístění a dostupnost nejen kvůli exportu či importu zboží, ale i z důvodu meziskladových operací přímo uvnitř firmy. Před začátkem výroby a skladování musí být zcela zřejmé, jak má sklad fungovat, a jaké budou používány manipulační prostředky a typy regálů.



Obr. 1 Regálový sklad [7]

1 Rozbor zadání [3]

Návrh a kapacitní propočet skladu bude realizován podle skutečných dat, které byly poskytnuty firmou ABO valve, s.r.o, která byla založena roku 1993 jako dceřiná firma české společnosti Siwatec, a.s. ABO valve se především soustředí na výrobu široké řady mezipřírubových měkkostěnicích klapek a klapek s dvojitou či trojitou excentricitou, nožových šoupátek nebo zpětných a kulových ventilů. Uplatnění nachází v nejrůznějších oborech od zpracování vody, v systémech vytápění a ventilace nebo v systémech pro distribuci a zpracování plynu, chemikálií, ropných produktů, paliv či olejů.

Firma je největší dodavatel tohoto typu zboží v České republice a jedním z největších v Evropě. Sídlo společnosti leží poblíž Olomouce v nedaleké vesnici Chomoutov. V prostorách na pravé straně (obr. 2) probíhá samotná výroba a v zadní části skladování surových polotovarů. V budově nalevo se v zadní části nachází další sklad, ke kterému patří montážní hala. V přední části sídlí vedení a management firmy. Společnost nyní přistavuje další externí sklad o rozloze přibližně 1040 m², který bude stát za výrobní budovou a bude v jeho prostorách kromě regálů také stanoviště pro kontrolu kvality.

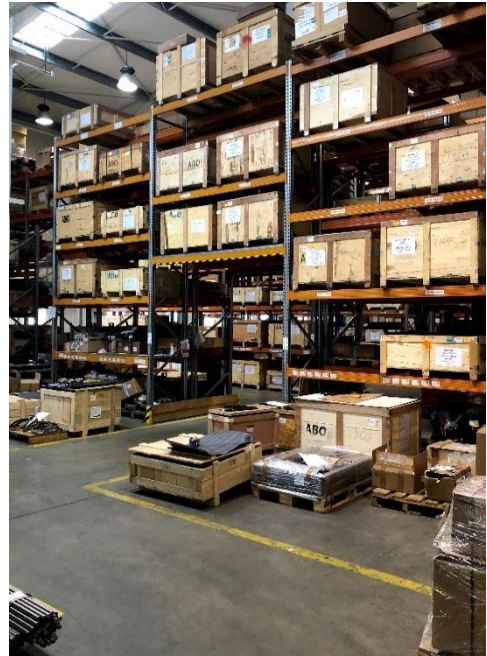
Na základě zadání a současného stavu firmy, pro kterou bude navržen nový sklad je třeba si rozebrat problematiku skladování. Jelikož se jedná o velice rozšířené téma, tak řešerše bude zpracována na několik částí, které by každá firma měla zvážit a podle nich volit návrh skladu.



Obr. 2 Prostory ABO Valve [3]

1.1 Aktuální stav [3], [4], [5]

V areálu firmy se v současné době nachází dva velké sklady o rozloze přibližně 960 m². Aktuálně se projektuje třetí sklad, který bude postaven na volném prostranství za výrobní halou. Současné dva sklady nemají potřebnou kapacitu, a tak má firma uloženou část zásob v externích pronajatých skladech. Další částí práce se budou zabývat návrhem právě nově vznikajícího centrálního skladu. Hlavní sklad je propojen s výrobní halou, ve které se nachází bezpočet pracovních strojů od universálních soustruhů a frézek, až po CNC výrobní stroje. Vyrábí se zde především klapky, které mohou být centricky i excentricky uložené, motýly a různé druhy těles a armatur. Nakupované polotovary jsou dováženy výhradně kamionovou dopravou. Kvůli menšímu manipulačnímu prostoru je povolen pouze vjezd pro jeden kamion. Po vyložení nákladu kamion musí odjet stejnou příjezdovou cestou, až pak může vjet další kamion. Vyložení nákladu probíhá pomocí vysokozdvíhových vozíků, které složí materiál na zem před sklad. Tomuto místu se říká odkládací plocha (obr. 3). Tento typ skladů se nazývá Hlavový, protože v něm dochází ke křížení cest materiálu. Teprve po kontrole zboží kamion může odjet z prostorů firmy. Při příjmu zboží do firmy se kontroluje množství podle dodacího listu, případně identifikace zboží. Další kontroly se zabývají kvalitou materiálu a jednotlivých součástí. Vyložené zboží se následně zaeviduje do systému a uskladní do skladu pro surový materiál a polotovary.



Obr. 3 Odkládací plocha

Polotovary se po dodání postupně odebírají do výroby. Jsou většinou dodány na dřevěných paletách nebo v kovových bednách. Ve výrobní hale je přímo uprostřed malý mezisklad (obr. 4), který slouží k tomu, aby se jednotlivé zakázky o různých velikostech mohly vyrobit a zkompletovat přímo ve výrobě a nemusely se převážet neustále z místa na místo. Mezisklad je tvořen nepohyblivými regály, jako většina skladovacích prostor ve firmě. Opracované hlavní díly armatury se často posílají na lakovnu. Lakovna není součástí společnosti, a tak se musí zakázky zabalit a odvézt do jiné firmy.

Zboží z lakovny se uskladní ve druhém skladu, který je umístěn pár metrů od hlavního skladu. V tomto skladu čekají nalakované dílce na kompletaci a montáž. Někdy se stává, že jsou zásilky příliš velké, a tak dochází k jejich rozdělení do obou skladů.

Ve vedlejším skladu mají montéři a skladníci k dispozici dva dvouvěžové automatické vertikální zakladače od firmy Kardex Remstar. Společnost Kardex se specializuje na vývoj, výrobu a zdokonalování dynamických skladovacích systémů. V těchto zakladačích se skladují především malé série jednotlivých zakázek. V jedné části se nachází spojovací a těsnící materiál, který je využíván při tamních montážích. Zboží je mezi jednotlivými sklady převáženo výhradně pomocí vysokozdvíhových nebo paletových vozíků.



Obr. 4 Mezisklad ve výrobě

2 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ [6], [8]

Skladování je uchovávání materiálů, polotovarů i výrobků pro pozdější potřebu, včetně manipulace s nimi. Sklady se používají nejen ve firmách, ale i obchodech. V zásobách jsou uloženy finanční prostředky firmy.

Sklady a mezisklady mají za úkol dodržovat plynulý chod materiálu mezi výrobou a případnou montáží. Nejde jenom o skladování zboží, ale i o celkový přehled všech produktů. Informace ze skladu míří do managementu firmy, kde se podle nich řídí nákup jednotlivých komponentů potřebných k výrobě či montáži.

2.1 Funkce skladu [2], [7], [8], [9], [10]

V současné době se klade stále větší a větší důraz na efektivitu a komplexnost skladování. Skladování v dnešní době nezahrnuje pouze bezpečné uložení zboží, ale také tok informací v reálném čase nebo manipulační procesy s materiálem. Základním požadavkem jsou tři hlavní funkce, které jsou popsány níže.

a) Přesun výrobků:

- Příjem – vyložení zboží z dopravního prostředku (nejčastěji kamion nebo nákladní auto). Následuje vybalení zboží a jeho následná kontrola kvality a dokumentace. Pokud je vše v pořádku nově přivezené zboží se zaeviduje do systému.
- Ukládání (transfer) – jedná se o přesun zboží a jeho následné uskladnění.
- Kompletace zboží dle objednávky – podle požadavků zákazníka se zboží rozděluje, sdružuje nebo přemísťuje přesně podle dané objednávky.
- Překládka – jedná se o přemístění zboží na místo expedice, přitom se proces skladování zcela vynechává.
- Expedice – poslední proces před doručením k zákazníkovi. Proces obsahuje balení, naložení zboží do dopravních prostředků. Zboží musí být zkontrolováno a následně se aktualizují záznamy o stavu zásob skladu.

b) Uskladnění výrobků:

- Přejícné uskladnění – jde pouze o uskladnění nezbytné pro doplňování základních zásob.
- Časově omezené uskladnění – uložení nadměrných tzv. nárazníkových zásob, které slouží k pokrytí sezonních objednávek, kolísavých objednávek a nákup do zásoby.

c) Přenos informací:

- Jedná se o aktuální stav zboží a zásob. Logistické oddělení a management potřebuje přesné informace o množství a typu zásob, jejich uložení nebo pohybu. Všechny aspekty jsou velice důležité kvůli rychlé reakci na novou objednávku.
- V dnešní době se pomalu přechází na digitální zaznamenávání těchto informací, které jsou nahrávány do firemního systému. Využívá k tomu internetovou síť. Každý, kdo má přístup se může podívat na aktuální stavy ve skladech či výrobě.

Další funkce skladů:

- ❖ Vyrovnávací – používá se, pokud nastane vzájemná odlišnost mezi materiálovým tokem a spotřebou. Zabezpečuje plynulý chod mezi činnostmi podniku.
- ❖ Zabezpečovací – chrání firmu před nepředvídanými rizikovými situacemi. Tyto situace mohou vzniknout kolísavým odbytem zboží na trzích nebo zpožděním dodávek zboží ze strany dodavatele.
- ❖ Kompletační – tvorba sortimentu podle individuálních potřeb provozů v podnicích nebo pro konkrétní obchod.

- ❖ Spekulativní – odvíjí se od předpokládaného nárůstu cen uskladněného materiálu na zásobovacích nebo odbytových trzích.
- ❖ Zušlechťovací – je spojené s jakostními změnami uskladněného sortimentu (kvašení, zrání nebo sušení). Jedná se o tzv. produktivní sklady.

2.2 Druhy skladů [1], [11], [12]

Skladování a typy skladů závisí na skladovaném materiálu. Sklady jsou navrhovány vždy podle specifických firemních požadavků podle typu zboží a musí být navrženy tak, aby nedocházelo k znehodnocování zboží (koroze, chlad, atd.). Dají rozdělit do mnoha skupin podle několika kritérií.

a) Podle funkce:

- Centrální – sklad hotových výrobků.
- Obchodní – používá se v případech, kdy dochází k časté změně sortimentu. Je typický velkým počtem dodavatelů i odběratelů.
- Expediční – jsou zde uloženy hotové výrobky, které čekají na expedici.
- Tranzitní – slouží k příjmu a rozdělení zboží. Následně se zboží naloží na dopravní prostředky k dalšímu převozu, proto se sklady nacházejí na místech velké překládky jako jsou například železnice nebo přístaviště.
- Zásobovací – slouží k zásobování daného podniku materiálem, které je nezbytné k výrobě.
- Sklad polotovarů a nedokončené výroby
- Konsignační – sklad, který si odběratel zřídí přímo u dodavatele. Skladované zboží, které je ve skladu jde na účet dodavatele. Sklad slouží k tomu, aby měl odběratel co nejsnazší přístup k danému typu zboží.

b) Podle konstrukce:

- Otevřený – zboží je uskladněno venku na předem určeném nekrytém místě.
- Krytý – zboží je uloženo pod přístřeškem, který je zastřešený pouze z 1 až 3 stran.
- Uzavřený – sklady, které jsou uzavřené všemi obvodovými stěnami.
- Halový – jednopodlažní uzavřené sklady do výšky 5-12 metrů.
- Etážový – sklady, které mají více podlaží. Zboží je nejčastěji přemísťováno mezi patry výtahy nebo dopravníky.
- Výškový – sklady, které jsou uzavřené jednopodlažní s výškou nad 12 metrů.

c) Podle stupně mechanizace:

- Ruční – veškeré manipulace s materiálem se provádí ručně.
- Mechanizované – jedná se o kombinaci ruční a částečné strojní manipulaci.
- Vysoce mechanizované – sklady s progresivní technologií, kde se začínají objevovat prvky automatizace. Ruční práce se používá u naskladňování a vyskladňování zboží.
- Automatizované – veškeré zboží je ukládáno na předem určená místa pomocí speciálních systému a automatických zakladačů.
- Plně automatizované – veškerá manipulace je plně automatizovaná.

d) Podle průtoku:

- Průtokové – celkový pohyb zboží probíhá pouze ve směru přímky, nebo odbočuje do pravého úhlu. Jednotlivé skladové operace se vzájemně neruší.
- Hlavové – příjem i vyskladnění zboží je ve stejném místě, tudíž dochází ke křížení cest materiálového toku. Nejčastěji se objevuje u malých skladů s menší kapacitou, kde je riziko udělení chyby menší.

2.3 Řízení zásob [13], [14], [15]

Řízení zásob je jednou z nejdůležitějších podnikových činností. Zajišťují hmotné i nehmotné výrobní činitele potřebné k činnosti podniku. Zásoby mají pozitivní i negativní význam.

Pozitivní význam zásob spočívá v tom, že přispívají:

- k řešení časového, místního, kapacitního a sortimentního nesouladu mezi výrobou a spotřebou,
- ke krytí nepředvídatelných výkyvů a poruch tím, že zajišťují plynulost výrobního procesu a pokrývají nesoulady v poptávce a při doplňování zásob.

Negativní význam spočívá v tom, že:

- váží kapitál,
- spotřebovávají další prostředky a práci,
- nesou s sebou riziko znehodnocení, nepoužitelnosti či neprodejnosti.

Zásoby velice ovlivňují hospodářský výsledek podniku i jeho pozici na trhu. Velikost zásob by měla být na jednu stranu co nejmenší kvůli vázání kapitálu, ale na druhou stranu co největší kvůli dostatečné pohotovosti dodávek, což se navzájem vylučuje, tudíž musí podnik mezi nimi zvolit určitý kompromis. U zásob rozlišujeme:

- a) Obratovou (běžnou) zásobu – takové množství materiálu, které pokryje spotřebu zásob během tzv. dodávkového cyklu. Dodávkový cyklus je období mezi dvěma po sobě následujícími dodávkami (nákupy) zásob.
- b) Pojistnou zásobu – slouží jako pojistka proti neočekávaným výkyvům mezi dodávkami nebo čerpáním zásob. Jedná se o situace, kdy dodavatel vůbec dodávku nedodá, dodá jen část nebo se zpozděním. Na druhou stranu slouží pro případy, kdy odběratel neplánovaně navýší svou objednávku, popřípadě odebere zásoby dříve než v dohodnutém termínu.
- c) Technologickou zásobu – část zásob držená skladem, kterou není možno okamžitě použít ke spotřebě z toho důvodu, že v ní ještě probíhají technologické procesy, jako jsou například sušení, zrání apod.
- d) Okamžitou zásobu – skutečný fyzický stav zásob ve skladech k danému časovému okamžiku.
- e) Celkovou průměrnou zásobu – je využívána zejména pro výpočty aktivit podniku, konkrétně pro výpočet obrátkovosti zásob. Průměrnou zásobu je možno stanovit jako součin průměrné denní spotřeby a časové normy zásob.

Každý podnik má vlastní systém nakupování zásob. Z pravidla bývají používány tyto postupy, které jsou universální pro většinu firem:

- Operativní řízení zásob – má zabezpečit udržování konkrétních druhů zásob materiálů v takové výši, struktuře a kvalitě, která odpovídá potřebám interních i externích uživatelů. Tyto potřeby v reálné míře včas uspokojuje, avšak s takovým vynaložením nákladů na jejich pořizování, skladování, udržování, správu a konečně nákladů vznikajících v důsledku případného neuspokojení náhodně kolísajících potřeb, které jsou minimální. Management podniku musí výši zásob vždy posuzovat z hlediska vlivu, který má tato výše a struktura na finální dlouhodobé ekonomické výsledky podniku, tj. na splnění dlouhodobých strategických cílů.

Samotný proces začíná odhadem celkové spotřeby jednotlivých zásob za určité časové období. Odhad vychází z plánů prodeje, z rámcových celoročních objednávek zákazníků, z analýzy časových řad a trendů vývoje spotřeby zásob v minulých obdobích a podobně.

- Strategické řízení zásob – je představováno souborem rozhodnutí o množství finančních zdrojů, který podnik může z celkových zdrojů optimálně vyčlenit na jejich finanční krytí. Někdy se o tomto globálním řízení zásob mluví jako o finančním řízení zásob. Optimální výše zásob je taková výše, která přináší minimální celkové náklady. Optimální velikost dodávky je taková, při které za daných podmínek spotřeby jsou celkové náklady, spojené se zásobami, minimální.
- Náklady spojené se zásobami – zboží se musí řídit hned několika pravidly jako například rozsah skladování a velikostmi objednávek. Rozhodující úlohu při stanovení celkových nákladů na zásoby má velikost jedné dodávky a četnost dodávek. Jestliže bude objednáno větší množství zásob při jedné dodávce, sníží se celkové náklady spojené s objednávkami zásob v určitém období. Náklady se dělí na:
 - a) Pořizovací – jsou fixní na jednu objednávku a nezávisí na její velikosti. Pořizovací náklady rostou přímo úměrně s počtem dodávek zásob. Zahrnují cenu zásob (cena x množství), náklady na objednávku, objednávací náklady, administrativní náklady, jednání s dodavatelem, přepravcem a ostatní.
 - b) Skladovací – mají v přepočtu na jednotku zásob klesající tendenci, tzn. degresivní. Náklady na skladování a udržování zahrnují vlastní náklady na sklady (odpisy), údržba a provoz skladů (osvětlení, vytápění, chlazení, úklid, opravy), úroky z úvěrů na skladované zásoby, ostatní náklady (např. pojistné a pojištěné zásoby).
 - c) Náklady nedostatku zásob – tyto náklady jsou v propočtech považovány jako nulové, protože podnik vychází z předpokladu, že zásoby budou stanoveny v optimální výši. Patří sem ušlý zisk, cenové rozdíly při použití náhradního (dražšího) materiálu, pokuty za opožděné dodání či nedodání odběrateli.

2.4 Logistika skladů [16]

Většina podniků pro svou činnost využívá několik druhů zásob. Některé druhy zásob spotřebovává pravidelně a ve velkém množství. Jiné druhy zásob spotřebovává pouze občas až výjimečně a v menším množství. Podniky proto věnují různým druhům zásob různou pozornost, a to pomocí metod řízení zásob. Snaží se zaručit nejefektivnější (nejrychlejší a nejekonomičtější) tok materiálu.

2.4.1 Metoda Just in Time [16], [17]

Metoda Just in Time byla vymyšlena v Japonsku a spočívá v zajištění jednotlivých materiálů do výroby, aby byly k dispozici právě v ten moment, kdy mají být užity ve výrobním procesu. Podnik se tak snaží minimalizovat náklady spojené s dopravou a skladováním. Pro tuto metodu je potřeba udržovat úzký kontakt mezi dodavatelem a odběratelem. Metoda JIT vyžaduje úzkou koordinaci poptávkových potřeb mezi logistikou, dopravci, dodavatelem a výrobou. Rovněž představuje pro logistiku obrovskou příležitost z hlediska jejího možného příspěvku k celkovému úspěchu podniku tím, že dochází ke snížení zásob při současném zachování nebo dokonce zlepšení úrovně a kvality zákaznického servisu. JIT reprezentuje důležitý trend v oblasti řízení zásob.

Cílem metody je odstranit všechny aktivity, které při procesu nepřidávají hodnotu a vytvoření zefektivněného, dostatečně flexibilního výrobního systému, aby reagoval na výkyvy v zákaznických objednávkách. Uplatnění metody vede k výraznému snižování nákladů v celém procesu, zlepšení produktivity, zvýšení úrovně řízení mezi jednotlivými úseky výroby, zkrácení cyklu výroby, snížení stavu zásob, zvýšení kvality výrobků.

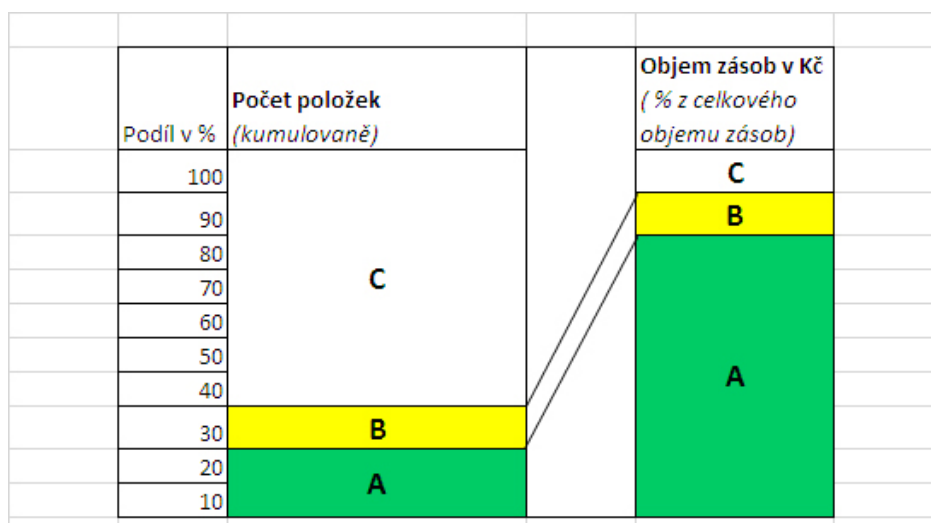
Výhody metody Just in Time jsou:

- a) zkrácení doby výroby,
- b) zkrácení doby mimo výrobních činností,
- c) snížení zásob,
- d) lepší rovnováha mezi různými procesy,
- e) objasnění problémů.

Přínosy ze zavedení systému JIT spočívají především ve zlepšení produktivity a větší úrovni řízení mezi různými úseky výroby.

2.4.2 Metoda ABC [16], [18], [19]

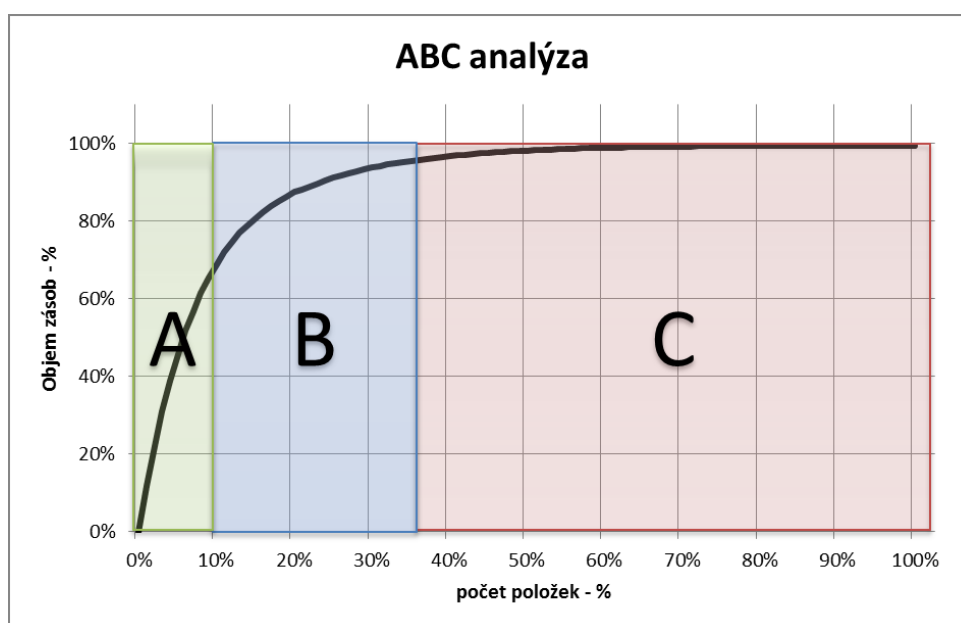
Metoda ABC je založená na principu, že pouze malá část faktorů podstatně ovlivňuje celkový problém. Skutečnost, která je základním principem ABC metody, vyplývá z tzv. Paretova pravidla (obr. 5). Toto pravidlo říká, že 80 % veškerých důsledků způsobuje pouze asi 20 % příčin. Tam, kde jednotlivé položky ovlivňují určitý problém, nemají tyto položky rovnoměrný vliv. Některé položky ovlivňují problém více a některé méně. V takovémto případě je dobré položky seřadit podle jejich vlivu na sledovaný problém a rozdělit je do určitých kategorií. ABC metoda spočívá v rozdělení položek do třech kategorií podle jejich významu a důležitosti. Lze tak dosáhnout značných úspor, protože se nedůležitým položkám nebude věnovat zbytečný čas, prostor nebo peníze. V podnikové logistice se metoda používá hlavně k řízení stavu zásob.



Obr. 5 Paretovo pravidlo [18]

Nejprve se zvolí parametr, který nejlépe vystihuje podstatu sledovaného problému. Poté se vypočítá procentuální podíl každého prvku na celkové hodnotě parametru a na celkovém počtu prvků. Jednotlivé prvky se vzestupně seřadí podle procentuálního podílu na sledovaném parametru. Dále se sestaví graf v souřadnicích procentuální podíl na celkovém počtu prvků a procentuální podíl na celkové hodnotě parametru. Grafem se tvoří tzv. Lorenzova křivka (obr. 6.) Položky se rozdělí do skupin dle následujících pravidel:

- Významné položky – do této skupiny jsou zařazeny položky, které se nejvíce podílejí na obratu 70–80 %. Tvoří ji asi 10–15 % druhů položek. Těmto výrobkům bude věnována největší pozornost. Pro analýzu skladových zásob budou ve skupině A položky s největším podílem na celkové zásobě. Z hlediska redukce zásob budou představovat největší potenciál možného snižování zásob.
- Méně významné položky – tvoří ji 15–20 % položek, které se na obratu podílejí 15–20 %. Jsou to položky se střední výškou obratu. Jde již o méně významné výrobky. Velikost potřebných surovin pro tyto výrobky se již nemusí řešit analyticky, ale většinou stačí statistický odhad. Při analýze skladových zásob by se jednalo o komponenty, u nichž je možné vytvářet určité zásoby v návaznosti na výrobní plán. Při redukci zásob je u nich průměrný potenciál redukce.
- Nevýznamné položky – tyto položky se podílejí na obratu jen 10 % a tvoří jich 60–80 % druhů položek.



Obr. 6 Lorenzova křivka [19]

2.4.3 Kanban [17], [18], [20]

Další možností, kterou můžeme využít v oblasti řízení zásob a výroby, je metoda Kanban. Jedná se o systém, který zavedla firma Toyota. V současné době se používá převážně ve firmách, kde je velkosériová výroba např. automobilový průmysl. Řízení výroby a tok materiálu, logistika a doplňování jsou založeny výhradně na skutečné spotřebě materiálu v místě dodávky nebo spotřeby. Jak již bylo zmíněno, tato metoda poskytuje vysoký stupeň flexibility a štíhlé zásoby.

Předpoklady pro zavedení:

- Nepřetržitá výroba
- Vysoký stupeň standardizace produktu s přísně synchronizovanou výrobou
- Unikátní označení pro přesné přidělování karet a kontejnerů
- Je třeba se vyhnout velkým výkyvům ve výrobě
- Převážné cykly musí být zkráceny a navrženy rovnoměrně

Funkce je vcelku jednoduchá. Jakmile dojde u spotřebitele k úbytku zásob (tento stav je jasně definovaný), předá kanbanovou kartu dodavateli (obr. 7). Dodavatel je povinen zajistit výrobu a dodání daného materiálu za přesně určený čas. Se zbožím je odeslána nazpět i Kanban karta.

Kanbanové karty mohou mít různé provedení: papírové, plastové apod. Mohou být opatřeny čárovými kódy, resp. nověji i transpondery (nosiči informace). Klasická forma karet může být nahrazena zvukovým či světelným signálem, počítačovou zprávou. Funkci kanbanu může plnit i samotná přepravka, kdy její barva symbolizuje množství a typ výrobku.

Sklady mohou být využívány také interně – jako mezisklady mezi hlavním skladem a místem užití (např. montáží), kam se prediktivně naváží zboží, které bude na základě výrobních zakázek brzy potřeba, a tím se redukuje čas čekání na skladové operace.

Dodavatel: PU1 Popis: Production Unit 1	Zákazník: PU2 Umístění: Loc02 Kontejner: Box 1 Množství: 100
#Kanbans: 9	
Vytvořeno: 10/12/2013 22:33:00 Vytisřeno: 11/12/2013 12:10:11	Popis: Item 012345
 INTEGRATED KANBAN SYSTEM Číslo dílu : 012345	Kanban ID:  1090

Obr. 7 Kanbanová karta [20]

2.4.4 Hub and Spoke [16], [18], [19]

Technologie, která nese označení Hub and Spoke, spočívá ve sdružování menších zásilek do větších celků, které jsou po přepravě velkými dopravními prostředky opět rozděleny do menších jednotek. Pro technologii je charakteristické, že u nákladů na dálkovou přepravu, která je uskutečňována prostřednictvím velkokapacitních dopravních prostředků, dochází k jejich snižování. Tím je zajištěno, že rozvoz a svoz menších zásilek, který je realizován menšími dopravními prostředky, a který je zpravidla dražší, již příliš nezvýší celkovou cenu přepravy.

Dálková přeprava mezi jednotlivými centry (místy sdružování nebo rozdělování zásilek) je prováděna v ČR zejména prostřednictvím železniční nebo kamionové dopravy. V jiných státech je dokonce možné se setkat se zapojením vodní i letecké dopravy. Svoz a rozvoz zásilek je uskutečňován na kratší přepravní vzdálenost menšími nákladními automobily (např. dodávka nebo kamion).

2.5 Manipulace s materiálem [1]

Manipulace s materiálem je nedílnou součástí strojírenské výroby. Práce se řadí mezi tzv. netechnologické operace, i když v dnešních moderních technologiích a integrovaných výrobních úsecích se postupně stávají součástí technologických operací. Jedná se o soubor operací, zahrnujících převážně přemísťování, ale i balení, vážení nebo měření či třídění. Kvůli velké spoustě druhů manipulační techniky je vybráno a popsáno pouze pár tipů, které jsou používány ve firmě, které je udělán kapacitní propočet a návrh skladů.

2.5.1 Vozíky [1], [9], [21], [22]

Vozíky jsou, kvůli jejich levným pořizovacím nákladům, nejvíce využívaným přepravním zařízením téměř ve všech výrobních podnicích. Mají velkou škálu využití například u příjmu nebo exportu zboží, skladování a při mezioperačním pohybu výroby. Jsou určeny k horizontálním nebo vertikálním posunům.

❖ Paletový vozík

Používá se k přemísťování palet a je základní pomůckou pro zjednodušení manipulace s paletami. Zvedání břemene je dosaženo pumpováním ojí. Jelikož se jedná o ruční paletový vozík jsou náklady na jeho provoz a údržbu minimální.

❖ Ruční vysokozdvížné a nízkozdvížné vozíky

Vozíky jsou vhodné pro provozy s omezeným prostorem pro manipulaci pro svůj malý akční rádius. Vozíky disponují větší obratností, ale musí být provozovány pouze ve vnitřních prostorách a na rovném tvrdém povrchu. Vozíky jsou určeny především pro stojící obsluhu. Na trhu jsou k dispozici v mnoha variantách a provedení. Hlavní nevýhoda je v konstrukci vidlic, která brání nabírání palet na šířku.

Provedení:

- Pro přepravu a vyklápění sudů (obr. 8).
- S dvojitým zdvihem pro manipulaci dvou palet zároveň.
- Nerezové nebo do agresivního prostředí



Obr. 8 Vozík na vyklápění sudů [21]

❖ Regálové zakladače

Regálové zakladače jsou určeny výhradně pro regálové sklady. Jsou přizpůsobeny buď manipulaci s ukládacími bednami, s paletami, tyčovým materiálem, nebo ručnímu kusovému odběru. Regálové zakladače jsou tvořeny pojezdem a svislým sloupem, po němž se pohybuje nabírací zařízení, možné je provedení i s kabinou pro obsluhu.

Regálové zakladače mohou být konstrukčně upraveny pro vysoké zdvihy. Zakladače se pohybují po kolejové nebo indukční dráze, která může být umístěna na podlaze nebo na stropu haly. Je možné použít obě dráhy, a při tomto provedení můžeme zvedat palety až do výšky cca 40 m. Moderní zakladače jsou v dnešní době vyráběny jako automatické nebo poloautomatické, kterých obsluha musí zadávat do systému přesné umístění palet a druhu zboží na nich. Díky tomuto procesu, tak sklady plní inventarizační funkci. Mezi typické zástupce patří vychystávací vozíky VNA nebo VNB.

❖ Retraky

Retraky jsou vysokozdvížné vozíky s výsuvným zdvihacím zařízením. Používá se k manipulaci v místech s omezeným prostorem. Nejčastěji v případě úzkých uliček, kdy je šířka uličky 1,9 metru. Vyznačují se dobrou stabilitou i přes fakt, že mají pouze tříkolový podvozek. Jsou schopny zakládat až do výše 13 metrů. Sedátko a ovládání pro obsluhu je umístěno kolmo ke směru jízdy. Díky tomu má obsluha usnadněné couvání a lepší výhled při zakládání palet. Kvůli tříkolovému podvozku se nehodí pro práci na nakloněných rovinách.

❖ Čelní vysokozdvizné vozíky

Čelní vysokozdvizné vozíky (obr. 9) jsou pravděpodobně nejpoužívanějším zařízením v oblasti skladování. Používají se hned na začátku u příjmu materiálu, kdy jej pomocí palet složí z nákladního automobilu, následně jsou využívány u zakládání palet do regálových skladů a v dalších manipulačních krocích během celého procesu výroby. Ve firmách bývají přesně vyznačené trasy pro VZV, které nesmí být za žádnou cenu zaskládané materiálem a všechny osoby v této zóně musí dodržovat bezpečnostní pokyny a předcházet tak havárii. Kabiny bývají nejčastěji kryté, ale v některých případech např. (v továrnách, kde musí obsluha slyšet vše v blízkosti vozíku), se využívá kabina bez oken. Používá se velká škála vysokozdvizných vozíků.

- a) Podle použitého pohonu
 - Se spalovacím motorem – dieselové vozíky, plynové nebo LPG vozíky.
 - S akumulátorovým pohonem – tzv. elektrické vozíky.
 - S plynovým pohonem.
- b) Podle typu konstrukce
 - Provedení – vyrábí se varianty s 3-5 kolovým provedením.
 - Kabina – kabina může být otevřená nebo uzavřená.
 - Manipulace – nejčastější bývá pohyb vertikální, ale jsou i vozíky s čtyřcestným vedením.
- c) Podle nosnosti
 - Základní – nejobvyklejší nosnost je od 1 do 5 tun.
 - Speciální – tzv. těžkotonážní vozíky s nosností až do 48 tun.



Obr. 9 Vysokozdvizný vozík VZV [22]

2.5.2 Jeřáby [2], [23], [24], [25]

Jeřáby jsou ve skladech strojírenských podniků jedno z nejčastěji používaných zařízení, určené ke zvedání a přemísťování. Jejich největší výhodou je, že nezabírají žádnou podlahovou plochu na pracovišti. Jsou určeny ke zvedání předmětů o velké hmotnosti. Mezi další přednosti jeřábů patří bezpečný a spolehlivý provoz, dnešní moderní jeřáby se dají ovládat z různých míst po celé hale. Při pořízení jeřábu do podniku, je nutné počítat s konstrukčními úpravami haly,

kteří jeřáby potřebují. To se zpravidla prodraží. Jeřáby nemusí být vždy nutně umístěny pod strop. Jeřáby dělíme do několika skupin podle konstrukce:

- Mostové – nejpoužívanější typ jeřábů. Pokryjí celou halu pod jeřábovou dráhou, předem určenou délkou pojezdu a rozpětím tzn. dráha je určena staticky ke sloupům výrobní haly. Často se využívají i při montážích objemných a tvarově složitých dílců. Dělí se podle nosnosti a počtu nosníků. Jednonosníkové (obr. 10) mají maximální nosnost do 10 tun a dvounosníkové do 320 tun, přičemž druhý nosník je schopen přenášet až 80 tun. Pojezdové rychlosti jeřábového mostu, jeřábové kočky i zdvihu jsou normalizované. Dráhy jeřábů nemusí být rovnoběžné, dají se uzpůsobit podle tvaru haly.
- Mostové podvěsné – konstrukce nemusí být uchycena na podpěry, ale ke střešní konstrukci. Často bývají využité u nižších hal nebo u hal, které nejsou rovnoběžné a není zde možné použít klasický mostový jeřáb. Hlavní výhodou je možnost překládání manipulační jednotky na jinou dráhu a objíždění sloupů.



Obr. 10 Mostový jeřáb [24]

- Portálové – mají velikou škálu využití. Jeřáb pojíždí po kolejích uložených na zemi. Dělíme je na lanové, kolejové, přístavní a samohybné. Podobají se mostovým jeřábům. Používají se tam, kde není možné používat mostový jeřáb. Oproti mostovým jeřábům mají nosnost pouze 80 tun.
- Sloupové – Používají se jako manipulační na místech, kde by se nevyplatilo zřizovat mostový jeřáb. Mohou být konstrukčně řešeny s otočným nebo nehybným sloupem. Nosnost jeřábu je do 5 tun.
- Konzolové – Jsou podobné jako sloupové jeřáby. Jeřáby se často uchycují na sloupy nebo stěny budovy. Ve vysokých budovách bývají často umístěny neotočné konzolové jeřáby pod mostové, kde mohou pojíždět podle potřeby.
- Vozidlové (samohybné) – jeřáby s výložníkem. Mají otočný svršek, který je uložen na automobilovém nebo železničním podvozku. Hlavní výhodou je velká mobilnost. Nosnost do 16 tun. Stabilita jeřábu se dá zvětšit pomocí výsuvných opěr.

2.5.3 Automatické zakladače [2], [26]

Automatické vertikální zakladače začínají postupně nahrazovat regálové sklady. Díky jejich vývoji se mohou skladovat celé palety, jednotlivé dílce tvarově složitých součástí, plechy a tyčovinu, nebo je lze využít na skladování spojovacích, těsnících a uzavíracích komponentů. Automatické zakladače jsou stavebním kamenem pro automatizaci skladů. Obecně zakladače mohou být horizontální i vertikální. Na trhu operuje hned několik vývojových firem např. Modula, Kardex, STOPA nebo Baumalog.

Automatické zakladače mohou plnit hned několik funkcí zároveň. Mimo skladování velice účinně působí jako skvělý inventarizační nástroj. Další výhodou je velká úspora místa, která může dosáhnout až 85 % skladové kapacity. Je nezbytné mít kvalifikovanou a svědomitou obsluhu, která dokáže zvýšit produktivitu. Jedná se o velice bezpečné a čisté skladování.

Konstrukční řešení se vždy odvíjí od požadavků společnosti. Základní parametry zakladačů jsou výška, šířka a hloubka. Další důležité parametry jsou nosnosti jednotlivých polic, tak i celková nosnost zakladače. Vertikální zakladače se vyrábí ve dvou variantách, a to jako MonoTower (jedna věž), kdy podávací ústrojí jezdí před věží, nebo TwinTower (dvě věže) (obr. 11), kdy podávací zařízení jezdí mezi věžemi.



Obr. 11 Automatický zakladač

Funkce zakladače je vcelku jednoduchá, při naskladňování zboží musí obsluha vždy zavést do systému jaký druh a počet zboží se na dané polici nachází (obr. 12), např. police bude sloužit pro spojovací a těsnící materiál, tak v systému budou uvedeny přesné počty a umístění typů šroubů, matic i podložek. Poté pracovník uvede, na jakou pozici se má police uložit. Systém zkontroluje váhu a pokud je vše v pořádku, systém si změří výšku materiálu na polici a zaskladní jej na předem určené místo s co nejmenším volným prostorem. Tím dochází k velké úspoře místa ve skladech. Jakmile je materiál potřeba použít, tak obsluha vyvolá ze systému danou polici, vezme si potřebný počet kusů a vše zadá do systému. Tím zakladač plní inventarizační funkci.



Obr. 12 Police (buňka) zakladače

3 NÁVRH A VÝPOČET SKLADOVÉ KAPACITY [1], [2], [27]

Návrh skladu a výpočet skladové kapacity je velmi komplexní proces. Hraje zde velmi důležitou roli hned několik faktorů – prostorové dispozice, koncepce firmy, materiálový tok, poloha skladu v prostorách společnosti, typ zboží, finanční prostředky a mnoho dalších. Na procesu se podílí a spolupracují týmy zaměstnanců z mnoha oddělení – nákup, logistika a management.

Vstupní data:

- Objem materiálu zpracovaného za rok 2020 – $Q_p = 542$ t.
- Předpokládaný meziroční nárůst spotřeby pro rok 2021– $Z = 3$ %.
- Skladovaný materiál – různé druhy klapkek, komponent jako např. manžety, motýly, tělesa a ovládání, tyčovina a další spojovací materiál.
- Velikost skladů – 880 m².
- Pojistná zásoba z_p – pro hlavní součásti tělesa, manžety a motýly 2-3 měsíce (70 dní).
- Dodávková lhůta pro zásobování c – nejčastěji bývá něco mezi 2-3 týdny.
- Pracovní doba – dvousměnný provoz, 15 hodin denně, 5 dní v týdnu.
- Pracovních dnů v roce 2021 – $D_{rok} = 252$ dní.

Tab. 1 Spotřeba vyráběných součástí v roce 2020

Typ součásti	Obrátka za rok Q_p [t]	Procentuální zastoupení P [%]
Těleso klapky DN 40 - 600	381	70,3
Motýly DN 40 - 600	102	18,8
Manžety DN 40 - 600	24	4,4
Tyčovina	35	6,5
Celkem	542	100

- Předpokládaný objem materiálu pro rok 2021

Objem pro následující rok se vypočítá z obrátky materiálu za minulý rok a předpokládaným nárůstem objemu materiálu Q v roce 2021 podle vzorce:

$$Q = Q_p \cdot (1 + Z) = 542 \cdot (1 + 0,03) = 552,8 \text{ t} \quad (3.1)$$

- Rozdělení roční spotřeby podle typu součásti

Vzhledem k rozmanitosti velikostí a materiálů součástí používaných ve výrobě bude výpočet proveden pro jednotlivé skupiny tab. 1 (tělesa, motýly, manžety a tyčovina) bez ohledu na používaný materiál a rozměry daných součástí. Předpokládaný objem materiálu pro rok 2021 se vynásobí procentuálním zastoupením dané součásti. Díky tomu je firma schopna určit roční spotřebu materiálu daného typu součásti Q_i v roce 2021, která se uvádí v tunách a vypočítá se ze vztahu:

$$Q_i = Q \cdot P \quad (3.2)$$

- Tělesa: $Q_{těl} = 552,8 \cdot 0,703 = 388,6 \text{ t}$
- Motýly: $Q_{mot} = 552,8 \cdot 0,188 = 103,9 \text{ t}$
- Manžety: $Q_{man} = 552,8 \cdot 0,044 = 24,4 \text{ t}$
- Tyčovina: $Q_{tyč} = 552,8 \cdot 0,065 = 35,9 \text{ t}$

Předpokládaný nárůst oproti minulému roku bude minimální a u manžet nebo tyčoviny dokonce zanedbatelný.

- Průměrná denní spotřeba podle typu součásti

Pomocí předchozího výpočtu se následně určí denní spotřeba daného typu součásti q_i v tunách za den. V našem případě je výpočet velice zkruslující, protože firma může za den udělat pouze několik desítek menších klapků, které váží pouhých pár kilo, nebo jednotky velkých klapků, kde se váha pohybuje v oblasti tun. Výpočet plyne ze vztahu:

$$q_i = \frac{Q_i}{D_{rok}} \quad (3.3)$$

- Tělesa: $q_{těl} = \frac{388,6}{252} = 1,54 \text{ t/den}$
- Motýly: $q_{mot} = \frac{103,9}{252} = 0,41 \text{ t/den}$
- Manžety: $q_{man} = \frac{24,4}{252} = 0,1 \text{ t/den}$
- Tyčovina: $q_{tyč} = \frac{35,9}{252} = 0,14 \frac{\text{t}}{\text{den}}$

- Určení skladovaného množství daného typu součásti Q_{SMj}

Závisí na denní spotřebě a na dodávkovém cyklu, který bude 14denní a na pojistné zásobě z_p , která se tvoří, aby pokryla sezónní poptávku nebo nečekané výpadky dodávaného materiálu. Uvádí se v tunách. Pojistná zásoba je u nečastěji vyráběných dílců mnohokrát větší než u dílců, které se vyrábí přímo na zakázku. Výpočet zásoby vychází ze vzorce:

$$Q_{SMj} = \left(\frac{c}{2} + z_p\right) \cdot q_i \quad (3.4)$$

- Tělesa: $Q_{SMtěl} = \left(\frac{14}{2} + 70\right) \cdot 1,54 = 118,6 \text{ t}$
- Motýly: $Q_{SMmot} = \left(\frac{14}{2} + 70\right) \cdot 0,41 = 31,6 \text{ t}$
- Manžety: $Q_{SMman} = \left(\frac{14}{2} + 70\right) \cdot 0,1 = 7,7 \text{ t}$
- Tyčovina: $Q_{SMtyč} = \left(\frac{14}{2} + 70\right) \cdot 0,14 = 10,8 \text{ t}$

Z výpočtů můžeme vidět, že největší pojistnou zásobu budou tvořit tělesa, která zabírají největší podíl ve skladu. Celkové hodnoty pro předpokládaný materiálový tok v roce 2021 je zaznamenán v tab. 2. Největší problém není v celkové hmotnosti, která během roku není tak velká, ale s prostorem. Jednotlivé série se musí skladovat odděleně, aby nedošlo k jejich promíchání, a tak zabírají spoustu místa. Díky stavbě nového skladu, by mělo být dostatek místa pro všechny produkty a případné navýšení výroby.

Tab. 2 Předpokládaná spotřeba pro rok 2021

Typ součásti	Spotřeba [t]		Pojistná zásoba [t]
	Roční	Denní	
Těleso klapky DN 40–600	388,6	1,54	118,6
Motýly DN 40–600	103,9	0,41	31,6
Manžety DN 40–600	24,4	0,1	7,7
Tyčovina	35,9	0,14	10,8
Celkem	552,8	2,19	168,7

3.1 Varianta A – Systémové vozíky VNA [22], [28], [29], [30]

První varianta návrhu dispozičního řešení skladu bude pomocí systémových vozíků od firmy Linde. Společnost je jedním z největších výrobců vidlicových vysokozdvíhacích vozíků a skladové techniky na světě. Na trhu se pohybuje více než 50 let. Uložení se provádí pomocí vozíků, které budou ovládány obsluhou v kabině nebo mohou být zcela automatizované. Každé dvě uličky budou obsluhovány jedním vozíkem, který jezdí po indukčním vedení, které je zabudované v podlaze, a ta musí být perfektně rovná. Hlavní výhodou jsou velice úzké uličky o šířce 1,9 m, které jsou určeny pouze pro systémové vysokozdvíhací a vychystávací vozíky. Nosnost jednoho vozíku je maximálně 1,5 tuny. Regály zaručují snadné a přehledné uložení veškerých typů palet. Palety jsou normalizované, proto můžeme používat různé palety od různých dodavatelů. Nejvíce používaným typem je tzv. europaleta o pevně stanovených rozměrech 800x1200 mm a nosnosti max. 1 tuna. Další často využívanou pomůckou pro sypké nebo volně ukládané materiály je ohradová paleta. Podle typů materiálů se používají různé typy ohrádek. Regály se dají uspořádat různými způsoby. Jednořadé regály se umísťují po obvodu nebo ke stěnám haly a dvouřadé regály se umístí doprostřed. Instalace regálů probíhá na betonovou podlahu, ke které bývá uchycena šrouby. Případné nerovnosti se eliminují pomocí podložek.

Sklad je třeba navrhovat a dimenzovat podle kritérií, která bude muset sklad splňovat. Při návrhu je nutné dodržovat příslušné ČSN normy, vycházející především z normy ČSN EN 15512 – Ocelové statické systémy. Musí se vzít v úvahu celková nosnost regálu, tak i jednotlivých buněk, statika, podlážka nebo způsob zakládání. Při maximálním zatížení skladu nesmí dojít k většímu průhybu, než udává dodavatel. Regály mají celou řadu ochranných prvků. Čelní ochrana a tzv. ochranná bota se používají, aby nedošlo k poškození regálů při zakládání. Další nutnou ochranou je konstrukční provedení proti posunu (postrčení) palety (obr. 13). Paletové regály se skládají ze stavebnicového systému, který obsahuje různé druhy sloupů a nosníků.



Obr. 13 Ochrana proti postrčení [28]

Buňky je možné vyztuzit příčnými, rošty nebo zavětrovacími kříži. Vyztuzením regálů můžeme zvýšit nosnost jednotlivých buněk i celkovou stabilitu systému. Na každém regálu jsou nalepeny štítky, které uvádí technické parametry a celkovou nosnost.

Prvotní návrh vychází z konzultace s vedením firmy ABO Valve. Výška regálů je 6 metrů a celková šířka uličky je 25,22 metrů. Návrh skladu se skládá z jednoho jednostranného regálu, který je umístěn na boční straně skladu a šesti oboustranných regálů. Samostatná nosnost jednotlivých regálů je 17,4 tuny a jednoho nosníku 3 tuny. Celková kapacita pro tento návrh činí 2088 palet. Ve skladu budou působit 4 zakládající vozíky.

Tato varianta ovšem nese řadu problémů. První problém, se kterým se musí počítat je 4,5metrová vzdálenost od konce regálů (obr. 14), která slouží k pohybu vozíků a nabírání palet. V tomto prostoru nesmí být nikdy odloženy palety nebo jiný materiál. Při celkové šířce 32 metrů se jedná o 144 m², které ubírají kapacitu skladu. Nabírání nebo vykládání palet probíhá právě v tomto prostoru. Palety, se kterými se manipuluje musí být přivezeny a odvezeny pomocí paletových nebo vysokozdvíhacích vozíků. Další problém je u posledního oboustranného regálu, za kterým je průchod do dalšího skladu. Jedná se o jediný průchod mezi sklady, a tudíž musí být přístupný pro VZV. V tomto místě by mohlo dojít k porušení indukčního vedení nebo kolizi s vozíkem. Tento problém by se dal vyřešit odebráním posledního regálu, který obsluhuje samostatný vozík. Tím by došlo k zvětšení manipulačního prostoru pro VZV. Nový návrh by

byl tedy sestaven z pěti oboustranných regálů a dvou jednostranných, které by byli na protějších stranách. K obsluze tohoto návrhu by stačily pouze 3 zakládající vozíky. Kapacita skladu by se snížila o 162 palet, takže celková kapacita skladu by byla pro 1926 palet.

Půdorysný návrh je vypracován ve výkrese číslo BP/3/A.



Obr. 14 Systémové vozíky [30]

3.2 Varianta B – Pojízdné regály [5], [28], [31]

Druhá varianta návrhu skladu je řešena pomocí paletových regálů, které jsou pojízdné (obr. 15). Pohybují se po kolejích, které jsou zapuštěné do betonové podlahy. Tím, že jsou kolejnice zapuštěné, nebrání pojíždění paletových nebo vysokozdvížných vozíků. Sklad bude rozdělen na dvě oddělené části. V každé části bude jedna ulička. Toto řešení nám částečně omezí prodlevy u čekání při přesouvání regálů. Podél protějších stěn a uprostřed budou stát 4 klasické paletové regály, které nebudou pojízdné. Mezi nimi bude celkem jezdit 6 oboustranných pojízdných regálů. Regály budou rozšířeny o jeden nosník, protože vznikne volné místo, které předtím zabíralo indukční vedení. Technické parametry budou úplně stejné jako u varianty A. Jediný rozdíl bude v konstrukčním provedení ukotvení regálů, které musí být pojízdné, a to se promítne na vyšší pořizovací ceně. Díky tomuto řešení je možné kapacitu skladu navýšit nebo v případě ponechání stejných rozměrů regálu zvětšit volnou odkládací plochu. Celková kapacita tohoto skladu bude 2592 palet.

Zboží nemusí být vždy striktně uskladněné na paletách, ale mohou být přidány různé typy podlážek, na které se jednotlivé výrobky nebo materiál přímo ukládají. Výšku buněk je možné navrhnout podle potřeby daného podniku a s ohledem na hmotnost uskladněného zboží. Každá buňka nebo celá řada mohou mít odlišnou výšku oproti zbytku skladu. Vždy záleží na typu skladovaného zboží. Šířky uliček jsou normalizované a mohou se lišit. Pro zakládání čelním vysokozdvížným vozíkem je šířka uličky 4,5 m.

Mobilní regály budou opět od společnosti Linde. Firma nabízí kompletní analýzu skladování v dané firmě. Zajišťují dodání a sestavení všech komponent skladu včetně dodání manipulační techniky. Po sestavení vše zprovozní a zajistí kompatibilitu všech dodaných systémů.

Pohyb jednotlivých regálů je řízen pomocí zabudovaného ovladače na přední straně skladu, nebo ovladačem, který dokáže plnit stejnou funkci v okolí celého skladu.

Pohyb po kolejnicích musí být co nejvíce plynulý, bez žádných prudkých pohybů. Kdyby se tak stalo, mohlo by dojít k „rozkývání“ horních palet a jejich pádu nebo poškození součástek na paletách. Všechny regály, kromě krajních a středových jsou v základní poloze přímo u sebe v bloku. Teprve podle potřeby se pomocí zmíněných ovladačů zadá příkaz a část bloku odjede a zůstane zpřístupněná pouze zvolená ulička. O vzájemný pohyb se stará soustava elektropohonů, která je připevněna k jednomu z krajních regálů.

Posuvné regály musí být vybaveny bezpečnostním systémem, které zabráni uzavření uliček pro případ přítomnosti člověka. Jedním z bezpečnostních prvků jsou vypínací tyče, které musí být označeny červenou barvou a jejich aktivace musí bezpečně zastavit podvozek regálu s maximální povolenou brzdou dráhou 100 mm. Další bezpečnostní prvek je detekční zařízení zabráňující pohybu přesuvného regálu, pokud je obsluha vystavena nebezpečí. V některých případech je možno navrhnout bezpečnostní systém, tak aby se při působení síly 500 N proti směru sám zastavil. Ochrany proti porušení konstrukce jsou v tomto případě důležitější než u VNA. Při zakládání vysokozdvizným vozíkem, mají skladníci ve větších výškách zhoršený výhled a orientaci.

Půdorysný návrh je vypracován ve výkrese číslo BP/3/B.



Obr. 15 Pojízdny regály [31]

4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ [5], [6], [9], [32], [33]

V této kapitole jsou porovnány technické a ekonomické parametry obou variant navržených v předchozích kapitolách. Hlavní ukazatel je celková pořizovací cena, počet uskladnitelných palet nebo celková plocha volného místa.

- Technické zhodnocení

V technickém zhodnocení budou srovnány varianty A a B, a jejich vzájemné porovnání. Sklad, který bude vznikat má již pevně stanovené rozměry, které se díky stavbě mohou jen minimálně změnit. Z tohoto důvodu budou srovnány skladovací a volné plochy vůči celkové ploše skladu a celková kapacita regálů.

Z příložených výkresů byly stanoveny a zaznamenány jednotlivé plochy do tab. 3. Při výpočtech byly připočítané technologické mezery, které musí být mezi stěnami skladu a regály. Technologické mezery byly pouze odhadnuty, ve skutečnosti se jednotlivé plochy mohou v jednotkách lišit, protože sklad není ještě postaven, tak mohou nastat malé změny rozměrů. U varianty B byly použity dvě uličky, které urychlí celý proces vychystávání. V případě, že by dvě uličky nebyly potřeba, se dá uvažovat o zrušení jedné uličky a přidání dvou oboustranných pojízdných regálů.

Celková volná plocha se při tomto provedení liší pouze o 26,5 m². Hlavní rozdíl je u celkové kapacity palet. Kapacita byla určena pro europalety. Z návrhu skladu víme, že kapacita se dá spočítat vynásobením počtu nosníků a počtu palet, které se vejdou do jednoho nosníku. Výsledek ještě vynásobíme počtem palet, které je možné uložit nad sebe.

Tab. 3 Srovnání skladové kapacity

Parametry skladu	Varianta A - systémové vozíky	Varianta B - pojízdné regály
Celková plocha [m ²]	1040	1040
Plocha uliček [m ²]	287,5	250
Plocha pro sys. Vozíky [m ²]	144	0
Plocha regálů [m ²]	360	515
Kapacita palet [ks]	1926	2592
Volná plocha [m ²]	248,5	275

Výhodou systémových vozíků je velká rychlost zakládání palet a komfortní použití pro obsluhu. Díky velice úzkým uličkám je možné umístit do skladu více regálů, a hlavně jsou všechny uličky vždy k dispozici pro skladové operace. Uličky se nedají obsloužit VZV nebo jakoukoliv jinou technikou kromě systémových vozíků. Šlo by o velice rychlé a efektivní zakládání.

S variantou mobilních regálů by se dalo využít mnohem větší kapacity skladu a normální techniky, na kterou jsou zaměstnanci kvalifikovaní. Největší problém tkví v prostojích, které jistě vzniknou při přesouvání regálů z místa na místo. Tomu problému by šlo zabránit perfektním řízením materiálu a logickým zakládáním palet. Nejčastěji frekventované dílce a zakázky by měli být v uličkách pospolu nebo dány do zbylých dvou skladů, kde vznikne spousta místa.

Pokud by vedení firmy plánovalo navýšit výrobu a potřebovaly co největší skladové prostory, tak se jeví jako nejlepší varianta B. První variantu se systémovými vozíky VNA variantu by bylo vhodné použít, pokud firma nepotřebuje co největší skladovou plochu, ale rychlé a efektivní vychystávání, což přesně společnost ABO Valve vyžaduje.

- Ekonomické zhodnocení

Tato kapitola je zaměřena na porovnání pořizovacích nákladů pro obě varianty. Náklady na jednotlivé regály se budou muset počítat zvlášť, protože u pojízdné varianty máme o jeden regál delší uličku. U obou zmíněných variant se budou muset upravit podlahy, u systémových vozíků se bude potřeba zavést indukční vedení a u pohyblivé varianty regálů musí být do podlahy přišroubovány kolejnice, po kterých budou jednotlivé regály jezdit. Pořizovací náklady jsou uvedeny v tab. 4.

Tab. 4 Srovnání pořizovacích nákladů

Pořizovací náklady [Kč]	Varianta A - systémové vozíky	Varianta B - pojízdné regály
2x Jednostranné regály - varianta A	748 800	0
4x Jednostranné regály - varianta B	0	1 664 000
5x Oboustranné regály- varianta A	2 520 000	0
6x Oboustranné regály - varianta B	0	3 360 000
Kolejnice + ovládání	0	1 500 000
3x Systémový vozík	750 000	0
Indukční vedení cca 250 m	1 800 000	0
Celková cena	5 818 800	6 524 000

Z tabulky je patrné, že pořizovací náklady pro variantu se systémovými vozíky VNA jsou přibližně o 700 000,- Kč menší než u varianty s pojízdnými regály. Konečné rozhodnutí nebude závislé jenom na ceně, ale také na skladové kapacitě, která je ve druhém případě větší o víc než 600 skladových pozic. Velmi důležitou roli hraje také přístupnost všech uliček a rychlost skladování, která je lepší u varianty A, a to díky systémovým vozíkům a stacionárním uličkám. Jelikož firma potřebuje právě neustálý přístup ke všem skladovaným položkám, tak je pro ni výhodnější varianta A i ekonomicky. Tato varianta bude splňovat všechny požadavky, které firma potřebuje, a ještě bude schopna zvládnout navýšení výroby a všech skladových prostor.

5 ZÁVĚRY

V bakalářské práci na návrh skladu ve strojírenském podniku byla popsána firma ABO Valve s.r.o, která sídlí nedaleko Olomouce a její aktuální stav.

Následně byla zpracována rešerše ohledně funkce skladů a problémů s tím spojených. Byly popsány druhy skladů a celkový materiálový tok, o který se stará a řídí jej logistika společnosti. V poslední části rešerše jsou popsány zařízení na manipulaci s materiálem, jako jsou např. paletové nebo vysokozdvizné vozíky.

V další části byly vytvořeny dva konkrétní návrhy pro sklad, který bude společnost ABO Valve přistavovat. Společnosti byly poskytnuty potřebné podklady pro výpočet skladové kapacity pro rok 2021 a celkové pojistné zásoby, kterou firma disponuje. Výpočty jsou pouze orientační, protože se vyrábí velké množství součástí, které jsou z odlišných materiálů, ale ve výpočtu se s nimi počítalo jako s jednou součástí.

Sklad, pro který byly navrženy obě varianty má plochu 1 040 m² a jedná se o čtvrtý sklad, který firma bude moci využívat. První varianta A je řešena pomocí systémových vozíku VNA a úzkých uliček o šířce 1,9 m. Regály zde jsou stacionární paletové. V návrhu varianty B se opět využívají paletové regály, které se budou moci pohybovat po kolejkách. Sklad bude opticky rozdělen na dvě poloviny a v každé z nich bude jedna ulička pro zakládání materiálu.

V závěru práce byly obě tyto varianty porovnány z technického i ekonomického hlediska. Pro návrh s pojízdnými regály bude větší kapacita palet a více volného prostoru. Toto řešení je ovšem dražší zhruba o 800 000,- Kč. Podle požadavků firmy bude nejvíce vyhovovat varianta se systémovými vozíky VNA, kvůli svojí dostupnosti jednotlivých uliček a možnosti rychlého zaskladnění zboží i přes fakt, že nedosáhnou skladových kapacit jako u varianty s pojízdnými regály.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [34]

1. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4. v Akademickém nakladatelství CERM. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. : il., tabulky, grafy. ISBN 978-80-214-3607-7.
2. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. : il. ISBN 80-214-2871-6.
3. O nás. In. *Abo valve*. [online]. Abo valve, c2015. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.abovalve.com/cs/o-nas/>
4. Paletové regály. In. *Mecalux*. [online]. Mecalux, S.A. c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.mecalux.cz/skladove-riesenia/paletove-regaly>
5. Regálové skladování. In. *BOZP*. [online]. BOZP profi, c1997 – 2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/regalove-skladovani-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Egny2sdjJ1sRp65Xl8vdPOLVRYFLS2WAvA/>
6. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Brno: VUT Brno, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
7. Sklady. In. *ZETA Chrudim s.r.o.* [online]. Zeta Chrudim s.r.o., c2020. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <http://zakladace.cz/produkty/sklady/>
8. *Stow. One brand one company*. [online]. Stow group, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.stow-group.com/nl-BE>
9. ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
10. Paletové regály. In. *Euro – regály*. [online]. Euro regály, c2009. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.euro-regaly.cz/produkty/regaly-skladove/paletove-regaly>
11. SAMEK, Jaroslav. *Modely optimálního rozmístění výroby*. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.
12. Druhy skladů. In. *Dobré známky*. [online]. Dobré známky, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.dobreznamky.cz/druhy-skladu/>
13. HORNÍKOVÁ, Daniela. *Optimalizace procesu balení dílů ve společnosti Dura Automotive CZ, K. S. Bakalářská práce (Bc.)*. Vysoké učení technické v Brně, fakulta podnikatelská, ústav managementu, 2015.
14. Metody řízení zásob. In. *Cie Group*. [online]. Cie Group, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/metoda-5s/>
15. Obratovost zásob. In. *Mendelova univerzita v Brně*. [online]. Mendelova univerzita v Brně, c2018. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=81
16. *Intralogistika*. [online]. Intralogistika, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://intralogistika.cz/#slide3>
17. Metoda Kanban ve výrobní logistice. In. *Bito. Skladovací technika*. [online]. Bito, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.bito.com/cs-cz/odbornost/artikel/metoda-kanban-ve-vyrobní-logistice/>

18. Logistické technologie – studijní materiály. In. *Kik Osu*. [online]. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: http://kik.osu.cz/moodle/pluginfile.php/2136/mod_resource/content/1/Logistick%C3%A9%20technologie%20-%20studijn%C3%AD%20materi%C3%A1l.pdf
19. HŘEBÍČEK, Marek. Studie logistiky opatřování se zaměřením na nákup. Diplomová práce (Mgr.). Vysoké učení technické v Brně, fakulta podnikatelská, ústav managementu, 2016.
20. ONDRA, Pavel. Co je to kanban? In. *Průmyslové inženýrství*. [online]. Průmyslové inženýrství, c2017. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/co-je-to-kanban/>
21. Paletové vozíky. In. *JUNGHEINRICH*. [online]. Jungheinrich AG, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/paletove-voziky?gclid=Cj0KCQiAv6yCBhCLARIsABqJTjZjBzA2hctXFdTfdDc4zsqhovlaJselW--h_1iuZgMI8xUALuSjHSMaAh2DEALw_wcB
22. LPG čelní vysokozdvizný vozík 1.0 – 3.5 tuny. In. *VIVA*. [online]. Viva – manipulační technika s.r.o., c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://viva-manipulacni-technika.cz/prodej/lpg-1-0-3-5-t>
23. Druhy manipulační techniky. In. *VIVA*. [online]. Viva – manipulační technika s.r.o., c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://viva-manipulacni-technika.cz/informace/druhy-manipulacni-techniky>
24. Podvěsný jeřáb. In. *Iteco Abus. Jeřáby zdvihací technika*. [online]. Iteco Abus, c2017. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.iteco.cz/podvesne-mostove-jeraby-dlvm-edl-a-edk.html>
25. Hospodárný provoz s maximálním výkonem. In. *Damag*. [online]. Damag, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.demagcranes.com/cs/produkty/jeraby/univerzalni-jeraby-1-100-t/jednonosnikovy-mostovy-jerab-ekke-do-16-t>
26. *Kardex Remstar v technologickém svazku se společností Intertex*. Systémy skladování a vychystávání pro externí požadavky u těžkého zboží, 2019. Informační leták RGB.
27. *Nedcon*. [online]. Nedcon, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.nedcon.com/nl/>
28. Ochrana proti prostrčení palety pro paletový regál PO 27. In. *Denios*. [online]. Denios online shop, c2020. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.denios.cz/shop/ochrana-proti-prostrceni-palety-pro-paletovy-regal-po-27/>
29. Efektivní a přehledná práce ve výškových regálech. In. *Linde*. [online]. Linde Material Handling, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/Vyrobky/Voziky-VNA-pro-velmi-uzke-ulicky/K/>
30. VENA vozíky pro velmi úzké uličky. In. *BPS. Průmyslové služby s.r.o*. [online]. BPS, c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.unicarriers-bps.cz/prodej-novych-vysokozdviznych-voziku/vna-voziky-pro-velmi-uzke-ulicky>

31. Mobilní regály “zvětšují“ sklad. In. *Logistika*. [online]. Logistika, Hospodářské noviny, c1996 – 2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-65366690-mobilni-regaly-zvetsuji-sklad>
32. Paletový regál META MULTIPAL. In. *Profi shop. Jungheinrich*. [online]. Jungheinrich s.r.o., c2021. [cit. 31.3. 2021]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich-profishop.cz/Paletovy-regal-META-MULTIPAL-zakladni-pole-nosnost-az-13-290-kg-17368-198321/>
33. Paletový regál. [online]. *Jungheinrich, ceny regálů*, c2020. [cit. 13.4.2021]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich-profishop.cz>
34. CITACE PRO. *Generátor citací* [online]. [cit. 13.4.2021]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/slozka>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
DN	Jmenovitá světlost	[mm]
Q	Předpokládaný objem materiálu v roce 2021	[t]
Q _p	Objem materiálu zpracovaného za rok 2020	[t]
Z	Předpokládaný meziroční nárůst spotřeby	[-]
Q _i	Roční spotřeba materiálu daného typu součásti	[t]
P	Procentuální zastoupení daného typu součásti v celkové spotřebě	[%]
Q _{těl}	Roční spotřeba materiálu těles	[t]
Q _{mot}	Roční spotřeba materiálu motýlů	[t]
Q _{man}	Roční spotřeba materiálu manžet	[t]
Q _{tyč}	Roční spotřeba materiálu tyčoviny	[t]
q _i	Denní spotřeba daného typu součásti	[t/den]
D _{rok}	Počet dní v roce 2021	[den]
q _{těl}	Denní spotřeba těles	[t/den]
q _{mot}	Denní spotřeba motýlů	[t/den]
q _{man}	Denní spotřeba manžety	[t/den]
q _{tyč}	Denní spotřeba tyčovina	[t/den]
Q _{SMj}	Skladované množství daného typu součásti	[t]
Z _p	Pojistná zásoba	[den]
c	Dodávkový cyklus	[den]
Q _{SMtěl}	Skladované množství těles	[t]
Q _{SMmot}	Skladované množství motýlů	[t]
Q _{SMman}	Skladované množství manžet	[t]
Q _{SMtyč}	Skladované množství tyčoviny	[t]
obr.	Obrázek	
tzv.	Tak zvaný	
apod.	A podobně	
např.	Například	
JIT	Just in time	
LPG	Zkapalněný ropný plyn	
VZV	Vysokozdvíhací vozík	
s.r.o	Společnost s ručením omezeným	
a.s	Akciová společnost	
tab.	Tabulka	
	Milimetr	[mm]
	Metr	[m]
	Metr čtverečný	[mm ²]
	Tuna	[t]
	Procento	[%]
	Koruna česká	[Kč]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Regálový sklad [7].....	9
Obr. 2 Prostory ABO Valve [3].....	10
Obr. 3 Odkládací plocha.....	11
Obr. 4 Mezisklad ve výrobě	11
Obr. 5 Paretovo pravidlo [18].....	16
Obr. 6 Lorenzova křivka [19].....	17
Obr. 7 Kanbanová karta [20]	18
Obr. 8 Vozík na vyklápění sudů [21]	19
Obr. 9 Vysokozdvihný vozík VZV [22]	20
Obr. 10 Mostový jeřáb [24]	21
Obr. 11 Automatický zakladač	22
Obr. 12 Police (buňka) zakladače.....	22
Obr. 13 Ochrana proti postrčení [28].....	25
Obr. 14 Systémové vozíky [30].....	26
Obr. 15 Pojízdné regály [32]	27

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Spotřeba vyráběných součástí v roce 2020	23
Tab. 2 Předpokládaná spotřeba pro rok 2021	24
Tab. 3 Srovnání skladové kapacity	28
Tab. 4 Srovnání pořizovacích nákladů	29

SEZNAM VÝKRESŮ

Návrh skladu - Varianta A BP/3/A

Návrh skladu - Varianta B BP/3/B