

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

Optimalizace skladového systému

Bc. Vojtěch Havránek

© 2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Havránek

Projektové řízení

Název práce

Optimalizace skladové systému

Název anglicky

Warehouse system optimization

Cíle práce

Cílem Diplomové práce je nalézt vhodnější řešení pro skladování kovových přístřihů a výlisků jednotlivých dílů automobilů ve společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o.. Dílčími cíli jsou analýza současného stavu a následně analýza stavu budoucího. Předpokladem je nalézt takové řešení, které lze vyčíslit ať už z hlediska finančního, tak z hlediska úspory času zavážení, nebo úspory místa, které může být využito jinak.

Metodika

Pro dosažení cíle je nejprve nutné seznámit se se společností a na vlastní oči si prohlédnout procesy, které se tam odehrávají. Nalézt vztah mezi jednotlivými procesy a návaznost jednotlivých logistických řetězců. Analýza současného stavu poslouží jako výchozí bod pro návrhy na zlepšení a jejich implementaci. Celá analýza a návrhy budou v souladu se znalostmi získanými studiem doporučené literatury, jejíž rešerše a shrnutí teoretických východisek bude obsahem první části této práce. Ve druhé části již přijde na řadu představení společnosti jako takové, dále představení lisovny a logistických procesů, které se tam odehrávají. Praktickou částí bude konkrétní návrh na zlepšení, a analýza stavu po zavedení. Výstup následného porovnání výsledků analýz umožní zhodnotit vhodnost navrhnutého řešení a jeho pozitivní i negativní dopady. Na základě tohoto výstupu bude možné dát společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. konkrétní doporučení pro zavedení zlepšujícího návrhu.

Doporučený rozsah práce

60-80

Klíčová slova

Logistika, sklad, skladový systém, výrobní frekvence, zásoba, přístřih, výlisek

Doporučené zdroje informací

Brožová, H., Houška, M. 2008. Základní metody operační analýzy. Praha : ČZU, 2008. ISBN 978-80-213-0951-7

Lambert, M. D., Stock, R. J., Ellram, M. L.,: Logistika, Computer Press, Praha, 2000. ISBN 80-7226-221-1

Pernica, P. 2005. Logistika pro 21. století. Praha : Radiax, 2005. ISBN 80-86031-59-4

Sixta, J., Mačát, V. 2005. Logistika – teorie a praxe. Brno : Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0573-3

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 22. 11. 2016

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2016

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace skladového systému" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Tomáši Šubrtovi, Ph.D. za vedení této práce, věnovaný čas a cenné rady a připomínky. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Kurtejovi a Ing. Jaroslavě Vaníčkové z oddělení lisovny společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. za ochotu, trpělivost a seznámení s problematikou skladování ve společnosti. Chtěl bych také poděkovat své rodině za poskytnutou podporu během celého studia.

Optimalizace skladové systému

Souhrn

Hlavním předmětem diplomové práce je nalezení vhodnějšího řešení skladu výlisků ve společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. Práce je členěna na dvě části a to na teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou shrnuty důležité informace o logistice a Toyota Production System. Jsou zde popsány metody pro analýzu skladu z hlediska prostoru a skladové zásoby a metody pro optimalizaci velikosti zásob. V praktické části jsou důležité informace o společnosti a oddělení lisovny, kde se sklad výlisků nachází. Na základě podkladů získaných roční praxí v podniku byly provedeny výpočty pro určení optimální velikosti pojistné zásoby. Následně bylo navrženo nové rozmístění skladových položek. V závěru práce je provedena analýza výsledného stavu a shrnutí výsledků. Návrhy jsou v souladu s cíli oddělení, a proto mají reálný přínos.

Klíčová slova: Logistika, sklad, skladový systém, výrobní frekvence, zásoba, přístřih, výlisek

Warehouse system optimization

Summary

The main topic of this thesis is finding more suitable warehouse solution of stamped car parts in company Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. The thesis is divided into two parts, a theoretical and a practical. The theoretical part summarises important information about logistics and Toyota Production System. It also contains methods for analysis of warehouse space and methods for optimizing the size of stock. The practical part includes important information about the company and the stamping department, where the warehouse is located. Based on received sources from annual experience in the company, calculations were made upon the optimal size of safety stock. After that the new layout of warehouse was proposed. In conclusion of thesis, analysis in outcome and summary of results was made. The proposals are in line with the objectives of the department and therefore have a real benefit.

Keywords: Logistics, warehouse, warehouse system, production frequency, supply, metal blank, stamping

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Teoretická východiska	14
3.1 Logistika.....	14
3.1.1 Logistika jako pojem	14
3.1.2 Vývoj logistiky	14
3.1.3 Definice logistiky.....	15
3.1.4 Cíle logistiky.....	16
3.1.5 Rozhodování v logistice.....	17
3.1.6 Doprava v logistice	17
3.1.7 Logistické desatero	18
3.2 Rozdělení logistiky.....	19
3.2.1 Podniková a průmyslová logistika	20
3.3 Logistický řetězec	22
3.3.1 Typy logistických řetězců.....	24
3.3.2 Integrace logistických řetězců	25
3.4 Just-In-Time	25
3.4.1 Výrobní hloubka	27
3.5 Toytoa production system a KANBAN	28
3.6 Řízení zásob	30
3.6.1 Klasifikace zásob	31
3.6.2 Materiálová dispozice	32
3.6.3 Zakázkově orientovaná materiálová dispozice	32
3.6.4 Spotřebitelsky orientovaná materiálová dispozice	32
3.7 Opatřování materiálu.....	32
3.7.1 Případové opatřování	33
3.7.2 Opatřování synchronizované s výrobou	33
3.7.3 Opatřování spojené se zakázkou.....	34
3.7.4 Opatřování spojené s doplňováním zásoby	34
3.8 Poptávka.....	34
3.8.1 Prognóza poptávky	34
3.8.2 Synchronizace výroby s poptávkou	36
3.9 Skladová zásoba	37

3.9.1	Analýza ABC	37
3.9.2	Optimální množství skladové zásoby	38
3.9.3	Pojistná zásoba.....	39
3.9.4	Výpočet pojistné zásoby	40
3.9.5	Optimální objednáací množství	42
3.9.6	Optimalizační přístupy rozmístění skladové zásoby	43
3.10	Skladová logistika	45
3.10.1	Funkce skladu	45
3.10.2	Velikost skladu	46
4	Vlastní práce	47
4.1	Představení společnosti	47
4.1.1	Toyota Motor Corporation.....	47
4.1.2	PSA Peugeot Citroën	48
4.1.3	Součásti továrny.....	48
4.2	Lisovna z pohledu logistiky	49
4.2.1	Tok materiálu oddělením	50
4.2.2	Cíle oddělení	51
4.2.3	Analýza využití skladového prostoru skladu výlisků.	52
4.2.4	Skladová zásoba.....	56
4.2.5	ABC analýza skladové zásoby.....	57
4.3	Optimalizace skladové zásoby	59
4.4	Návrh na reorganizaci skladového prostoru.....	62
4.5	Analýza využití skladového prostoru po provedených přesunech.....	69
4.6	Zhodnocení výsledků	70
5	Závěr.....	72
6	Seznam použitých zdrojů	74
7	Přílohy	76

Seznam obrázků

Obrázek 1: Dělení cílů logistiky dle [2].....	16
Obrázek 2: Dělení logistiky dle [7].....	19
Obrázek 3: Dělení podnikové logistiky dle [7].....	20
Obrázek 4: Porovnání různých pojmů pro oblast zásobování podniku dle [7].....	22
Obrázek 5: Pyramida dodavatelské struktury dle [13].....	28
Obrázek 6: Princip odvolávek systému KAN BAN dle [7].....	29
Obrázek 7: Vztah nákupu a skladování dle [13].....	33
Obrázek 8: Typy průběhu poptávky dle [13].....	35
Obrázek 9: Příklad vyššího objednáčímnožství s nižší frekvencí dle [15].....	39
Obrázek 10: Příklad nižšího objednáčímnožství s vyšší frekvencí dle [15].....	39
Obrázek 11: Příklad zpožděného čerpání zásob dle [15].....	40
Obrázek 12: Normální Gaussovo rozložení dle [15].....	41
Obrázek 13: Logo společnosti	47
Obrázek 14: Tok materiálu oddělením - vlastní zpracování.....	51
Obrázek 15: Ukázka plánu výroby v přepočtu na palety – vlastní zpracování.....	56
Obrázek 16: Ukázka plánu výroby v přepočtu na palety se sníženou pojistnou zásobou – vlastní zpracování	61
Obrázek 17: Layout skladu za válečkovou dráhou	63
Obrázek 18: Layout skladu za válečkovou dráhou po přesunu pr. 40	64
Obrázek 19: Uvolnění 100 m ² - krok 1	65
Obrázek 20: Uvolnění 100 m ² - krok 2	66
Obrázek 21: Uvolnění 100 m ² - krok 3	66
Obrázek 22: Uvolnění 100 m ² - krok 4	67
Obrázek 23: Uvolnění 100 m ² - krok 5	68
Obrázek 24: Uvolnění 100 m ² - krok 6	68

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozměry palet programů	54
Tabulka 2: Čistá plocha jednotlivých programů.....	55
Tabulka 3: Počet palet a četnost výdejů programů	57
Tabulka 4: Počet aut - výroba	59
Tabulka 5: Reálný dopad snížení pojistné zásoby programů	70

Seznam grafů

Graf 1: Výroba synchronní s poptávkou dle [13]	36
Graf 2: Výroba nezávislá na poptávce dle [13]	37
Graf 3: ABC analýza skladové zásoby	58

1 Úvod

Logistika je rozvíjející se obor, který se v podnicích dostává stále více do popředí. Často je zaměňována za pojmy jako skladování, přeprava nebo zásobování. Pod pojmem logistika je však třeba si představit nejen fyzický přesun materiálu, ale také přesun informací. Stejně jako ostatní firmy disponující vlastními sklady, se výrobní podniky snaží maximálně snížit skladovou zásobu a fungovat na principech dodávek jen takového množství materiálu, které je potřeba, v čase, kdy je potřeba a v požadované kvalitě. Souhrnně se tomuto principu říká Just-In-Time. Minimalizovat skladovou zásobu však nejde do nekonečna. Minimální množství skladové zásoby musí dokázat pokrýt výkyvy v poptávce, nebo pokrýt výpadek výrobního prvku, jinak se podnik vystavuje riziku nespokojení objednávek. Materiál procházející výrobním procesem postupně získává na hodnotě. Tato přidaná hodnota však může při špatném skladování a manipulaci klesat. Logistika se tak zabývá efektivitou procesů v rámci celého logistického řetězce.

Zpracované téma „optimalizace skladového systému“ dává nahlédnout do fungování logistických procesů ve společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. Konkrétně do fungování oddělení lisovny, které je na samém počátku výrobního procesu. Tato továrna je výsledkem spojení automobilek PSA Peugeot Citroën a Toyota Motor Corporation. Od samého začátku výroby v roce 2005 pracuje automobilka na principech Toyota Production System. Je to velmi komplexní systém, který řídí výrobu, sklad a zásobování, ale i lidské zdroje, jejich rozvoj a komunikaci. Principem tohoto systému je řízení výroby a skladu stylem Just-In-Time, kdy je materiál ze své surové podoby doslova protažen celým procesem výroby až do podoby finálního objednaného produktu.

Práce tak shrnuje přístupy k logistice českých i zahraničních autorů, které se váží k logistickému přístupu Just-In-Time a k Toyota Production System. Optimalizace je provedena na základě nastudovaných metod a na základě roční diplomní praxe v podniku. Základem je důkladná analýza skladu a skladové zásoby a následně navrhnutá řešení, která jsou v souladu s podnikovými cíli. Výsledky práce tak mají reálný přínos pro oddělení a tím i pro celý podnik.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je nalézt vhodnější řešení pro skladování výlisků jednotlivých dílů automobilů ve společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. Vhodnější řešení spočívá ve snížení skladové zásoby, zmenšení skladové plochy a zvýšení poměru využití skladové plochy vůči celkové ploše skladu. Dílčími cíli jsou popis a pochopení současného stavu a s tím spojené analýzy využití skladové plochy a ABC analýza. Dalším z dílčích cílů je seznámení s materiálem a druhem skladování v daném skladu a s materiálovým tokem. Posledním z dílčích cílů je analýza stavu budoucího a zhodnocení výsledků. Předpokladem je nalézt takové řešení, které lze vyčíslit ať už z hlediska velikosti skladové zásoby, tak z hlediska úspory času zavážení, nebo úspory místa, které může být využito jinak.

2.2 Metodika

Pro dosažení cíle je nejprve nutné seznámit se se společností a na vlastní oči si prohlédnout procesy, které se tam odehrávají. Nalézt vztah mezi jednotlivými procesy a návaznost jednotlivých logistických řetězců. Studium literatury je druhým velmi důležitým bodem metodiky, neboť logistika je velmi komplexní a široký pojem. V první části práce zpracovaná rešerše tak vyzdvihuje podstatná logistická témata, která mají spojitost s tématem práce a charakterem podniku, jehož sklad je předmětem této práce. Na základě teoretických východisek pak může být popsán aktuální stav a provedeny jednotlivé analýzy a následná optimalizace.

Ve druhé části již přijde na řadu představení společnosti jako takové, dále představení lisovny a logistických procesů, které se tam odehrávají. Analýza současného stavu zásob a stavu skladu poslouží jako výchozí bod pro návrhy na zlepšení a jejich implementaci. Důležitým bodem je vytvoření layoutu skladu v elektronické podobě a vyznačení logistických tras. Model skladu převedený do elektronické podoby slouží pro simulace možných řešení a přehlednou prezentaci návrhů. Klíčovou částí bude konkrétní návrh na zlepšení, který bude vycházet jednak ze znalostí získaných studiem literatury, ale také bude odpovídat cílům oddělení. Pro porovnání výhodnosti řešení je nutné provést analýzu stavu

po zavedení. Výstup následného porovnání výsledků analýz umožní zhodnotit vhodnost navrhnutého řešení a jeho pozitivní i negativní dopady. Na základě tohoto výstupu bude možné dát společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. konkrétní doporučení pro úpravu skladu z hlediska stavu zásob a rozložení.

3 Teoretická východiska

3.1 Logistika

3.1.1 Logistika jako pojem

„Logistika představuje strategické řízení funkčnosti, účinnosti a efektivity hmotného toku surovin, polotovarů a zboží s cílem dodržet časové, místní, kvalitativní a hodnotové parametry požadované zákazníkem. Jeho nedílnou součástí je informační tok propojující vzájemně logistické články od poskytování produktů zákazníkům až po získávání zdrojů“ [1]

3.1.2 Vývoj logistiky

Po původu pojmu logistika je možné pátrat v řečtině. Zde sice neexistuje překlad přímo pro daný termín, je zde však několik slov se stejným kořenem. Předně slovo „*logiké*“ nám známé jako logika, nebo např. „*logismus*“ znamenající výpočet, úvaha nebo myšlenka. [2]

Asi nejvíce užitečné pro další pochopení této problematiky je slovo „*logos*“, v řečtině „*logis*“, a jeho význam - počítání. Budeme-li hledat současný překlad těchto pojmů, nalezneme ve francouzštině „*logis*“, jež lze přeložit jako byt nebo obydlí. V souvislosti s tím můžeme nalézt původ slova logistika v zabezpečování ubytování pro vojáky. [3]

Vývoj logistiky započal v oblasti vojenství, které připravilo živnou půdu pro její rozšíření. Logistika měla za úkol především mužstvo zaplatit, vyzbrojit a vybavit municí. Náplní tedy bylo zajistit přesuny vojsk, lidí a materiálu takovým způsobem, aby se daný objekt nacházel na daném místě v čase, kdy je potřeba. [3]

Prvky využití logistiky v armádě se datují do 9. století. Využívala se převážně pro volbu správné taktiky a odhad situace pro manévrování. Začátkem 17. století se využívá pojmu logistika pro označení praktického počítání s čísly. [1]

V Evropě vojenská logistika nebyla dlouho uznávána. V USA, které stále častěji operovaly v zámoří, však byla pokládána za velmi důležitou. Největší uplatnění našla vojenská logistika za 2. světové války, při vylodění ve Francii. [3]

Logistika byla za 2. světové války velkou výhodou pro vojska spojenců, jejichž zásobování bylo mnohem efektivnější, než zásobování Německých armád. Německé

muniční sklady byly ničeny mnohem efektivněji a s vyšším dopadem, než sklady spojeneckých armád. Rozdílem byl právě systém skladování, kdy spojenecké armády měly menší sklady, které flexibilněji dodávaly vše, co bylo potřeba a kde to bylo potřeba, tím neekonomičtějším způsobem. Efektivita logistických technik ve válce později vyvolala zájem o toto téma a vznikla logistika jako umění a věda i v rámci nevojenských aktivit. [4]

Definice NATO „Logistika zahrnuje vývoj, konstrukci, skladování, přepravu a překládku vojenské techniky a materiálu, údržbu a opravy vojenské techniky, zřizování, provoz a rušení zařízení vojenských staveb, přepravu osob (vojáků a pomocného personálu) včetně odsunu a zdravotnického zabezpečení.“ [3]

Právě ukázka efektivnosti této vědní disciplíny při vojenských akcích byla hybnou silou pro vznik „*hospodářské logistiky*“, která řeší analogické problémy v oblasti výroby, skladování, obchodu, zásobování atd. [3]

3.1.3 Definice logistiky

S přihlédnutím k tomu, že logistika se postupně utváří již tisíce let, existuje mnoho názorů a definic, které se odlišují v závislosti na autorovi. Sixta a Mačát nabízejí ve své publikaci tyto názory:

„Systém tvorby, řízení, regulace a vlastního průběhu materiálového toku, energií, informací a přemísťování osob. JHDE, G. B.: Logistik. Stuttgart 1972“ [2]

„Souhrn činností, kterými se utvářejí, řídí a kontrolují všechny pohybové a skladovací pochody. Souhrou těchto činností mají být efektivně překlenuty prostor a čas. PFOHL, H. CH.: Logistik systeme Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Berlin, Springer 1985“ [2]

„Řízený hmotný tok výrobních a oběhových procesů v odvětvích národního hospodářství a mezi nimi s cílem největší efektivnosti. KRAMPE, H.: Je logistika vědeckou disciplínou- MSB, Praha 11/1990“ [2]

Dané definice podtrhují systémový aspekt i globální pojetí dané problematiky. Jde v nich především o řízení a regulaci materiálového toku. [2]

Sixta a Mačát uvádějí další definici, která rozšiřuje představu pojetí logistiky.

„Věda používá pojem logistika pro systémovou teorii zahrnující všechny procesy, které slouží k překonávání prostoru a překlenutí času libovolných objektů – logistika je plánování potřeby, výkonu, času a prostoru, jakož i řízení a provádění plánovaných

materiálových toků při hledání nákladového optima. RUPER, P. – SCHEUCHZER, R.: Lager – und Transport logistik, Zurich, Verlag Industrielle Organization 1988“ [2]

Zmíněné citace jsou jen malou částí všech názorů a vědomostí odborníků zabývajících se touto problematikou. Nejspíš není možné vytvořit jednotnou definici, která by vyhovovala všem. Sixta a Mačát uvádějí vlastní definici:

„Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výrobě výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištění likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku.“ [2]

3.1.4 Cíle logistiky

Jak lze vyčíst z následujícího schématu, (Obrázek 1) hlavní kritéria, dle kterých lze dělit logistické cíle, jsou oblast působení (vnitřní, vnější) a způsob, jakým jsou měřeny jejich výsledky (výkonové, ekonomické)



Obrázek 1: Dělení cílů logistiky dle [2]

Mezi vnější cíle patří: zvyšování objemu prodeje, zkracování dodacích lhůt, zlepšování spolehlivosti a úplnosti dodávek a zlepšování pružnosti logistických služeb. Jedná se tedy o cíle zaměřené především na uspokojování požadavků zákazníků. [2]

Vnitřní cíle jsou naopak zaměřené na podnik, konkrétně na snižování nákladů. Jedná se o náklady na zásoby, dopravu, manipulaci a skladování, výrobu, řízení apod. [2]

Výkonové cíle zajišťují požadovanou úroveň služeb. Zabezpečují, aby byl materiál v požadovaném množství, druhu a jakosti na požadovaném místě ve správném čase. [2]

Ekonomické cíle mají za úkol zabezpečit zmíněnou úroveň služeb s minimálními náklady. [2]

3.1.5 Rozhodování v logistice

Z teoretického hlediska jde v logistice o vytváření logistických metod, logistických technologií a zkoumání funkcí logistických systémů. V praxi je však klíčové rozhodování a operativní řešení v reálném čase. K logistice tedy patří rozhodování, a to jak operativní (okamžitá), tak koncepční (vyžadující dlouhodobé studie). Dle teorie řízení je optimální poměr operativních a koncepčních činností 1 : 4. [5]

Dopravní rozhodnutí řeší zajištění spojení mezi různými uzly v logistickém systému, kdy základem je volba druhu dopravy nebo kombinace druhů dopravy s maximální efektivností. K výběru logistické technologie je nezbytné rozhodnout o zajištění informačních systémů. Dalšími oblastmi rozhodování jsou např. investiční rozhodování, které řeší nákup zařízení, nebo projektová rozhodování, která zajišťují materiálový tok (přemísťování řetězců, způsob skladování atd.). [5]

Rozhodování v logistice je vždy zatíženo ztrátou užitku z ušlé příležitosti, má tedy variantní charakter. Jednoduše řečeno, vybereme-li jednu variantu, její užitek je vždy snižován o užitek varianty, která vybrána nebyla. Důležité však je rozhodovat se tak, aby zvolená varianta byla efektivní v systému jako celku. Ke správnému výběru je třeba jednotlivé varianty identifikovat a podrobit je zkoumání za pomoci vhodných metod jako jsou např. simulační metody, expertní systémy nebo porovnávání funkčních modelů. Při výběru je nutné zabývat se nejen horizontálními vazbami daného systému, ale i vertikálními vazbami logistických úrovní. [5]

3.1.6 Doprava v logistice

Doprava představuje v logistice klíčovou složku dodavatelského řetězce. Má za úkol zabezpečit přepravu surovin a zboží od dodavatelů ke spotřebitelům, a to jak uvnitř výroby, tak i od výrobce ke konečnému zákazníkovi. [2]

„Doprava je záměrná pohybová činnost, která spočívá v přemístění věci nebo osob prostřednictvím pohybu dopravních prostředků“ [2]

Pro logistické řetězce je doprava, jako nástroj uskutečňující fyzické přemístění, důležitým intenzifikačním faktorem. V oblasti transportu lidí a hmotných statků má za úkol optimálně uspokojovat přepravní požadavky. Z hlediska hmotných statků zajišťuje přemístění ve všech fázích reprodukčního systému, tedy ve fázi výroby, oběhu a směny zboží, a ve fázi spotřeby. [2]

K zabezpečení dopravní obsluhy je nezbytné vytváření sítí neboli takových podmínek, aby zboží bylo přemístěno od dodavatele ke spotřebiteli mezi dvěma libovolnými místy. Tyto podmínky dříve zajišťoval přepravce. Musel se tak zabývat např. zajištěním veřejné dopravy v určeném místě nebo manipulací se zásilkami při nakládání a vykládání. Tyto operace však nebyly systémově zajištěny, a tak vznikaly ztráty především z využívání manipulačních a dopravních prostředků. [5]

Tyto nedostatky vedly ke vzniku systémů kombinované dopravy, jejichž podstatou je využívání vhodných kombinací dvou a více druhů dopravy při nejvhodnějším využívání manipulačních mechanismů a dopravních prostředků. S těmito systémy se setkáváme každý den, jedná se např. o paletizaci nebo o využívání kontejnerů a přepravních skříní v souvislosti se speciálně upravenými dopravními prostředky (vlaky, nákladní automobily, lodě). [5]

Dopravní problematiku v logistice zajišťuje samostatné odvětví, a sice dopravní logistika. Vznikla v reakci na zvýšenou poptávku po dopravě vyvolanou změnami struktury zpracovatelského průmyslu, změnami ve výrobních metodách, zmenšováním zásilek a zvyšováním jejich četnosti. Má za cíl především plánování dopravy vzhledem k různým ekonomickým faktorům jako např. cena pohonných hmot, práce a opotřebení dopravního prostředku. [5]

3.1.7 Logistické desatero

Logistika je z hlediska zvyšování konkurenční schopnosti jedním z klíčových nástrojů, které mohou podniky v prostředí vyspělého trhu použít. Vzhledem ke vstupu naší země do Evropské unie se tento trh rozšířil a pro překonání evropského průměru v této oblasti je třeba dodržet zásady, které Pernica shrnul do tzv. „*logistického desatera*“. [6]

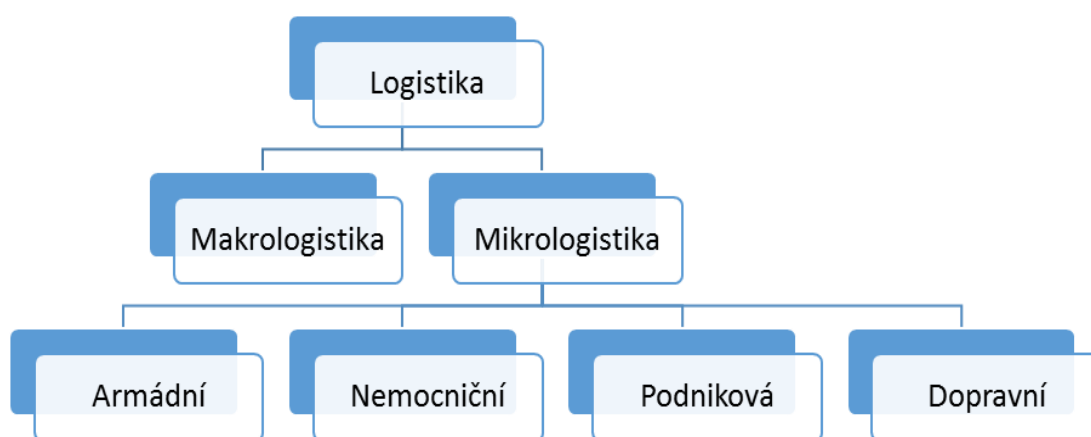
- Zaměřte se na zákazníky
- Integrujte logistický systém

- Propojte logistiku se strategií
- Zpružněte logistické řetězce
- Vytvořte logistický informační systém
- Vstupujte do strategických společenství
- Kvantifikujte, měřte a počítejte
- Aplikujte logistický controlling
- Sledujte finanční vztahy
- Vyškolete personál.

Vrcholový management podniků by měl toto desatero přijmout a věnovat mu patřičnou pozornost, neboť pro zvýšení efektivity většiny podniků je logistika jednou z mála posledních příležitostí. [6]

3.2 Rozdělení logistiky

Logistiku lze dělit do různých oblastí a odvětví. V předchozích kapitolách jsou zmíněné oblasti armádní logistiky, průmyslové logistiky a dopravní logistiky. Logistika se však dá rozdělit na ještě větší celky, což jsou „*Mikrologistika*“ a „*Makrologistika*“. Stejně tak existuje i spousta menších celků, z nichž je třeba zmínit průmyslovou logistiku, obchodní logistiku a logistiku služeb. Pro větší přehlednost tohoto dělení lze využít následující schéma (Obrázek 2). [7]



Obrázek 2: Dělení logistiky dle [7]

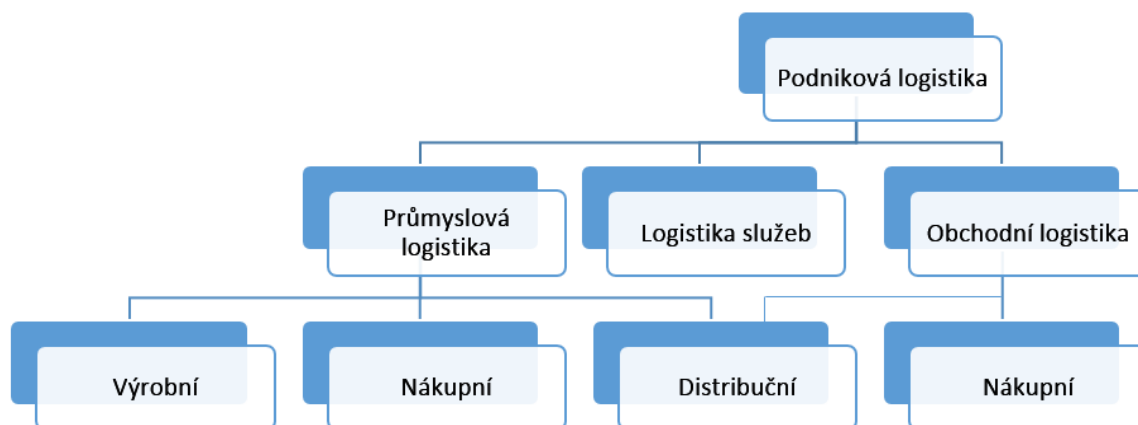
Makrologistika v tomto schématu představuje především aplikované využití logistických systémů a vlastně i samotné logistiky v národohospodářské sféře. [7]

Mikrologistika proti tomu funguje na podnikové úrovni a řeší především dopravní rozhodnutí. Jak z výše uvedeného vyplývá makrologistika je systém tvořený „mikrologistikami“ a na něj aplikuje logistické systémy. Mikrologistika tak nemůže být efektivní, pokud není efektivní i makrologistika. [8]

Pro úplnost je třeba vysvětlit pojem „mezologistika“, který je občas také uváděn v literatuře. Mezologistika zahrnuje systémy pro aplikaci logistiky ve sféře odvětvové. [7]

3.2.1 Podniková a průmyslová logistika

Podniková logistika představuje samotný komplexní systém, který tvoří Průmyslová logistika, obchodní logistika a logistika služeb. V podnikové logistice nelze najít trvalý stav jedná se o dynamické prostředí, které se vyvíjí v čase. Tento vývoj je následkem neustálého přizpůsobování se změnám v podnikové i mimopodnikové sféře. Z následujícího schématu vyplývá postavení průmyslové logistiky, tedy firmy, která se zabývá průmyslovou výrobou. [7]



Obrázek 3: Dělení podnikové logistiky dle [7]

V rámci tohoto dělení je třeba zmínit dva důležité pojmy, které rozdělují procesy vně a mimo výrobní proces. Jedná se o pojmy „hospodářská infrastruktura“ a „podniková infrastruktura“. [7]

Hospodářská infrastruktura je tvořena především nákladní dopravou, dopravou pracovních sil do výrobního procesu, telekomunikačními systémy, energetikou a

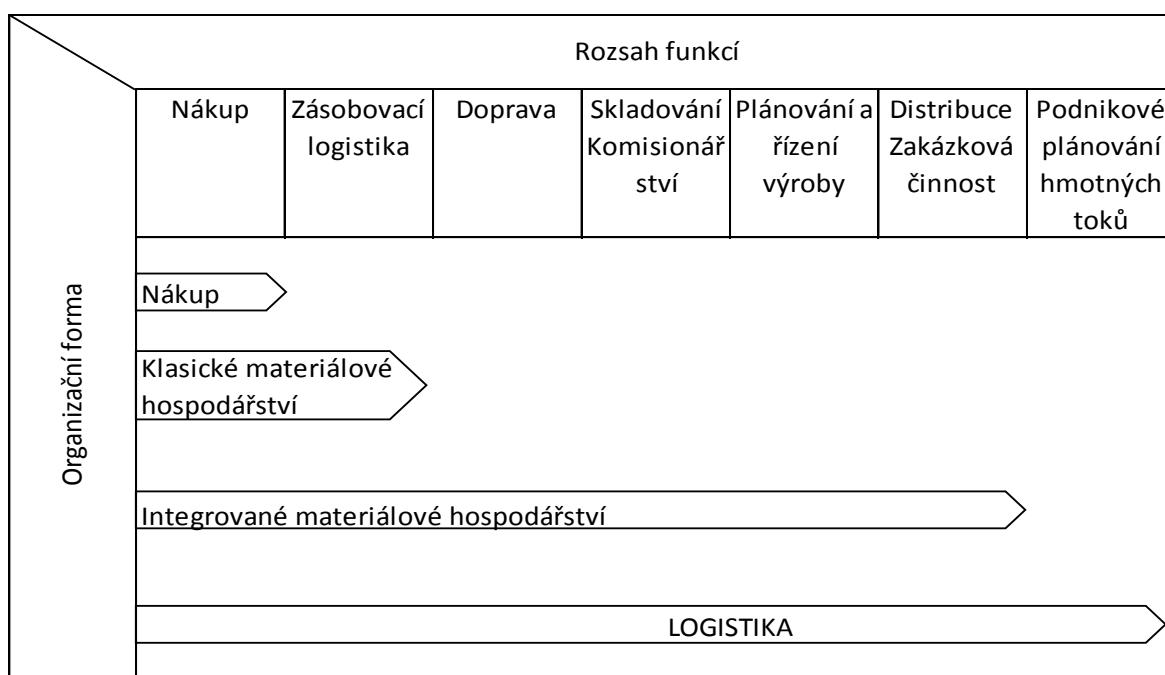
vodohospodářstvím. Obecně se dá říci, že do hospodářské infrastruktury patří činnosti, které se odehrávají mimo výrobní proces. Hospodářská infrastruktura zajišťuje logistické procesy související s pohybem surovin, materiálu a zboží. Doprava má zde charakter nositele fyzického toku a telekomunikační systémy mají charakter nositele informačního toku. [7]

Oproti tomu základní charakteristikou podnikové infrastruktury je pohyb hmot v rámci výrobního procesu. Tyto pohyby zajišťují činnosti jako manipulace s materiálem, skladování předvýrobní a distribuční a dále balení komerční i přepravní. Činnosti spojené s podnikovou infrastrukturou jsou vytvářeny a modelovány v propojení s tržním mechanismem. Cílem je tyto činnosti a struktury rozvíjet s jasným cílem a snahou dosahovat maximální efektivity a s tím spojenou maximalizací ekonomických efektů. [7]

Průmyslová logistika zmíněná výše se dělí na oblast nákupní, výrobní a distribuční. Každá z těchto oblastí má různý rozsah funkcí (viz Obrázek 4). Nákup se v tomto pojetí zabývá nákupními trhy a právními aspekty spojenými se zásobováním. To byl však užší pohled na daný pojem. V širším smyslu se opatřování vztahuje na přípravu a pořízení a také na zajištění informací, kapitálu, zařízení a personálu. [9]

Pokud funkce nákupu získá na šíři přidáním úkolů jako zajištění materiálu s dalšími faktory jako jsou přeprava a skladování, lze hovořit o „*klasickém materiálovém hospodářství*“. To zahrnuje hospodaření a nakládání s provozními a výrobními materiály nezávisle na tom, kterým úsekům v podniku náleží. [9]

Ještě širším pojmem je „*integrované materiálové hospodářství*“, které zahrnuje úkoly předurčující velikost zásob a hmotných toků. Krom již zmíněného v předchozím odstavci sem patří funkce plánování a řízení zakázek a výroby. Předmětem zájmu tohoto hospodářství je ekonomická a technická problematika hmotných toků, jež „tečou“ od dodavatele přes výrobu až po výstupní sklady hotových výrobků či zboží. [9]



Obrázek 4: Porovnání různých pojmů pro oblast zásobování podniku dle [7]

3.3 Logistický řetězec

Důležitým, ne-li nejdůležitějším pojmem v logistice je právě pojem „*logistický řetězec*“ někdy také označován jako „*dodavatelský řetězec*“. Používá se pro označení dynamického propojení trhu spotřeby s trhy materiálu, surovin a dílů, které vychází z poptávky konečného zákazníka, nebo které je navázáno na konkrétní zakázku. [10]

„Logistický řetězec lze definovat jako přepravní řetězec doplněný tokem informací, které mohou vlastní hmotný tok předcházet, mohou postupovat současně s hmotným tokem, nebo jej mohou následovat, přičemž mohou postupovat ve stejném směru jako hmotný tok nebo proti směru postupu hmotného toku.“ [5]

Vytváření těchto řetězců je základním kamenem pro aplikaci logistiky do podnikových procesů a jejich řízení. Pro řízení podnikových procesů jsou logistické řetězce integrujícími prvky, které zajišťují pohyb hmotných produktů a materiálu od těžení surovin až po konečnou spotřebu. Ve směru tohoto pohybu dochází k přidávání hodnoty. Proto mají procesy probíhající v logistickém řetězci hodnotový charakter. [1]

Hodnotový charakter mají všechny operace a procesy, které produkt přibližují k místu spotřeby a činí tak výrobek disponibilním. Tyto operace a procesy pak zvyšují pohodlí zákazníka např. vhodným balením, přiloženými informacemi, úpravou výrobku apod. Dále se jedná o operace a procesy, které stojí za zhotovením výrobku jako např. přísun surovin, materiálu, logistické operace v rámci výrobního procesu apod. Opačné charakteristiky mají operace, které hodnotu nepřidávají, jsou redundantní a nadbytečné. Těmito operacemi se myslí např. skladování neúčelných zásob a operace s ním spojené, překládka, odkládání materiálu apod. [10]

Logistický řetězec má vždy dvě stránky - hmotnou a nehmotnou. Hmotná stránka řetězce spočívá v uchovávání a přemísťování takových věcí, které můžou uspokojit konkrétní potřebu konečného zákazníka, což může být např. hotový výrobek. Hmotná stránka však spočívá i v uchování a přemísťování věcí, které uspokojení konečného zákazníka podmiňují. To jsou především obaly, nedokončená výroba, náhradní díly výrobních strojů a dalších materiálů a surovin, které jsou nápomocné výrobě a distribuci hotového výrobku. [10]

Nehmotná stránka v logistickém řetězci doplňuje hmotnou stránku. Znamená především přemísťování a uchovávání informací, které jsou potřeba pro realizaci uchovávání a přemísťování již zmíněných věcí či osob. [1]

Krom rozdělení na hmotnou a nehmotnou stránku logistických řetězců nabízí Pernica rozdělení na aktivní a pasivní prvky. Pasivní prvky jsou věci, které se pohybují řetězcem bez vlastního přičinění. Jedná se o suroviny, díly, obaly, odpad vznikající při výrobě či spotřebě a informace. Operace spojené s pasivními prvky mají netechnologický charakter, protože manipulací s těmito prvky se jejich podstata nemění. Naproti tomu aktivní prvky jsou tu od toho, aby realizovaly logistické funkce spojené s již zmíněnými netechnologickými operacemi. Příkladem aktivního prvku mohou být např. zařízení pro přepravu, balící zařízení, zařízení pro skladování apod. [10]

3.3.1 Typy logistických řetězců

Logistika se stále vyvíjí a tak i logistické řetězce prošly různými transformacemi. Z hlediska stupně řízení spojených s hmotným i nehmotným tokem lze rozdělit logistické řetězce na tři základní typy. [1]

1. Tradiční logistický řetězec s přetržitými toky. V řetězcích tohoto typu jsou smlouvy s dodavateli uzavírány na základě predikce prodeje vztažené k současným prodejm. Dalšími rysy jsou velké dodávky pro získání množstevní slevy a přeprava velkokapacitními prostředky pro úsporu nákladů spojených s přepravou. V těchto řetězcích hraje významnou roli centrální sklad, díky kterému je možné pružně reagovat na potřeby zákazníků. Materiálový tok v tomto řetězci je založen na principu „push“ (anglicky tlačit), kdy dodavatel doslova tlačí materiál odběratelům podle toho, jak to vyhovuje jeho potřebám. Činnosti článků řetězce nejsou sladěny a informační toky jsou přerušovány. Tyto jevy pak způsobují hromadění zásob ve všech člancích řetězce a až 95 % času je promrháno prostoji.
2. Logistický řetězec s kontinuálními toky. Materiál je dodáván na základě potřeb příjemce. Je zde uplatňován princip tahu (viz kapitola 3.4). Mezi dodavatelem a odběratelem není sklad surovin. Suroviny jsou dodávány plynule v menších dávkách. Sklad hotových výrobků je redukován a tvoří pouze vyrovnávací funkci. Je zde větší pružnost reakce na změny poptávky, neboť objednávky jdou přímo do výroby. Výroba se stává rozhodujícím článkem.
3. Logistický řetězec se synchronním tokem. Řetězec složený pouze z výroby, kompletací, dodavatelů a zákazníků. Řetězcem se pohybuje pouze požadované množství hotových výrobků, materiálu či surovin. Z toho důvodu je zde obrovský tlak na sdílení informací. Řídící článek řetězce musí mít k dispozici vždy aktuální informace z celého řetězce a všech jeho článků. Stejně tak musí být přesná predikce možných stavů, které mohou v řetězci nastat.

Několikrát zmíněné články logistického řetězce jsou vlastně podsystémy, mezi kterými dochází k hmotnému i nehmotnému toku. Vymezení těchto podsystémů záleží na

zvolené rozlišovací úrovni. Ve výrobě může jít o továrny, výrobní oddělení, výrobní linky, sklady surovin, výrobní a montážní mezisklady apod. V dopravě a zasilatelství se jedná např. o železniční stanice, říční a námořní přístavy, překladiště, celní sklady, spediční sklady apod. V obchodě např. velkoobchodní sklady, maloobchodní sklady, prodejny apod. [10]

3.3.2 Integrace logistických řetězců

Nemá smysl provádět logistické řešení izolovaně a nezávisle na aktivitách celé společnosti. Při zavádění těchto řešení je žádoucí sladění, celková optimalizace a koordinace aktivit v logistickém řetězci s klíčovými aktivitami, které s ním souvisí. Na integraci řetězců lze nahlížet z hlediska horizontálního a vertikálního. [1]

O vertikální integraci se hovoří ve smyslu propojení výroby s vývojem, s marketingem a s tvorbou strategií. Logistické funkce jsou propojeny od operativní úrovně až po strategickou v rámci celého řetězce. Při integraci dochází ke konfliktu jednotlivých článků řetězce, neboť každý článek může mít jiné cíle. Pro příklad lze uvést cíl výroby, jenž spočívá v ustáleném rozsahu s nízkou variabilitou produktu a cíl prodeje, jenž tkví v uspokojení potřeb zákazníka a požaduje tak různorodý produkt. [1]

Horizontální integrace spočívá v integrovaném a synchronizovaném řízení dodavatelsko-odběratelských vztahů. Jde o řízení toku objednávek, času, kapacit, práce, financí a materiálového toku, které má za cíl maximální pružnost a kvalitu realizovaných procesů, jež mají vyšší hodnotu pro zákazníka. [1]

3.4 Just-In-Time

Vysoká variabilita požadavků na prodejních trzích, rostoucí tlak konkurence, tlak na snižování nákladu kde se dá, rostoucí počet variability výrobků a konečně obtížné předpovídání chování zákazníků v rámci logistických řetězců způsobuje, že se vyrábění na sklad stává vysoce neefektivní. Odpovědí na tyto požadavky a tlaky může být systém Just-In-Time (volně přeloženo jako „Právě včas“) zkráceně JIT. Jak již bylo výše zmíněno, principy tohoto systému jsou zaváděny právě v rámci zásobování synchronizovaného s výrobou. [7]

Systém JIT pochází z Japonska konkrétně ze společnosti Toyota (viz následující kapitola) a obecně se dá říci, že je protikladem k sériové výrobě. První využití systému se

datuje k roku 1950, k průmyslovému nasazení pak došlo o 20 let později. Ve spojení s JIT je známo 7 základních principů tzv. 7Rs (z anglického "*seven rights*"), které se dnes běžně používají pro vyjádření efektivity logistiky. Jsou to: [11]

- Right Product - Správný produkt
- Right Place - Správné místo
- Right Price - Správná cena
- Right Customer - Správný zákazník
- Right Condition - Správná kvalita
- Right Time - Správný čas
- Right Quantity - Správné množství

Krom základních principů je pro pochopení, o co vlastně jde, důležité zmínit tři základní charakteristiky tohoto přístupu k logistice. [12]

1) Systém tahu – Na základě výrobního plánu dostává instrukce pouze pracovník na posledním procesu. Předchozí procesy poté vyrábí a dodávají pouze takové množství polotovarů, které následný proces zpracoval a spotřeboval. Tak nedochází k přehlcování procesů a nevznikají zásoby nedokončené výroby. Z jiného úhlu pohledu se dá říci, že následný proces si požadovaný produkt od předchozího systému vytáhne (anglicky "*pull*" – z toho také častěji používaný anglický název "*pull system*"). Tento systém zabraňuje stagnaci či přerušení toku dílů a práce.

2) Plynulý tok výroby – Výroba jen toho co je potřeba plynule a bez jakýchkoliv zásob. Plynulá výroba, kdy se vyrábí jen potřebné, redukuje dobu pro výrobu potřebnou a nedochází k prostojům. V této výrobě je snadné najít defekty a řešit je.

3) Výroba potřebného množství v taktu – Synchronizace plánu výroby s plánem prodeje (poptávkou) není nikdy dokonalá. Snaha tyto dva plány synchronizovat musí počítat s kapacitou zařízení a s výrobními požadavky. Výsledkem je poté synchronizace taktu výroby s taktům prodeje. Jinak řečeno „vyrábět stejným tempem, jakým se prodává“.

Jedním z klasických problémů, který JIT řeší je problém dublování práce a operací mezi dodavatelem a odběratelem jako jsou skladování, kontrola, kompletace a příprava na převoz apod. Zavedením principů koncepce JIT odběratel upouští od skladování materiálu pro výrobu a přechází na systém dodávek přesného množství materiálu pro konkrétní výrobu, a to i několikrát za den. [13]

System JIT může být založen na principech tržní strategie nebo na kooperační strategii. Tržní strategie využívá možnosti vybírat mezi nejvýhodnějšími dodavateli. Jak již bylo řečeno, materiál pro výrobu není skladován a je dodáván v přesných dodávkách určených k okamžité spotřebě ve výrobě. Toto pojetí udává možnost mít více dodavatelů v záloze. Pro konkrétní výrobu je pak vybrán dodavatel, který nejlépe naplňuje požadavky výroby. Předpokladem pro tuto strategii je autonomnost dodavatelů bez bližšího spojení s odběratelem. Strategie také řeší problém s kolísáním materiálové potřeby. Vývoj produktu v tržní strategii je řízen bez zapojení dodavatele. Ten se na řízení výroby nepodílí. Proti tomu kooperační strategie dodavatele do procesu řízení výroby zahrnuje. Tato strategie vzniká na základě dlouhodobé kooperace s dodavatelem. Tok technologických informací mezi dodavatelem a odběratelem tak není omezován. [13]

V pokračování výčtu problémů, které je možné systémem JIT eliminovat je třeba zmínit: [13]

- Množstevní problém – tento problém je bez principů JIT řešitelný pouze vysokými náklady na skladování
- Problém pořadí dávek – se kterým je možné se setkat ve výrobě produkující heterogenní produkty ve velkém množství. Vlastní předzásobení na takovouto výrobu znamená vysoké kapitálové zatížení
- Problém ploch – ve smyslu ploch skladovacích i výrobních

3.4.1 Výrobní hloubka

Výrobní hloubka je podíl na tvorbě hodnoty uskutečněný vlastní firmou bez dodavatelů. Hodnota výrobní hloubky odpovídá hodnotě výrobních stupňů. Snižování této hodnoty vede ke snížení potřebného kapitálu, zvyšování kompetencí ve výrobě, rozdělení kompetencí v oblasti marketingu a k rozvoji vývojových aktivit. Výpočet se provádí pomocí následujícího vzorce. [13]

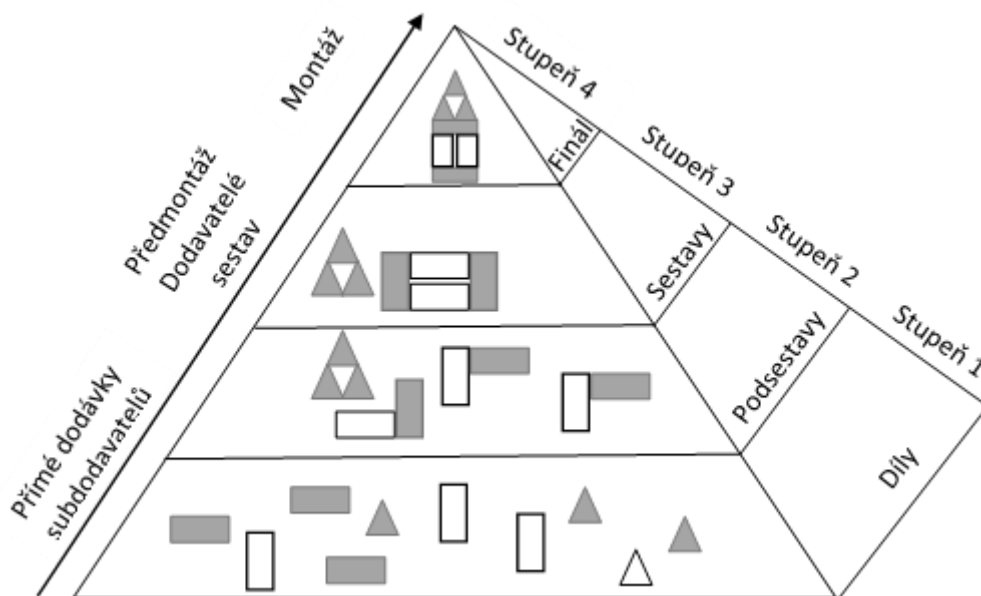
$$q_{hl} = \frac{O - n_m}{O}$$

Kde: q_{hl} výrobní hloubka

n_m materiálové náklady

O obrat

Snižování výrobní hloubky vede ke změně dodavatelské struktury, neboť se významně snižuje počet přímých dodavatelů. Princip tohoto snižování může být zobrazen schématem tzv. „dodavatelské pyramidy“ [13]



Obrázek 5: Pyramida dodavatelské struktury dle [13]

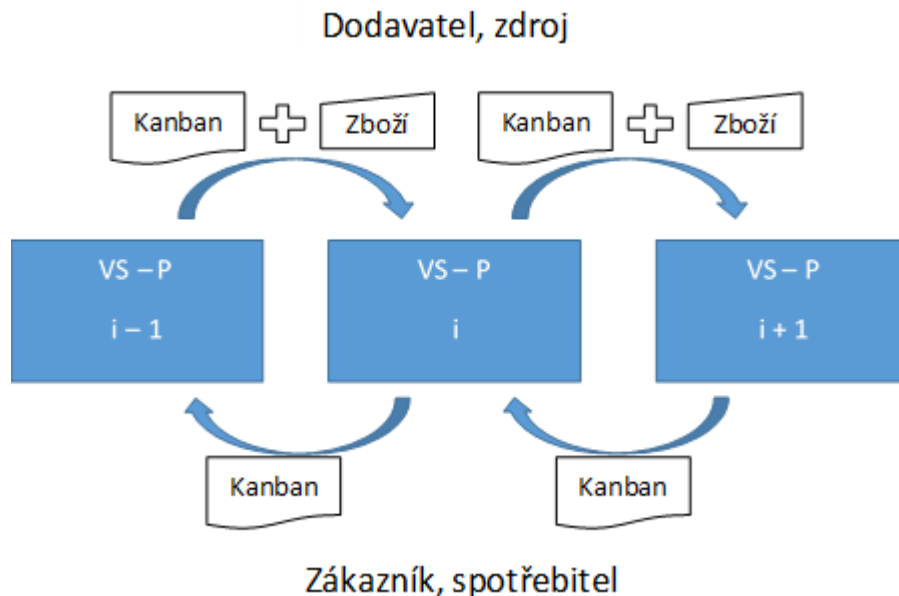
3.5 Toyota production system a KANBAN

Toyota Production System, zkráceně TPS a pojem KANBAN, jsou v praxi velmi často zaměňovány, nebo pokládány na stejnou úroveň. Nutno uvést na pravou míru, že TPS je komplexní výrobní systém, který funguje na mnoha principech a využívá spoustu metod. Jednou z těchto metod je právě KANBAN. Japonský systém KANBAN do češtiny volně přeloženo jako „systém karet“ se začal používat v japonských automobilkách, jako odpověď na systém sériové výroby, který byl v té době využíván v konkurenčních společnostech. [12]

Systém vychází z filosofie „Just-In-Time“. TPS vkládá do logistického procesu vztahy zákazník – dodavatel. Každý prvek v řetězci se chová jako zákazník k prvku předcházejícímu a jako dodavatel pro prvek následující. [7]

Následující schéma (Obrázek 6) zobrazuje tok KANBANů výrobním procesem. Výrobní stupeň (VS-P) i se chová vůči výrobnímu stupni $i - 1$ jako zákazník a vůči výrobnímu stupni $i + 1$ jako dodavatel. Funkce zákazníka je zde uskutečněna formou objednávky, která je podána pomocí štítku KANBAN dodavateli na pozici $i - 1$. Funkce dodavatele je zde uskutečněna realizací objednávky a přicházejícím štítkem KANBAN od

zákazníka na pozici $i + 1$. Objednávka je dodána spolu se KANBANem, který byl pro objednávku použit a po vyčerpání dodaného množství bude kartou opět objednáno další množství u dodavatele. KANBANY tedy obíhají v kruhu od odběratele k dodavateli a zase zpět. [7]



Obrázek 6: Princip odvolávek systému KAN BAN dle [7]

Systém KANBANů je tažný (pull systém), dodavatel vždy reaguje na poptávku a dodá přesně poptávané množství. KANBAN slouží jako nosič informací o objednávce. U objednávky materiálu může jít např. o informace o množství, hmotnosti, kvalitě, datu spotřeby apod. Správná funkce systému je podmíněna naplněním následujících předpokladů: [7]

- Odebrání objednaného materiálu spolu s kartou KANBAN
- Vrácení karty KANBAN jako další objednávku s předstihem, který je dán průběžnou dobou výroby
- Předání objednaného materiálu navazujícímu výrobnímu stupni v požadovaném čase a kvalitě spolu s objednávkou (Karta KANBAN)
- Nevyrábět na sklad

Systém funguje na principu „vzít si od“ dodavatele, což přesouvá odpovědnost za dodání na dodavatele na rozdíl od principu „přines“. Pro správné proudění informačního a hmotného toku je nutné dodržovat organizační pravidla KANBAN. Výrobní stupeň na pozici

zákazníka nesmí požadovat více materiálu než je třeba, stejně tak jako nesmí materiál požadovat dříve než je třeba. Dodavatel (výrobce) nemůže vyrábět více než je třeba podle KANBANu a nesmí dodat zmetky. Výrobní prvek vystupující jako dodavatel tak odpovídá za kvalitu a včasné dodání. KANBANu obíhá systémem mnoho a cílem řídicích pracovníků je minimalizovat jejich počet za současné snahy o rovnoměrné zatížení jednotlivých výrobních úseků. [7]

Pokud v systému dochází k velkým výkyvům, může jít v podstatě jen o dva případy. V prvním případě je výroba vyšší než požadovaná, čímž jsou generovány nadbytečné výrobní kapacity. V druhém případě je výroba nižší a v tu chvíli nedochází k plnému využití pracovní síly, materiálu a zařízení. Oba případy jsou nevhodné, neboť během nich vzniká „*muda*“, neboli aktivita, která výrobku nepřidává žádnou hodnotu. Obecně se dá říci, že čím více se mění, nebo kolísá objem výroby, tím více „*mudy*“ na pracovišti vzniká. [14]

Předpoklady pro efektivitu systému jsou – motivace a kvalifikace pracovníků, nízká poruchovost výrobních linek, nízké prostoje, vysoká pohotovost strojů a nízká zmetkovost výroby. Tento systém je možné použít pro všechny výrobní procesy, kde dochází opakujícím se operacím. [7]

Přestože výše zmíněná podmínka „*nevyrobět na sklad*“ spolu s vyplývající skutečností, že odběratelé ani dodavatelé nevytvářejí žádnou zásobu, zdůrazňují bezzásobovost systému, může i v těchto systémech docházet k vytváření dočasných pojistných zásob. Při výpočtu ideálního množství „*kanbanových*“ karet lze počítat s jistou pojistnou zásobou v rámci regulace rizik spojených s výkyvy v poptávce nebo s poruchovostí výrobních linek. [7]

3.6 Řízení zásob

„Řízení zásob lze charakterizovat jako soubor řídicích činností (analýza, rozhodování, kontrola, hodnocení), jejichž smyslem je nalézt a zajistit takovou výši zásob jednotlivých materiálových druhů, aby byl zajištěn plynulý průběh výrobního procesu při optimální vázanosti kapitálu, spotřebě a přijatelnému stupni rizika“ [13]

Zásoby mají velký význam pro zajištění plynulosti výrobních procesů, vyrovnávání výkyvů v poptávce po produktu, usnadnění řízení logistického řetězce a zmírnění rizik. [7]

3.6.1 Klasifikace zásob

Zásoby lze klasifikovat z různých hledisek. Mohou být klasifikovány dle stupně zpracování (tradiční členění), funkce a použitelnosti. [7]

Podle stupně zpracování:

- Výrobní – suroviny, polotovary, nakupovaný materiál a díly, obaly, nástroje apod.
- Rozpracovaná výroba – nedokončená výroba
- Distribuční – hotová výroba
- Zboží – výroba za účelem prodeje

Podle funkce:

- Rozpojovací zásoby – tvořené zásobníkem
 - o Obratová, která vzniká jako důsledek nákupu, výroby nebo dopravy v dávkách
 - o Pojistná, která zmírňuje náhodné výkyvy ať už na vstupu nebo na výstupu
 - o Vyrovnávací, které pohlcují malé kolísání mezi po sobě jdoucími dílčími procesy
 - o Předzásobení, které kryjí kolísání spojené s dodávkami
- Zásoby na logistické trase – materiály, či výrobky konkrétního určení
 - o Dopravní zásoba, tzv. „zboží na cestě“
 - o Zásoba rozpracované výroby. Jde o materiál, který leží před výrobou a postupně se mění na hotovou výrobu.
- Strategické zásoby – zásoby, které zajišťují chod firmy i při kalamitách
- Spekulativní zásoby – zásoby vytvářené firmou záměrně za cílem zisku z výhodného nákupu, či prodeje

Podle použitelnosti

- Použitelné
 - o Přiměřené PZ_p
 - o Nadbytečné $NZ_z = Z - PZ_p$
- Nepoužitelné – zásoby bez funkce, které je lepší nevytvářet, popřípadě prodat

3.6.2 Materiálová dispozice

Plánováním spotřeby, zásob a dodávek lze dosáhnout optimálního zabezpečení dodávkové pohotovosti. Materiálovou dispozici lze zde chápat jako krátkodobé plánování pohotovosti, na základě již zmíněného plánování spotřeby, zásob a dodávek. Při plánování je třeba nepřetržitě sledovat: [13]

- Evidenci spotřeby
- Evidenci stavů zásob
- Evidenci plnění dodávek

3.6.3 Zakázkově orientovaná materiálová dispozice

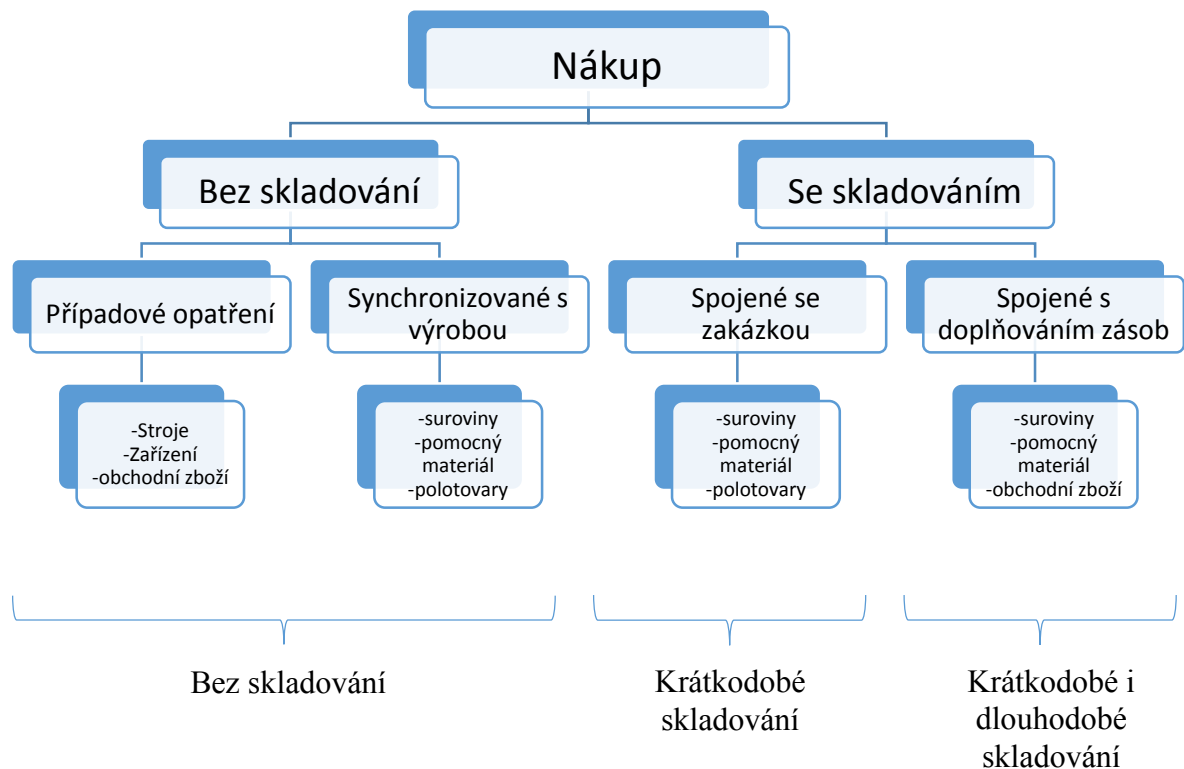
Nástrojem pro řízení materiálové dispozice je zde zákaznická zakázka. Na základě požadované spotřeby jsou sestavovány plány pro výdej materiálu. Požadovaná spotřeba je vyjádřena přesně z hlediska, druhu, množství a termínu. Agregací jednotlivých zakázek vzniká výrobní program, který se sám stává nástrojem pro řízení materiálové dispozice. Materiál je soustředěn formou skladové zásoby před uskutečněním výdeje. Problémem takto orientované materiálové dispozice je neplánovaná mimořádná spotřeba. [13]

3.6.4 Spotřebitelsky orientovaná materiálová dispozice

Dispozice je řízena průběhem spotřeby podle toho, jak ji zaznamenává sklad, či přímé dodávky. Tento druh dispozice je charakterizován nástroji, se kterými pracuje. Tyto nástroje jsou: výše zásob, objednávací rytmus, objednávací množství, bod pro objednání, maximální a pojistná zásoba. [13]

3.7 Opatřování materiálu

Nákup je zaměřen na pohotovému dodání daného statku na dané místo v požadovaném čase a kvalitě. Je však třeba ohraničit rizika spojená s nákupem a zásobami a rozsah nákladů na nákup. Zásoby mohou rizika snižovat, ale v určitých případech tomu může být naopak. Rizika spojená s nedostatkem zásoby jsou např. prostoje strojů, výpadek obratu, odklon zákazníka ke konkurenci. Naproti tomu jsou i rizika spojená s nadbytečnou zásobou. V těchto případech jde například o vysoké náklady na skladování, rizika zastarání materiálu a u těkavých látek také rizika spojená s úbytkem materiálu. [13]



Obrázek 7: Vztah nákupu a skladování dle [13]

V případě nákupu bez skladování a s krátkodobým skladováním je známa přesná spotřeba a tak lze hovořit o skladování bez rizika (viz Obrázek 7). V případě dlouhodobého skladování je spotřeba odhadnuta a dochází tak ke skladování, které je spojeno s rizikem. [13]

3.7.1 Případové opatřování

Jde o opatřování, které je nezávislé na výrobě. Tímto způsobem firma získává investiční zboží a obchodní zboží dle odběratelských požadavků. Probíhá zde proces nákupu, kdy na počátku je třeba určit potřebu zboží. To se liší druhem, provedením, množstvím a kvalitou. Dále je třeba vybrat nejlepší nabídku a na základě ověření hospodárnosti je rozhodnuto o realizaci nákupu pro konkrétní případ. [13]

3.7.2 Opatřování synchronizované s výrobou

Jde o opačný extrém k předchozímu případu. V tomto druhu opatřování nedochází v ideálním případě k vytváření zásob. Velmi se zde využívají principy jako Just-In-Time a KANBAN. Toto pojetí pracuje s myšlenkou nákupu, který bude přesně odpovídat

výrobnímu plánu na daný den, nebo období. Je zde úmyslně zmíněno, že se jedná o výrobní plán a ne konkrétně o zakázku, neboť kromě zakázky může tento přístup pokrývat např. požadavky na doplnění odbytových skladů apod. Pro úspěšnou realizaci systémů tohoto typu jsou tyto předpoklady: [13]

- Znalost přesné potřeby k okamžiku (den, hodina) dodání
- Absolutní spolehlivost dodavatele
- Dostatečná blízkost dodavatele
- Dokonalá komunikace s dodavatelem

Povinnost vytvářet zásobu se tak plynule přesouvá na předchozí článek logistického řetězce, tedy na dodavatele. Ten musí mít dostatečnou před zásobu, aby byl schopen rychle a logisticky efektivně pokrýt veškeré požadavky odběratele. [13]

3.7.3 Opatřování spojené se zakázkou

Tento typ systému je typickým pro nízkosériovou výrobu módního zboží. Dodání materiálu je odvozeno od spotřeby, kterou lze odvodit např. z kusovníku. Tento typ opatřování umožňuje vytvářet před samotnou výrobou zásobu v případech, kdy není možné zajistit dostatečné množství materiálu v požadovaném čase najednou. Zboží je tak ve skladu shromažďováno postupně. Příkladem může být výroba limitovaných edic cigaret v rámci letních festivalů, kdy je třeba zajistit minimální zásah do běžné výroby. [13]

3.7.4 Opatřování spojené s doplňováním zásoby

Tento způsob opatřování je doménou zejména v podnicích, kde probíhá kontinuální výroba velmi podobných výrobků. V takovém případě nelze reagovat přímo na zakázky, ale je zde nutnost vyrábět na sklad. Podnik tak zajistí nepřetržité fungování výroby i za cenu rizik spojených se skladováním. Rizika se liší od druhu podniku. Obecně je možné setkat se s rizikem úbytku, nepotřebnosti, zkázy materiálu apod. [13]

3.8 Poptávka

3.8.1 Prognóza poptávky

Na plánování výroby má značný vliv právě měnící se poptávka. Pro komplexní plánování v rozsahu celé společnosti je důležité prognózovat budoucí vývoj. Existující

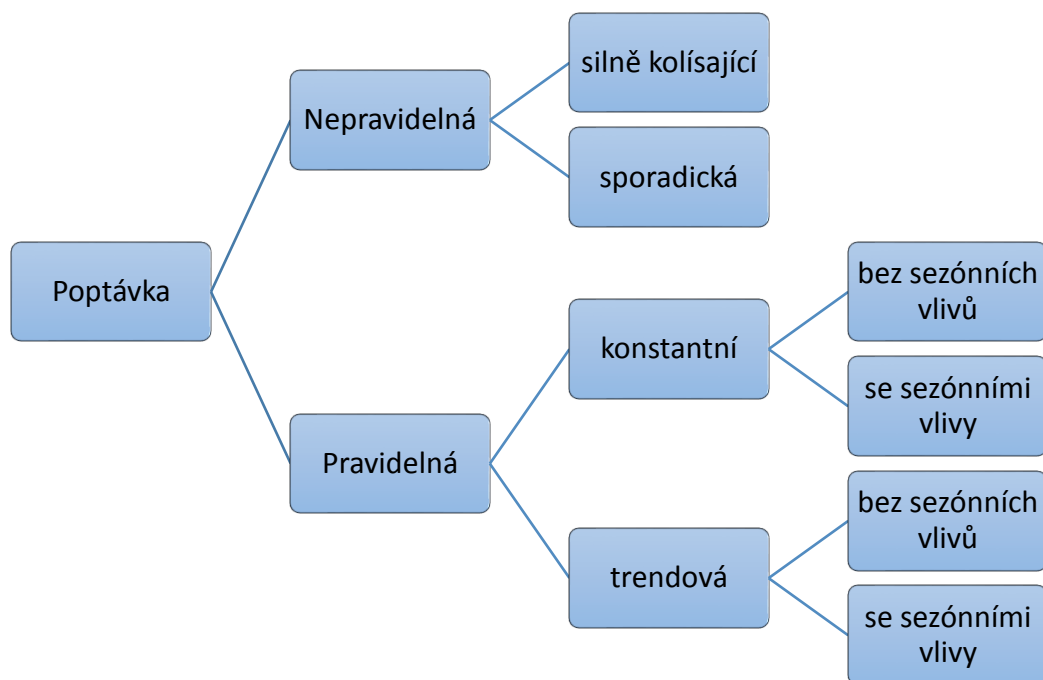
prognostické modely fungují na analýze časových řad, které udávají průběh poptávky v minulosti, a podle nich poté předpovídají budoucí vývoj. Při použití některého z těchto modelů je nutné brát v potaz tyto kroky. [13]

- Nalezení znaků charakteristických pro časovou řadu
- Volba prognostického modelu
- Stanovení koeficientů pro model
- Propočet prognózovaných hodnot na základě modelu
- Kontrola a hodnocení vývoje použitého modelu

Časové řady mají obvykle čtyři hlavní komponenty, podle nichž lze stanovit jejich hlavní charakteristiky a znaky. [13]

- Dlouhodobý trend
- Střednědobé cyklické kolísání
- Sezónní kolísání
- Náhodné kolísání

Různé typy poptávky lze znázornit následující ilustrací (Obrázek 8)

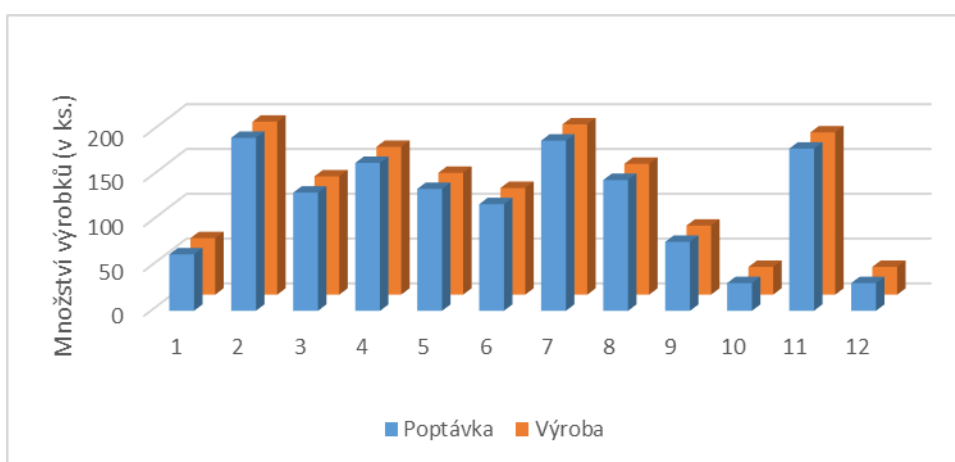


Obrázek 8: Typy průběhu poptávky dle [13]

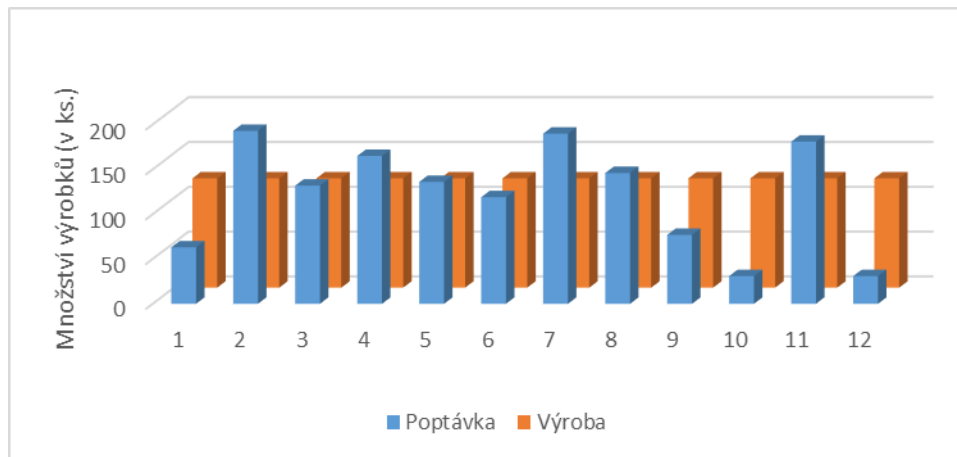
3.8.2 Synchronizace výroby s poptávkou

Pokud se mluví o synchronizaci výroby s poptávkou, je vždy kladen důraz na to, zda se mluví o krátkém, nebo dlouhém období. V krátkém plánovacím období je výrobní množství vždy identické s poptávkou. To je dáno tím, že podnik vždy pružně reaguje na konkrétní zakázku. Toto plánování má však úskalí v tom, že podnik musí být schopen reagovat i na maximální poptávku a tomu musí odpovídat personální a technické zajištění. Stejný problém je i se zajištěním materiálových vstupů, kde může docházet k výkyvům z hlediska času i množství. Podnik se tak musí připravit na kolísání variabilních nákladů, přestože bude v rámci logistiky a skladování efektivní a bude nejbližší dnes populárnímu principu „*Just-In-Time*“ (viz Graf 1). [13]

Opakem tohoto přístupu může být přístup nezávislý na poptávce. V krátkých obdobích je výroba konstantní a poptávce se nepřizpůsobuje. Tento přístup má vyšší nároky na skladování. Na druhou stranu je zde díky konstantním dávkám možné maximálně optimalizovat výrobní proces z hlediska intenzity. Podobně je možná optimalizace z hlediska personálního a technologického zajištění. Stejně jako v předchozím případě, má i tento přístup své zápory. Tyto zápory spočívají právě v neefektivním spravování logistiky, kdy v určitém období, kdy poptávka převyšuje konstantní výrobu, dochází ke zpoždění dodávky a v případě nižší poptávky jsou zde zvýšené náklady na skladování (viz Graf 2). [13]



Graf 1: Výroba synchronní s poptávkou dle [13]



Graf 2: Výroba nezávislá na poptávce dle [13]

3.9 Skladová zásoba

3.9.1 Analýza ABC

Analýza vychází z Paretova pravidla, které říká, že 80 % zisku tvoří 20 % zákazníků. Tohoto principu lze využít i ve skladu pro popis jednotlivých zásob a určit tak, kolik procent zásob vydělává a kolik jen „zabírá místo“. [15]

Prvním krokem analýzy je seřazení jednotlivých zásob podle jejich hodnoty prodeje, nebo podle toho, jak se podílejí na zisku. V dalším kroku jsou pak porovnávány rozdíly u položek s nízkým a vysokým prodejem a podle toho je pak volena správná politika řízení zásob. [15]

Z rozdělení položek do skupin A, B a C pak vyplývá, že položky A představují malé množství produktů, ale významné množství z hlediska všech prodejů. Položky skupiny B představují vyšší zastoupení produktů, ale menší zastoupení z hlediska všech produktů a konečně položky C představují podstatnou část zásob, avšak jejich podíl na prodejích je mizivý. V praxi může být použito více kategorií, jako např. kategorie pro zásoby, které se neprodaly vůbec. Podle významnosti prodeje by měla být jednotlivým skupinám věnována pozornost z hlediska kontroly. U položek A by měl být stav zásob kontrolován denně, u položek B týdně a položkám C je vhodné věnovat nejméně pozornosti. [15]

Z hlediska zákaznického servisu by opět měla být věnována největší pozornost položkám, které mají největší podíl na zisku, a nejméně by se mělo věnovat položkám, které nevydělávají. [15]

3.9.2 Optimální množství skladové zásoby

Optimální množství skladové zásoby je cíl, ke kterému vede cesta skrz metody operačního výzkumu. Problémem je ekonomická stránka věci. V rámci optimalizace je kladena pozornost na tři hlavní činitele. Těmi jsou: [5]

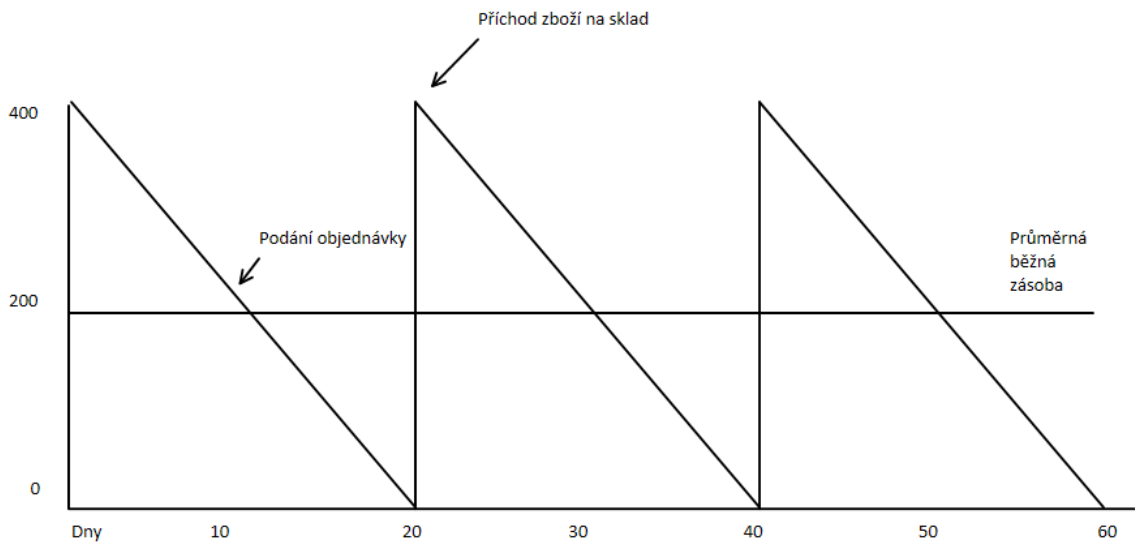
- Skladovací náklady
- Dodací náklady
- Náklady nedostatku

Skladovací náklady jsou např. náklady na skladové prostory, ztráty ze skladování, úroky, manipulaci, pojištění, údržba, náklady na infrastrukturu apod. Skladovací náklady jsou úměrně průměrným množstvím zásob. [13]

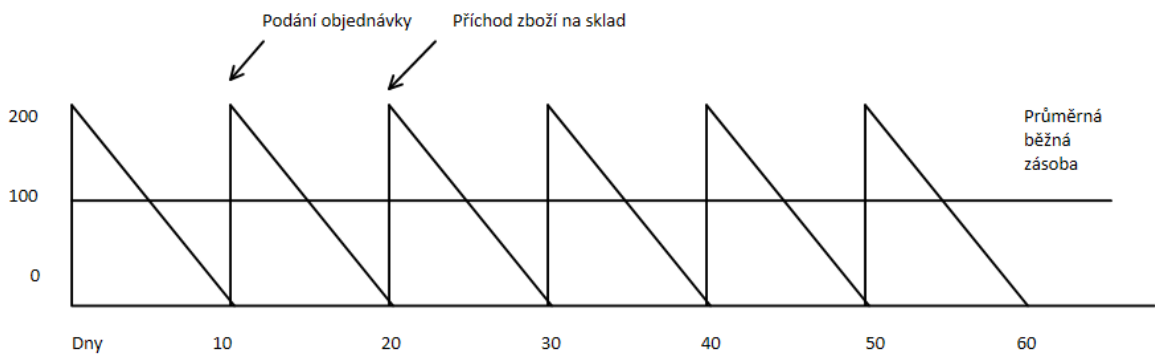
Dodací náklady jsou např. náklady spojené s opatřením činnosti, náklady na objednání od okamžiku zjištění požadavku až po realizaci příjmu zboží [13]. Tyto náklady vzrůstají s cenou každé skladované položky a také jsou závislé na objednacím množství. Tato závislost je daná tak, že když objednacím množství klesá, náklady na opatření rostou. [5]

Náklady nedostatku mají charakter nákladů spojených s chybějícím materiálem, zboží, polotovaru apod. kdy tento nedostatek vznikl špatným plánováním zásob. Může se jednat o náklady ve formě pokut, ušlý zisk, ztráta goodwillu apod. [13]

V podmínkách jistoty platí pravidlo, že když skladové náklady klesají tak dodací náklady rostou, neboť je objednáno menší množství ve větším počtu dodávek (Obrázek 10). Stejný princip funguje i naopak kdy vyšší skladovací náklady znamenají větší dodávky s nižší frekvencí (Obrázek 9). V podmínkách jistoty však funguje ještě vztah mezi skladovacími náklady a náklady nedostatku. Jinými slovy v podmínkách nejistoty má manažer dvě možnosti. Buď bude držet pojistnou zásobu, čímž zvýší skladovací náklady, nebo bude riskovat potenciální zastavení výroby z důvodu nedostatku zásob. [15]



Obrázek 9: Příklad vyššího objednáčného množství s nižší frekvencí dle [15]

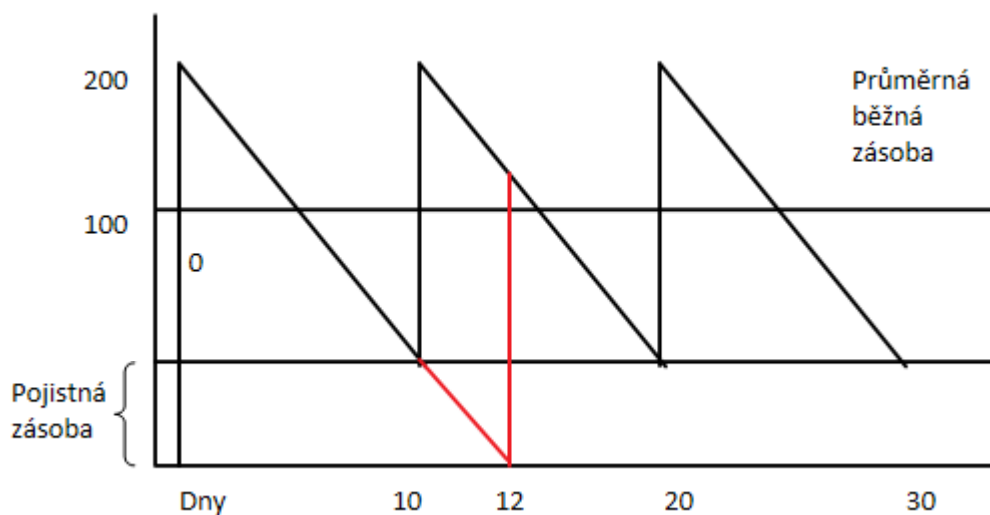


Obrázek 10: Příklad nižšího objednáčného množství s vyšší frekvencí dle [15]

3.9.3 Pojistná zásoba

Pro praktickou část práce je třeba zmínit co je to pojistná zásoba. O takové zásobě se mluví tehdy, je-li poptávka po produktu konstantní, ale dodací lhůta se může měnit. Tato zásoba má za úkol vyplnit případnou mezeru mezi dodávkami, která může vzniknout. Je poté na uvážení manažera, jak velká má tato zásoba být. Zásoba se určuje v časových jednotkách, neboť poptávka je konstantní a lze tak spočítat kolik kusů zboží bude za časovou jednotku

odebráno. Pojistná zásoba je pak ekvivalentem doby zpoždění dodávky. Průběh čerpání zásob se zpožděnou dodávkou je vyjádřen na následujícím grafu (Obrázek 11). [15]



Obrázek 11: Příklad zpožděného čerpání zásob dle [15]

3.9.4 Výpočet pojistné zásoby

Optimální množství pojistné zásoby, které bude dostatečné pro uspokojení konkrétní úrovně poptávky lze stanovit na základě počítačové simulace nebo za pomoci statistických metod. Při použití statistických metod je třeba brát v potaz dva faktory – variabilitu poptávky a variabilitu frekvence doplnění zásob. [15]

- variabilita poptávky:

$$\sigma_S = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{n - 1}}$$

- kde: σ_S = směrodatná odchylka denního prodeje
 f = četnost stejného denního prodeje
 d = odchylka od střední hodnoty
 n = počet pozorování

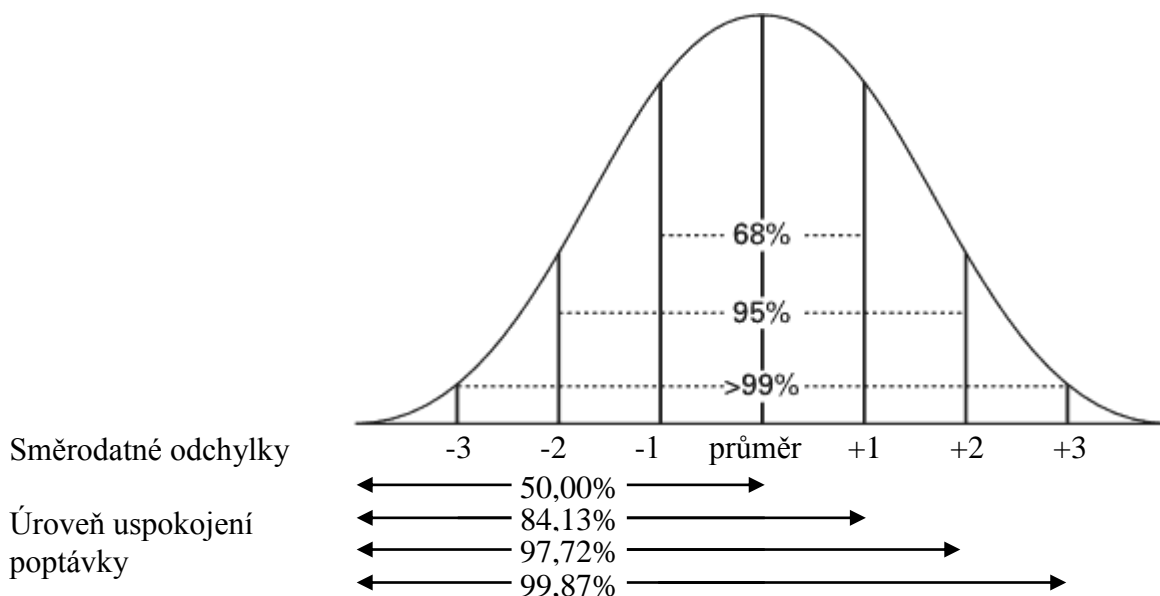
- variabilita frekvence doplnění zásob – používá stejný vzorec, pouze vychází z jiných dat

Celkovou pojistnou zásobu potřebnou pro pokrytí variability poptávky a variability frekvence doplnění zásob lze zjistit pomocí následujícího vzorce: [15]

$$\sigma c = \sqrt{\bar{R}(\sigma S^2) + \bar{S}(\sigma R^2)}$$

- kde: σc = jednotky pojistné zásoby pro uspokojení 68 % pravděpodobností
 σS = směrodatná odchylka denního prodeje
 \bar{S} = průměrný denní prodej
 σR = směrodatná odchylka frekvence doplnění zásob
 \bar{R} = průměrná frekvence doplnění zásob

Gaussova křivka na následujícím obrázku (Obrázek 12) zobrazuje úroveň uspokojení poptávky v případě odchýlení se od průměru o velikosti až tří směrodatných odchylek. Pojistná zásoba je vytvářena na pravé straně Gaussovy křivky, kde je hodnota poptávky vyšší než průměrná hodnota. Z obrázku tak vyplývá, že držení zásoby o velikosti jedné směrodatné odchylky pokryje 84,13 % případů. [15]



Obrázek 12: Normální Gaussovo rozložení dle [15]

3.9.5 Optimální objednávací množství

Pro výpočet optimálního dodacího množství se užívá model známý jako Economic Order Quantity zkráceně EOQ. [15]

Cílem modelu je stanovení množství, které bude vyhovovat minimálním objednacím a skladovacím nákladům. [13]

Předpoklady jednoduchého modelu EOQ: [15]

- Nepřetržitá konstantní a známá výše poptávky
- Známa a konstantní doba doplnění zásob nebo celková doba doplnění zásob
- Konstantní nákupní ceny bez závislosti na objednávaném množství či době objednávky
- Veškerá poptávka je uspokojena
- Neexistence zásob na cestě
- Jedná se o položku zásob nezávislou na poptávce, či na jiných produktech
- Nekonečný plánovací horizont
- Neomezená dostupnost kanálu

Vzorec pro výpočet optimálního množství pomocí jednoduchého modelu EOQ: [15]

(Následující vzorce spojené s EOQ a jeho komponenty jsou citovány z různých knih, a převedeny na stejné označení proměnných, jaké je v prvním uvedeném vzorci.)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times P \times D}{C \times V}}$$

kde: P = náklady na 1 objednávku (objednací)

D = roční spotřeba produktu (jednotky)

C = roční náklady na udržování zásob

V = hodnota jednotky zásob nebo průměrné náklady

Objednací náklady P lze spočítat pomocí následujícího vzorce, kde E je fixní náklad na jednu objednávku, D je roční spotřeba Q je objednávané množství. [13]

$$P = E \times \frac{D}{Q}$$

Podobně je možné vypočítat hodnotu N_s , tedy náklady na skladování kdy je vzorec pro k -tou jednotku ve sledovacím období následující. [13]

$$N_s = \frac{Q}{2} \times V \times C$$

Minimální dosažitelné náklady N_{min} pak spočítáme pomocí vzorce: [16]

$$N_{min} = \sqrt{2 \times P \times D \times C \times V}$$

Naplnit všechny požadavky se v praxi podaří jen v málo případech. Často nejsou přesně známy náklady a celková doba doplňování zásob či poptávka nebývají konstantní. Model tak bývá užíván v komplexnější formě, kdy je doplněn o v nákupu běžně užívané prvky, jako jsou přepravní sazby, nebo množstevní sleva. [15]

Pro určení maximálního množství, při kterém zůstává zachován nárok na slevu a je zároveň ekonomické, lze použít tento vzorec: [15]

$$Q^1 = 2 \times \frac{rD}{C} + (1 - r) \times Q^0$$

Kde: Q^1 = hledané množství
 r = procento snížení ceny při množstevní slevě
 D = roční poptávka (jednotky)
 C = procento nákladů na udržování zásob
 Q^0 = vypočtené EOQ při běžné ceně

3.9.6 Optimalizační přístupy rozmístění skladové zásoby

Východiskem optimalizace rozmístění skladové zásoby jsou skladovací strategie. Dalšími možnostmi je zvyšování kapacity dopravních prostředků, nebo vyskladňování a

uskladňování v rámci jednoho cyklu. Důležitým hlediskem pro správné rozmístění je volba míst pro uskladnění. Skladovací strategie vychází z těchto metod: [2]

- Metoda pevného ukládání – Pevné ukládání znamená, že každá skladová položka má přesně určenou svoji pozici. Výhodou této metody je bezpochyby přehlednost a snadná vyhledatelnost položky ve skladu. V rámci moderních automatizovaných skladů se však o výhodě mluvit nedá. Oproti tomu nevýhodou této metody je omezení, které z ní plyne. Nelze zde pružně reagovat na skladové požadavky. Maximální zásoba se vždy musí vejít do přiděleného místa.
- Metoda záměnného ukládání – Záměnné ukládání kompenzuje výše zmíněnou nevýhodu. Položky jsou ukládány tam, kde je zrovna místo, pokud toto místo vyhovuje požadavkům na skladování (nosnost, teplota apod.). Vzhledem k tomu, že doplňování a odebrání ostatních položek probíhá v různých frekvencích, je zde možné lépe využít místo a tak pro tento druh skladování stačí menší kapacita skladu. Nevýhodou této metody může být nevýhodné postavení více frekventovaných položek vůči výdejnímu místu.
- Metoda skladových zón – Skladové zóny jsou řešením výše zmíněného problému s nevýhodným postavením položek s vysokou frekvencí odběru. Sklad se rozdělí do zón z hlediska četnosti odběru a tyto zóny jsou pak záměnným způsobem zaplňovány položkami dle jejich průměrné frekvence odběru. Tento způsob tak lépe využívá výhody záměnného skladování, nicméně jednotlivé zóny musí být dimenzovány tak, aby vykryly případnou špičkovou zásobu daných položek. Z toho vyplývá, že je zde potřeba vyšší kapacita skladu.
- Metoda tzv. dynamických zón – Dynamika přidaná do skladových zón znamená, že se charakteristiky jednotlivých položek mohou časem měnit a to v závislosti na strategii objednávek a strategii řízení zásob. Tyto změny mohou způsobit změnu příslušnosti položky do konkrétní zóny. Se změnami příslušnosti se periodicky přizpůsobují i hranice zón a potřeba skladové kapacity klesá. Nevýhodou, která z této metody vyplývá, je individuální chování skladové položky, které se může odchýlit od průměru a položka pak zabírá v zóně místo, které by za stejnou dobu mohlo být využito vícekrát.
- Metoda přípravného vyskladňování – Prostoje manipulační techniky, pokud existují, mohou být využity pro přípravu položek, které přijdou brzy na řadu. Řeší se tak

nevýhoda předchozí metody. Položky jsou vyskladňovány podle pořadí, jak budou odebírané do blízkosti předávacího bodu. Urychlí se tak samotné předání položek. Nevýhodou je pracnost, která narůstá spolu s přeskladňováním.

- Metoda předvídajícího uskladňování – Tato metoda počítá již při uskladňování položky s tím, kdy tato položka přijde na řadu a podle toho je jí přiděleno odpovídající místo. Dále je zde brán zřetel na to, jestli v brzké době nebude uskladňována položka, která bude vyskladňována ještě dříve. Z toho vyplývá, že jsou zde vysoké požadavky na prognostická data a plánování. Cílem metody je minimalizace skladových operací pro místa s nejvyšší výhodností umístění.

3.10 Skladová logistika

Nedílnou součástí každého logistického systému je právě skladování. V rámci podniku se jedná o uskladňování surovin, materiálu, polotovarů, zboží apod. mezi místem jejich vzniku/dodání a místem jejich spotřeby. [15]

Z hlediska Just-In-Time představuje skladování přerušení plynulého toku výroby, čímž rostou náklady na výrobní proces a vzniká muda (viz kapitola 3.5). [12]

Skladování hraje významnou roli v boji o zákazníka. Zajišťuje totiž potřebnou úroveň zákaznického servisu při minimálních možných nákladech. [2]

3.10.1 Funkce skladu

Přesun produktů, přenos informací a uskladnění produktů jsou tři základní funkce skladování. Nejvyšší důraz je kladen na funkci přesun produktů, protože podniky mají všeobecně tendenci zvyšovat obrat zásob a urychlit pohyb zboží od výroby po expedici. Popis jednotlivých funkcí: [15]

- Přesun produktů – funkci lze dále rozdělit na menší celky, které již svým názvem vysvětlují, o co se jedná. Jsou to: příjem zboží, transfer nebo ukládání, kompletace zboží podle objednávek a překládka zboží
- Přenos informací – informace o stavu zásob, stavu zboží, umístění zásob, pohybu zboží, dodávkách, zákaznících, využití personálu a skladového prostoru jsou životně důležité pro správný a efektivní provoz skladu. Přenos takového kvanta informací s sebou nese vysokou administrativní zátěž. Proto podniky přechází na počítačové systémy pro přenos informací.

- Uskladnění produktů – v rámci uskladnění existuje základní dělení na tzv. "přechodné uskladnění" a "časově omezené uskladnění". Přechodné uskladnění je takové uskladnění, kdy je možné jen nezbytné doplňování zásob. Obrátka zásob u tohoto druhu uskladnění nehraje roli. Jediné co zde hraje roli je model logistického systému a variabilita poptávky a dodacích dob dodavatelů. Časově omezené uskladnění proti tomu funguje na principu tzv. "bufferů", neboli nárazníků, které mají pomoci kompenzovat výkyvy spojené s kolísáním poptávky, sezónností poptávky, úpravou výrobků, nákupy do zásoby a zvláštními podmínkami obchodu.

3.10.2 Velikost skladu

Velikost skladu lze vyjádřit jako skladovou plochu v m² nebo jako objem skladového prostoru v m³. Často udávaná hodnota plochy tak nevyjadřuje úplnou kapacitu skladu, protože není jasné, do jaké výšky je možné materiál skladovat. Při vyjádření objemu se uvažuje celkový objem prostoru skladu. Při analýze skladových prostor je důležité kritérium – procento využití skladových prostor vůči celkové velikosti skladu. Procento využití lze počítat jak z hodnot plochy, tak z hodnot objemu. Vzorce pro výpočet efektivity využití skladového prostoru vypadají takto: [2]

- objem skladového prostoru, kdy se za špatný výsledek považuje hodnota nižší než 20 %

$$VSP = \frac{\text{skutečný objem využitého prostoru v m}^3}{\text{skutečný objem dostupného prostoru v m}^3}$$

- plocha skladového prostoru

$$VSP = \frac{\text{skutečná plocha využitého prostoru v m}^2}{\text{skutečná plocha dostupného prostoru v m}^2}$$

Pro stanovení vhodné velikosti skladu je třeba brát v úvahu tyto faktory: [2]

- vybavení skladu
- úroveň zákaznického servisu
- počet a rozměry skladovaných položek
- doba výroby produktu

4 Vlastní práce

4.1 Představení společnosti

Toyota Peugeot Citroën Automobile, neboli T.P.C.A. s.r.o. je automobilovou společností, jež vznikla jako joint-venture firem PSA (Peugeot Citroën) a TMC (Toyota Motor Corporation). Společnost sídlí v průmyslové zóně Kolína, kde byla vystavěna na 124 hektarech v roce 2002. Spojení za účelem pokrytí segmentu malých městských vozů s nízkou spotřebou a nízkými emisemi dalo vzniknout vozům Peugeot 107, Citroen C1 a Toyota Aygo. Výroba začala v roce 2005 a od té doby automobilka produkuje kolem 300 000 aut ročně. Tržby kolem 50 miliard ročně staví T.P.C.A. na pozici jednoho z největších exportérů v České Republice.



TOYOTA PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILE

Obrázek 13: Logo společnosti

4.1.1 Toyota Motor Corporation

Průmyslové impérium, jež vystavěl Sakshi Toyoda na vynálezu tkalcovského stavu slavilo největší úspěch v 19. století. Do automobilového průmyslu zavedl společnost syn Sakichiho Toyody Kiichiro. Ten v roce 1935 vyrobil první prototyp modelu A1. Společnosti Toyota Motor Corporation byla založena roku 1937. Původní název společnosti byl pro špatnou výslovnost změněn z Toyoda na dnes známe Toyota. Logo společnosti má pak představovat písmeno T.

V Evropě začala Toyota prodávat oficiálně až v roce 1963 a od té doby se stala opravdovým gigantem. Toyota, jakožto největší japonský výrobce sdružuje známé značky Lexus, Daihatsi a Scion. Prodejem těchto značek získala Toyota postavení největšího výrobce automobilů na světě. Úspěch společnosti spočívá ve výrobním systému, který je postaven na vysoké efektivitě, nekompromisní kvalitě a důmyslné organizaci práce. Systém je známý jako Toyoto Production System a je inspirací pro všechny ostatní výrobce. Společnost vlastní více než 50 závodů v bezmála 30 zemích světa.

4.1.2 PSA Peugeot Citroën

Peugeot

Společnost Peugeot vznikla již v roce 1810 a od svého založení prošla výrobou různých produktů. Od mlýnků na kávu přes pily na dřevo se společnost v roce 1889 dostala k výrobě automobilů. Toho roku také vznikl první model automobilu, jež byla tříkolka na parní pohon pod názvem Serpollet-Peugeot. O rok později byla tříkolka modifikována do čtyřkolé verze s benzínovým motorem pod názvem Peugeot Type 2.

Citroen

André Citroën založil svou značku v roce 1912 a podnik postavil na výrobě ozubených kol v továrně Engrenages Citroën. O sedm let později zahájil výrobu malých jednoduchých aut. V roce 1919 tak vyjel z jeho továrny první model této značky, pod označením Type A.

Koncern

Spolupráce obou značek začala v roce 1974, kdy Peugeot posílil svůj vliv a získal 30% podíl ve společnosti Citroën. Během následujících dvou let pak převzal podnik úplně. Spojení slavilo úspěch, když se koncern stal v následujících letech jedním z největších výrobců automobilů v Evropě i na světě. I dnes se jedná o významného hráče ve světě automobilového průmyslu a to především díky tradici obou značek, kdy si každá značka zachovává vlastní tvář. Zvýšený zájem o vozy koncernu stál za expanzí automobilky do střední a východní Evropy, kde šlo o vybudování nových výrobních kapacit a to jednak v Kolíně ve spolupráci s TMC a poté ještě v Tmnově.

4.1.3 Součásti továrny

Lisovna

Na samém počátku výrobního procesu továrny je zpracování surového materiálu v podobě ocelových svitků. Svitky dodávají čtyři dodavatelé, a jsou objednávány pomocí KANBANu. Tohoto materiálu se denně spotřebuje na 180 tun. Operace, které zde probíhají, jsou nastříhání svitku na přístřihy a poté lisování přístřihů. Celkem se zde lisuje 51 dílů, které jsou v následných procesech přeměněny na kompletní automobil.

Rozloha lisovny činí 19 600m² a na této ploše se denně pohybuje 133 zaměstnanců a nachází se zde stroj na nastříhání svitku a dvě lisovací linky, z nichž každá pracuje se čtyřmi lisami. Kadence lisování je různá podle vyráběného dílu stejně jako lisovací tlaky.

Pro tuto práci se jedná o stěžejní část továrny, neboť je to jediné místo, kde se nachází sklad polotvarů se zásobou dílů delší než dvě směny. Samotný sklad bude více popsán v následující kapitole.

Svařovna

Poté, co je surový materiál zpracován přichází na řadu oddělení svařovny, kde provedením 2220 svárů vznikne torzo automobilu. Sváry vytváří automatizované robotické jednotky, které provádí sváry s přesností na desetinu milimetru. Na svařovně pracuje cca 200 robotů a k tomu ještě 511 zaměstnanců.

Svařovna pracuje se skladem lisovny, ze kterého odebírá materiál podle aktuálního výrobního plánu. Zatímco lisovna vyrábí na sklad, svařovna vyrábí vozy přesně v pořadí, jak jsou objednávané.

Lakovna a finální montáž

Na dokončení automobilu pracuje nejdříve lakovna, která disponuje vypalovací pecí, která vypálí lak při teplotě 190 °C. O lakování se stará zhruba 370 zaměstnanců. Následná finální montáž se odehrává na oddělení, které je rozlohou největší a zabírá 35 100m². Zde 1221 zaměstnanců zajistí namontování motoru, náprav, výfuku, vnitřního vybavení, vnějších doplňků atd. Následně každý vůz projde technickou kontrolou.

4.2 Lisovna z pohledu logistiky

Předmětem zájmu diplomové práce je oddělení lisovny. Jedná se totiž o jediné oddělení v rámci procesu, kde existují sklady s polotovary, které jsou dimenzované na několika směnnou zásobu. Co se týče skladů, vyskytují se zde čtyři.

- **Sklad ocelových svitků** – Základní materiál pro výrobu je do firmy dovážen kamionovou dopravou. Do skladu vstupuje bránou X a je zde ukládán se zásobou vždy jednoho svitku. V následném procesu je svitek přepraven na stříhací linku a je celý rozstříhán do posledního metru. Při vstupu na linku je vždy objednan nový svitek, kdy dodací doba činí dvě výrobní směny.
- **Sklad přístřihů** – Po nastříhání svitku vstupuje materiál v podobě přístřihů do skladu přístřihů. Jedná se o první větší sklad v rámci oddělení. Je zde uloženo

průběžně několik tisíc přístřihů pro každý výrobní program. Jedná se o regálový sklad

- **Sklad lisovacích forem** – Ač se nejedná o sklad výrobků, nebo rozpracované výroby, zabírá sklad lisovacích forem značnou část oddělení. Každý z programů má svůj set forem, kdy většina programů potřebuje čtyři sady forem a některé jen tři.
- **Sklad výlisků** – Zásadním skladem je sklad výlisků, jenž je rozlohou největší a zaujímá prostor mezi oddělením lisovny a svařovny. Je zde na velké ploše uskladněno více než 1170 palet dílů. Sklad je dělen na tři základní části a poskytuje kompletní sortiment dílů pro svaření základní kostry automobilu.

4.2.1 Tok materiálu oddělením

Pro znázornění toku materiálu oddělením (Obrázek 14, Příloha 7) byl vybrán pro ilustraci program 40. Jedná se o vnitřní přední podběhy, které jsou pro všechny vyráběné modely stejné. Zároveň se jedná o párový díl, což znamená, že při lisování se jedním „bouchnutím“ vyrobí levý i pravý podběh zároveň.

Cesta materiálu začíná v externím skladu Mi King v Kolíně, kde je materiál objednan zhruba 10 hodin předem. Samotné vychystání materiálu poté trvá 9 hodin a přeprava do TPCA zabere další hodinu. Po deseti hodinách od objednávky tedy materiál v podobě ocelového svitku vstupuje do továrny. Zde je uložen do skladu svitků. V TPCA figurují čtyři dodavatelé. Jsou to: Arcelor, Voestalpine, Posco a Thyssen. V tomto případě se jedná o dodavatele Posco.

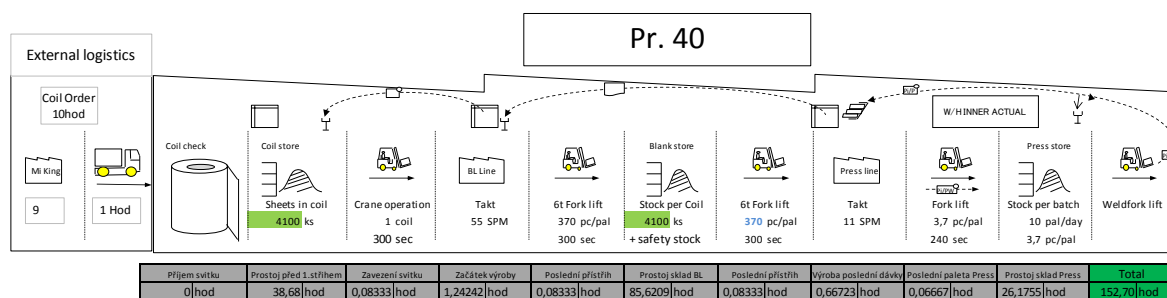
Zpracování materiálu začíná v okamžiku, kdy dorazí objednávka prostřednictvím kanbanu, který je předán ve chvíli, kdy množství přístřihů ve skladu přístřihů dosáhne signálního množství. V tu chvíli je jeřábem svitek zavěšen do stříhací linky a je z něho nastřiháno v průměru 4100 ks přístřihů. Ty jsou na paletách o kapacitě 370 ks převezeny do skladu přístřihů. Převoz je prováděn ještěrkou.

Dalším krokem zpracování je samotné lisování, tedy hlavní proces celého oddělení. K lisování sledovaného materiálu dochází poté, co jsou odebrány veškeré přístřihy z předchozího svitku. Signálem pro lisování je opět signální množství ve skladu, které doprovází předání kanbanu. Při lisování je však nutné plánování výroby, neboť slabým místem výroby je jeřábové navážení forem, které trvá 50 minut a výroba jednoho programu tak nesmí být kratší, než tento minimální čas, jinak dochází k nárůstu neefektivního

nevýrobního času. Materiál je postupně navážen na linku, odkud je těchto 4100 ks vylisovaných dílů převáženo ještěrkou do skladu výlisků.

Dalším procesem je převoz dílů na svařovnu. Tam jsou odvezeny díly ze sledovaného svitku až poté, co jsou odebrány všechny díly vyrobené z předchozího svitku.

Tok materiálu oddělením trvá v tomto ilustračním případě 152 výrobních hodin. Poté materiál pokračuje oddělením svařovny a lakovny až na oddělení finální montáže, odkud vyjede kompletní automobil připravený na prodej.



Obrázek 14: Tok materiálu oddělením - vlastní zpracování

4.2.2 Cíle oddělení

Dlouhodobým cílem oddělení lisovny je snižování nákladů. Tento cíl je naplňován skrz ubírání pracovních pozic, šetření energií, používání levnějších variant balících materiálů, jako jsou fixační pásky, výběr levnějších dodavatelů služeb apod. Všechny tyto aktivity jsou však prováděny s ohledem na kvalitu, která je v rámci celého podniku vždy na prvním místě.

Kromě šetření nákladů je zde cílem zefektivnění procesů výroby, skladování, ukládání materiálu, ukládání náhradních dílů, skladování nebezpečných látek, nakládání s kovovým odpadem apod. Na tomto zefektivňování se podílejí zaměstnanci prostřednictvím tzv. „kroužků kvality“, které slouží jako nástroj pro zdokonalování pracovního prostředí, výrobního procesu a jako vedlejší efekt dochází ke zdokonalování pracovníků samotných.

Z hlediska logistických cílů je zde snaha především snížit skladovou zásobu v rámci celého oddělení. Jak již bylo výše napsáno, toto oddělení je jediné, které nefunguje na principech Just-In-Time. Dlouhodobou snahou je tak snižovat skladovou zásobu, zefektivnit a především zkrátit dobu závozu z externího skladu a nastavit výrobu tak, aby bylo co nejméně materiálu v rozpracované výrobě. Ruku v ruce se snižováním skladové zásoby je i

spolupráce mezi odděleními (interně „shopy“). Sklad výlisků leží mezi odděleními lisovny a svařovny a díky své pozici je strategickým místem z hlediska vyjednávání mezi oběma shopy. Ze strany svařovny chodí požadavky na vyčlenění prostoru ve skladu, pro plánované nové procesy. Ze strany lisovny je pak snaha těmto požadavkům vyhovět tak, aby nedošlo k narušení plynulosti provozu ve skladu. Sklad je tak zrnko mezi mlýnskými koly, kde mají obě strany své zájmy. K těmto cílům bude přihlíženo i při optimalizačních návrzích práce.

4.2.3 Analýza využití skladového prostoru skladu výlisků.

Skład výlisků se nachází mezi linkou lisovny a linkou svařovny. Při rozdělení na části je zde část vychystávání výlisků na automatické dopravníky. Zde obsluha nakládá na vozíky přední blatníky podle značek v takovém pořadí, v jakém jedou karoserie aut na lince. Jedná se o proces, který již patří oddělení svařovny. Sklad je pro tento proces uzpůsoben a v jeho blízkosti jsou skladovány pouze díly, které jsou v tomto prostoru vychystávány. V této části skladu jsou uloženy blatníky a podběhy na všechny vyráběné modely. Dále je zde část nazývaná jako válečková dráha, kde jsou uloženy pouze bočnice na všechny modely. Válečková dráha je velmi rozsáhlá část skladu, kde jsou ukládány ty největší palety a to takovým způsobem, že zde nejsou zapotřebí uličky. A konečně třetí a největší část, kde je skladován zbytek dílů, včetně náhradních a servisních. Schéma skladu včetně popisků viz Příloha 1.

Z hlediska využití skladového prostoru je třeba brát na tyto části zřetel. Nemá totiž velký význam zahrnovat do výpočtu válečkovou dráhu, neboť se jedná o samostatný prvek, kde o úpravě z hlediska přesunu nebo přepracování nemůže být, vzhledem k nákladnosti a náročnosti, řeč. Stejně tak není zapotřebí brát v potaz prostor vymezený pro svařovnu.

Celková rozloha skladu je 4376 m² z čehož 1500 m² zaujímá právě válečková dráha a 252 m² je vyhrazeno pro proces svařovny. Čistá plocha, která je zde tedy využívána pro samotný sklad včetně uliček, má rozlohu 2624 m².

Ukazatel VSP odhalí procentuální využití celkové plochy skladu. V tomto případě bude tento ukazatel vypočítán pouze pro plochu, nikoliv pro objem. Důvod je prostý. Skladované palety pro jednotlivé výrobní programy mají předepsaný systém skladování, který vychází z toho, jak je s paletami manipulováno v předchozím i následujícím procesu. Palety jsou zde vždy skladovány ve stohu a podle nosnosti je dáno, kolik palet na sobě může být naskládáno.

Čitatel vzorce pro výpočet VSP obsahuje plochu, která je ve skladu pro uložení výrobků vyhrazena. Sklad lisovny je podlažní a rozdělen do uliček (viz Příloha 1), kde každá ulička má po stranách skladovací plochu o různých rozměrech. Délky a šířky těchto ploch jsou následující:

- Ulička J - levá strana - Délka 23,9 m a šířka 1,05 m
- pravá strana - Délka 35,6 m a šířka 1,9 m
- Ulička I - levá strana - Délka 35,6 m a šířka 1,5 m
- pravá strana - Délka 39,4 m a šířka 2,05 m
- Ulička H - levá strana - Délka 39,4 m a šířka 1,9 m
- pravá strana - Délka 39,4 m a šířka 1,75 m
- Ulička G - levá strana - Délka 39,4 m a šířka 1,1 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- Ulička F - levá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,2 m
- Ulička E - levá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,7 m
- Ulička C - levá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- Ulička B - levá strana - Délka 24,4 m a šířka 1,25 m
- pravá strana - délka 24,4 m a šířka 1,7 m
- Ulička A - levá strana - délka 24,4 m a šířka 1,7 m

$$VSP = \frac{\sum(\text{Skladovací plochy v uličkách A, B, C, E, F, G, H, I, J})}{\text{Plocha skladu}}$$

$$VSP = \frac{1023}{2624} = 0,3899 \times 100 = 38,99 \%$$

Ve vzorci je v čitateli spočítaná využitelná plocha pro skladování a ve jmenovateli celková rozloha skladu. Zjištěný výsledek využití skladové plochy je méně než 40 %. V případě výpočtu využití plochy se jedná o nízké využití. V tomto skladu je to dáno především šíří uliček, která místy přesahuje i 5 metrů. Minimální potřebná šíře pro současnou manipulační techniku je přitom 4 m. Zúžením uliček na tuto minimální potřebnou plochu by se efektivita využití skladového prostoru dala zvýšit o 4,4 %. Použitím vhodnější

manipulační techniky, jakou je např. retrak, který je na délku až o 50 % kratší nežli klasická ještěrka, může být toto procento dále navýšeno.

Aktuální počet palet, které musí sklad pojmout je 1167 palet různých typů a rozměrů, přičemž uskladněných palet je 1069. Rozdíl pak tvoří palety, které jsou průběžně využívány ve výrobním procesu. Nutno ještě vyjádřit procento využití vymezené plochy pro skladování.

$$\% \text{využití vymezené plochy pro skládání} = \frac{\text{Čistá plocha uskladněných palet}}{\text{Plocha vymezená pro skladování}}$$

Pomocí tohoto vzorce vypočítáme efektivitu využití skladové plochy, která již byla spočítána pro předchozí příklad a jejíž hodnota činí 1023 m². Několikrát zmíněné množství palet a programů, které jsou uskladněny ve skladu výlisků, bude nyní převedeno na čistou plochu potřebnou pro skladování. Rozměry palet jednotlivých programů jsou vyjádřeny v následující tabulce (Tabulka 1). Rozměry jsou vyjádřeny v metrech, plocha v metrech čtverečních.

Tabulka 1: Rozměry palet programů

Program	Šířka	Hloubka	Do uličky	Plocha	Program	Šířka	Hloubka	Do uličky	Plocha
35 střed	0,8	1,6	0,8	1,28	66	1,4	1,6	1,4	2,24
35 před	1,4	1	1,4	1,4	67	1,4	1,6	1,4	2,24
36	1,3	1,9	1,9	2,47	68	1,6	1,6	1,6	2,56
40	1,4	1,6	1,4	2,24	69	1,4	1,6	1,4	2,24
41	1,6	1	1,6	1,6	70	1,4	1,6	1,4	2,24
42	1,6	1	1,6	1,6	71	1,4	1,6	1,4	2,24
43 L, P	0,8	1,6	0,8	1,28	72	1,4	1,6	1,4	2,24
43 Zadní	1,2	0,8	1,2	0,96	73 vnitř	1,6	1	1	1,6
44	1,3	1,9	1,9	2,47	73	1,6	1,6	1,6	2,56
50	2,2	1,4	2,2	3,08	74 vnitř	1,6	1	1	1,6
51	2,2	1,4	2,2	3,08	74	1,6	1,6	1,6	2,56
52	1,2	1,1	1,2	1,32	75 vnitř	1,6	1	1	1,6
54	1,4	1,1	1,4	1,54	75	1,6	1,6	1,6	2,56
55 outer	1,3	1,6	1,3	2,08	76	1,3	1,9	1,9	2,47
55	1,4	1,1	1,4	1,54	77	1,3	1,9	1,9	2,47
56 outer	1,4	1,6	1,4	2,24	78	1,3	1,9	1,9	2,47
56	1,4	1,1	1,4	1,54	79	1,4	1	1,4	1,4
65	1,4	1,6	1,4	2,24	80	1,4	1	1,4	1,4

Z tabulky jsou patrné rozměry šířky a hloubky jednotlivých palet a z nich spočítaná plocha. Výška palet zde nehraje roli, neboť se jedná o podlažní sklad a každý program je stohován dle určitých pravidel. Dále z tabulky vyplývá, že několik programů je skladováno podélně, tedy delší stranou do uličky a ne, jak by se nabízelo, napříč tak, aby se délka uličky

co nejvíce využila. Některé z programů mají tak široké palety, že skladování napříč není možné, u některých programů to však možné je a pro porovnání využití skladové plochy poslouží právě výše zmíněný ukazatel.

Pro výpočet je třeba ještě roznásobit plochy jednotlivých programů počtem stohů ve skladu. Tyto data jsou dobře zjistitelná z layoutu skladu v příloze (Příloha 1). Počty stohů jsou zaznamenány v následující tabulce (Tabulka 2), kde jsou zároveň vypočteny plochy potřebné pro palety jednotlivých programů. Výsledným číslem součtu jednotlivých ploch je 656,9 m². Rozměry jsou vyjádřeny v metrech, plocha v metrech čtverečních.

Tabulka 2: Čistá plocha jednotlivých programů

Program	Šířka	Hloubka	Plocha	Počet	Celkem	Program	Šířka	Hloubka	Plocha	Počet	Celkem
35 střed	0,8	1,6	1,28	11	14,08	66	1,4	1,6	2,24	14	31,36
35 před	1,4	1	1,4	8	11,2	67	1,4	1,6	2,24	8	17,92
36	1,3	1,9	2,47	8	19,76	68	1,6	1,6	2,56	10	25,6
40	1,4	1,6	2,24	8	17,92	69	1,4	1,6	2,24	12	26,88
41	1,6	1	1,6	6	9,6	70	1,4	1,6	2,24	10	22,4
42	1,6	1	1,6	4	6,4	71	1,4	1,6	2,24	14	31,36
43 L, P	0,8	1,6	1,28	10	12,8	72	1,4	1,6	2,24	12	26,88
43 Zadní	1,2	0,8	0,96	8	7,68	73 vnitř	1,6	1	1,6	3	4,8
44	1,3	1,9	2,47	8	19,76	73	1,6	1,6	2,56	4	10,24
50	2,2	1,4	3,08	11	33,88	74 vnitř	1,6	1	1,6	3	4,8
51	2,2	1,4	3,08	14	43,12	74	1,6	1,6	2,56	5	12,8
52	1,2	1,1	1,32	3	3,96	75 vnitř	1,6	1	1,6	3	4,8
54	1,4	1,1	1,54	6	9,24	75	1,6	1,6	2,56	4	10,24
55 outer	1,3	1,6	2,08	4	8,32	76	1,3	1,9	2,47	20	49,4
55	1,4	1,1	1,54	2	3,08	77	1,3	1,9	2,47	20	49,4
56 outer	1,4	1,6	2,24	5	11,2	78	1,3	1,9	2,47	20	49,4
56	1,4	1,1	1,54	3	4,62	79	1,4	1	1,4	6	8,4
65	1,4	1,6	2,24	10	22,4	80	1,4	1	1,4	8	11,2

Dosazení do vzorce:

$$\% \text{využití vym. plochy pro skladování} = \frac{656,9}{1023} = 64,2 \%$$

Výsledkem analýzy jsou dva velmi důležité údaje. V první řadě jde o zjištění, že sklad je z hlediska plochy využit jen z necelých 39 % pro skladování. A těchto 39 % plochy skladu určené pro skladování je využito jen z 64,2 %. Celkově je tedy plocha vymezena pro sklad zaskladněna materiálem jen z 25 % (plocha palet programů / celková plocha skladu). Dalo by se tedy říci, že touto analýzou bylo objeveno slabé místo skladu, na kterém je třeba zapracovat. Cílem by mělo být navýšení tohoto procenta a to především snahou o snížení celkové plochy skladu.

4.2.4 Skladová zásoba

Z hlediska skladové zásoby vystupují ve skladu výlisků dva typy zásoby. Jednak je zde zásoba, která je dána frekvencí výroby. Interně nazývána jako frekvenční zásoba. Tato zásoba je daná tím, v jakém množství a jak často se daný díl vyrábí. Linka je z hlediska výroby limitována navážením lisovacích forem, kdy navedení nové sady forem trvá v minimálním možném bezpečném čase 50 minut. Proto musí linka každý program vyrábět alespoň 50 minut, aby nevznikal neefektivní nevýrobní čas. Minimální počet nalisovaných dílů je tak daný tímto časovým limitem a dále taktem linky, který se mezi programy liší. Plánování výroby pak z těchto časů a množství vychází. Výsledkem je výrobní frekvence jednotlivých programů. Výrobní frekvence určuje, v kolika směnném cyklu se bude program vyrábět. Pokud má program výrobní frekvenci 3, pak se bude vyrábět každou třetí směnu.

Druhým typem zásoby ve skladu je pojistná zásoba. Pojistná zásoba má pokrýt výkyvy linky, poruchy, výpadky manipulačního zařízení a nejvíce neshody kvality dílů. V současné době je na většině programů nastavená pojistná zásoba na 14 hodin, což vyjadřuje zásobu dílů, podle hodinového odběru oddělení svařovny, který je pro každý program nastaven jinak.

Následující ukázka tabulky (Obrázek 15) zobrazuje množství vyrobených dílů v přepočtu na palety a dále vztah mezi výrobní frekvencí, pojistnou zásobou a počtem palet. Je zde také zobrazeno procentuální zastoupení výroby jednotlivých značek aut. Podle této tabulky tak lze říci, že v případě, že Toyota bude ve výrobě zastoupena ze 47 %, Peugeot z 28 % a Citroën z 25 %, bude program č. 35 vyráběn každou druhou směnu a s ohledem na nastavenou pojistnou zásobu bude potřeba 61 palet.

T	P	C	výrobní frekvence	Pojistná zásoba hod.	Počet palet	Pojistná zásoba	Potřeba palet – Výroba	Potřeba palet – Proces	Potřeba palet celkem
47	28	25							
35			2	14	83	24	28	9	61
40			2	14	38	12	14	4	30
41			3	14	22	6	10	2	18
42			6	10	14	2	11	1	14
43			2	14	44	14	16	6	36
43*			2	14	29	9	11	2	22
55			3	10	6	1	3	2	6
55*			3	14	13	4	7	2	13
56			3	14	9	2	3	2	7

Obrázek 15: Ukázka plánu výroby v přepočtu na palety – vlastní zpracování

4.2.5 ABC analýza skladové zásoby

Ve skladu výlisků firmy je uloženo celkem 1167 palet různých rozměrů a různého typu stohování. Palety mají různou kapacitu a váhu. Vzhledem k povaze dopravní techniky ve skladu není třeba jednotlivé typy palet dělit podle váhy a obtížnosti manipulace. Palety jsou skladovány dle tzv. „programů“, což je označení jednotlivých dílů. Díly uložené ve skladu výlisků mimo válečkovou dráhu jsou děleny na celkem 29 programů.

Analýzu ABC je tedy možné provést z hlediska dvou parametrů. Prvním parametrem je počet výdejů programů, tedy vyjádření toho, jak často se do skladu jezdí kvůli kterému programu. Druhým parametrem je poté obsazení skladu z hlediska počtu palet v rámci konkrétního programu.

Tabulka 3: Počet palet a četnost výdejů programů

Program	Počet palet	Četnost výdejů	Kumulativní % zastoupení ve skladu	Kumulativní % zastoupení prodeje	Program	Počet palet	Četnost výdejů	Kumulativní % zastoupení ve skladu	Kumulativní % zastoupení prodeje
61	46	39	4%	12%	55	6	6	65%	87%
62	46	39	8%	25%	40	38	5	68%	89%
51	54	27	13%	33%	42	14	5	69%	91%
57	46	26	16%	41%	70	34	4	72%	92%
58	46	26	20%	50%	80	28	4	75%	93%
50	41	17	24%	55%	79	22	3	77%	94%
41	22	10	26%	58%	35	83	2	84%	95%
76	72	9	32%	61%	68	34	2	87%	95%
78	72	9	38%	64%	71	32	2	89%	96%
66	50	9	42%	67%	74*	18	2	91%	97%
56*	17	9	44%	70%	73*	13	2	92%	97%
56	9	9	45%	72%	75*	13	2	93%	98%
43	44	8	48%	75%	74	9	2	94%	98%
43*	29	8	51%	78%	73	8	2	95%	99%
77	72	7	57%	80%	75	8	2	95%	100%
72	42	6	61%	82%	67	26	1	98%	100%
65	32	6	63%	84%	69	28	0	100%	100%
55*	13	6	65%	85%					

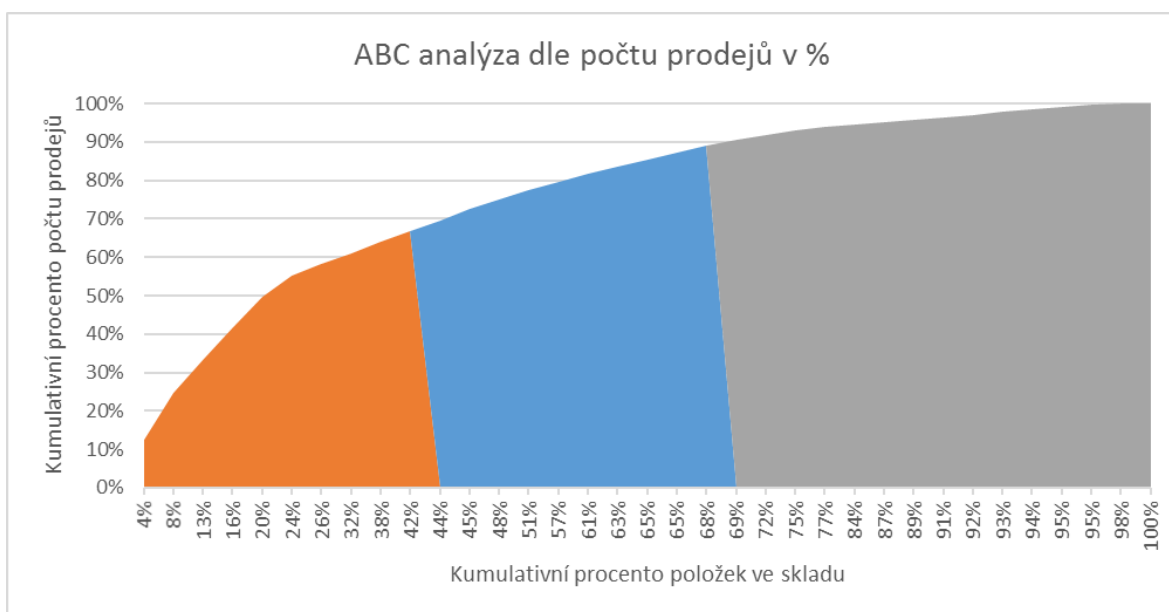
Tabulka (Tabulka 3) zobrazuje označení programů včetně počtů palet a počtu zavážení programu během dne. Programy označené hvězdičkou jsou programy, kdy se zvlášť lisuje vnitřní a vnější díl. Následně jsou tyto hodnoty převedeny na kumulativní součet procent, který slouží pro grafické vyjádření, viz následující graf.

Jak z tabulky, tak z grafického (Graf 3) vyjádření je patrné, že 70 % výdejů ze skladu je uskutečňováno kvůli programům, jež mají celkové paletové zastoupení ve skladu o hodnotě 44 %. Jedná se o zásoby A, a patří sem programy 61, 62, 51, 57, 58, 50, 41, 76, 78, 66 a 56. Další skupinou je skupina B, kde dalších 25 % skladové zásoby představuje 20 %

výdejů ze skladu. Jedná se o programy 43, 77, 72, 65, 55 a 40. Konečně skupina C představující málo obrátkové zboží, které tvoří jen 10 procent výdejů, zároveň tvoří 31 % skladové zásoby. Jsou to programy 42, 70, 80, 79, 35, 68, 71, 74, 73, 75, 67 a 69.

Ve skladu jsou navíc ještě programy 37, 38 a 39, které jsou vyskladňovány méně než jednou za měsíc a z hlediska plochy zabírají 6 paletových pozic o rozloze 1,5 m².

Výsledky ABC analýzy jsou důležité pro následující optimalizaci skladové zásoby a pro optimalizaci skladového prostoru. Význam mají také pro výpočet optimální velikosti pojistné zásoby.



Graf 3: ABC analýza skladové zásoby

4.3 Optimalizace skladové zásoby

Z hlediska zásahů do skladu, snižování zásoby, přemístování programů, zmenšování plochy skladu apod. je třeba přemýšlet dopředu a dělat tyto zásahy tak, aby měly trvalejší charakter. Pokud se tak rozhodne o opatření, které ušetří několik metrů čtverečních místa, bude toto místo použito pro vytvoření nového procesu ať už na oddělení lisovny, nebo svařovny a poté bude velmi obtížné ho přeměnit zpět na sklad.

Z dlouhodobých cílů oddělení vyplývá snaha o úsporu místa a vytvoření co největší souvislé plochy která může být využita jinak, pro úsporu plochy je nezbytné mimo jiné i snížit skladovou zásobu. Ve skladu je možné setkat se se zásobou frekvenční, která pokrývá výrobní čas svařovny mezi výrobními cykly daného programu na lisovně. Dále je zde pojistná zásoba. Tato pojistná zásoba zde není proto, aby vykryla výkyvy poptávky mezi jednotlivými dny, neboť měsíční plán výroby je jasně daný s konečným počtem vyrobených aut a podle toho je přesně určen i denní plán výroby jak na svařovně, tak na lisovně. Z tohoto hlediska se tedy jedná o deterministické prostředí s minimální poruchovostí výrobní linky. Stochastickým prvkem je zde poptávka měsíční. Tato poptávka se mění každý měsíc, viz Tabulka 4.

Tabulka 4: Počet aut - výroba

Měsíc	Počet aut	Měsíc	Počet aut
leden 15	20002	únor 16	24740
únor 15	21416	březen 16	19444
březen 15	18486	duben 16	19543
duben 15	14292	květen 16	23708
květen 15	18821	červen 16	19531
červen 15	24102	červenec 16	17654
červenec 15	19506	srpen 16	14777
srpen 15	13893	září 16	16553
září 15	18630	říjen 16	18887
říjen 15	18726	listopad 16	15943
listopad 15	19412	prosinec 16	10212
prosinec 15	11778	leden 17	23164
leden 16	20572	únor 17	16362

Výpočet pojistné zásoby z těchto dat tak pomůže určit, kolik místa je dlouhodobě vhodné ponechat ve skladu pro zásobu jednotlivých programů tak, aby vykryly měsíční variabilitu poptávky a nemuselo se tak hýbat se skladem každý měsíc.

Pro ilustraci výpočtu byl vybrán program č 35. Jedná se o část podlahy, která se montuje do všech aut, bez rozdílu značky a provedení. Pro poptávku tak poslouží data z výše zmíněné tabulky (Tabulka 4). Program se vyrábí do palet o kapacitě 60 ks. a při současném stavu je použito 24 palet pro pojistnou zásobu na 14 hodin, 28 palet pro potřeby výroby a 9 palet je pak pozastaveno ve výrobním procesu následujícího oddělení. Celková potřeba palet pro tento program je tedy 61 (viz Obrázek 15).

Pro potřeby vzorce pro výpočet optimální pojistné zásoby je třeba určit průměr a směrodatnou odchylku. Výpočet směrodatné odchylky:

$$\sigma S = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{n - 1}}$$

tedy:

$$\sigma S = \sqrt{\frac{321712076,5}{26 - 1}} = 3587,3$$

Průměrná hodnota poptávky je 18 467,5 dílu na měsíc. Maximální hodnota pozorování je 24 740 aut. Podle normálního rozdělení se dá říci, že 68 % doby se měsíční poptávka po autech pohybuje v rozmezí od 14 880 aut do 22 054 aut. V 95 % doby se měsíční poptávka pohybuje v rozmezí od 11 297 do 25 641 aut.

Výroba dílu probíhá každou druhou směnu. Doba doplnění zásob je tak každý výrobní den. Pro převod na stejnou časovou jednotku jako v případě poptávky bude počítáno s počtem 25 výrobních dnů v měsíci. Poté lze dobu doplnění zásob vyjádřit jako 1/25 měsíce tedy 0,04 měsíce. Výkyvy v době doplnění jsou tak málo časté, že lze tuto dobu považovat za konstantní s nulovou směrodatnou odchylkou.

Vzorec pro výpočet optimální pojistné zásoby:

$$\sigma c = \sqrt{\bar{R}(\sigma S^2) + \bar{S}(\sigma R^2)}$$

Po doplnění:

$$\sigma c = \sqrt{0,04 \times 12866569 + 18467,5 \times 0} = 717,4$$

Výsledek výpočtu udává optimální pojistnou zásobu, která pokryje měsíční výkyvy v poptávce. Vzhledem k povaze doby doplnění nehraje roli, kolik směrodatných odchylek bude k průměru připočteno, výsledek zůstane stejný. Dá se tak říci, že pokud bude chtít oddělení snížit skladovou zásobu na minimum, mělo by krom frekvenční zásoby ponechat ještě zásobu 718 dílů, což je 12 palet.

Nastavená čtrnáctihodinová pojistná zásoba oddělení je vzhledem ke stálosti a nízké variabilitě ve výrobním procesu zbytečně vysoká. V případě tohoto typu výroby může být pojistná zásoba snížena na úplné minimum. Úplně ji vypustit nelze, neboť zde vstupují stochastické prvky jako problémy s kvalitou, které mohou zapříčinit zpoždění výroby v řádech desítek minut. Takto použitý vzorec pro výpočet pojistné zásoby však určí jak moc aktuální zásobu snížit vzhledem k variabilitě měsíční poptávky.

Na základě podobných úvah byla v rámci oddělení stanovena hodnota pojistné zásoby na úroveň právě šesti hodin, u některých programů na úroveň sedmi hodin. Názorná ukázka úspory palet při snížení pojistné zásoby je zobrazena následující tabulkou (Obrázek 16).

T	P	C	výrobní frekvence	Pojistná zásoba hod.	Počet palet	Pojistná zásoba	Potřeba palet – Výroba	Potřeba palet – Proces	Potřeba palet celkem
47	28	25							
35			2	7	83	12	28	9	49
40			2	6	38	6	14	4	24
41			3	6	22	2	10	2	14
42			6	6	14	1	11	1	13
43			2	6	44	6	16	6	28
43*			2	6	29	4	11	2	17
55			3	6	6	1	3	2	6
55*			3	6	13	2	7	2	11
56			3	6	9	1	3	2	6

Obrázek 16: Ukázka plánu výroby v přepočtu na palety se sníženou pojistnou zásobou – vlastní zpracování

Oproti předchozímu stavu je tak celková potřeba palet pro program 35 snížena z 61 na 49, v případě programu 40 z 30 palet na 24. Z hlediska úspory plochy pro skladování je pak možné vzhledem ke stohovatelnosti programů ušetřit v případě programu 35 dvě skladové pozice a v případě programu 40 se jedná o úsporu jedné paletové pozice. Podobně lze pak uspořít stohy i u ostatních programů.

Vypracovaný layout (viz Příloha 1) zobrazuje praktický dopad snižování zásob na stav skladu. Stohy palet, které je možné bezpečně ušetřit, jsou vyznačeny červeným obdélníkem s červenou výplní a bílým textem. Vepsaná čísla představují šířku palety (po vynásobení hloubkou skladovací plochy lze vypočítat úsporu plochy po odstranění konkrétního stohu).

4.4 Návrh na reorganizaci skladového prostoru

Analýzou využití skladového prostoru bylo zjištěno slabé místo z hlediska využití skladových ploch. Navrhnuté řešení snížit šíři uliček na minimum by znamenalo značné finanční náklady za cenu nízkého výdělku v podobě uspořené plochy. Lepším řešením se tak jeví práce s programy. Několik programů je ve skladu skladováno podélně, tedy delší stranou palety do uličky, čímž je neefektivně využita skladová plocha. Otočením palet takových programů, kde po otočení nedojde k zúžení uličky pod minimální mez, může přinést mnohem více efektu s minimálními náklady.

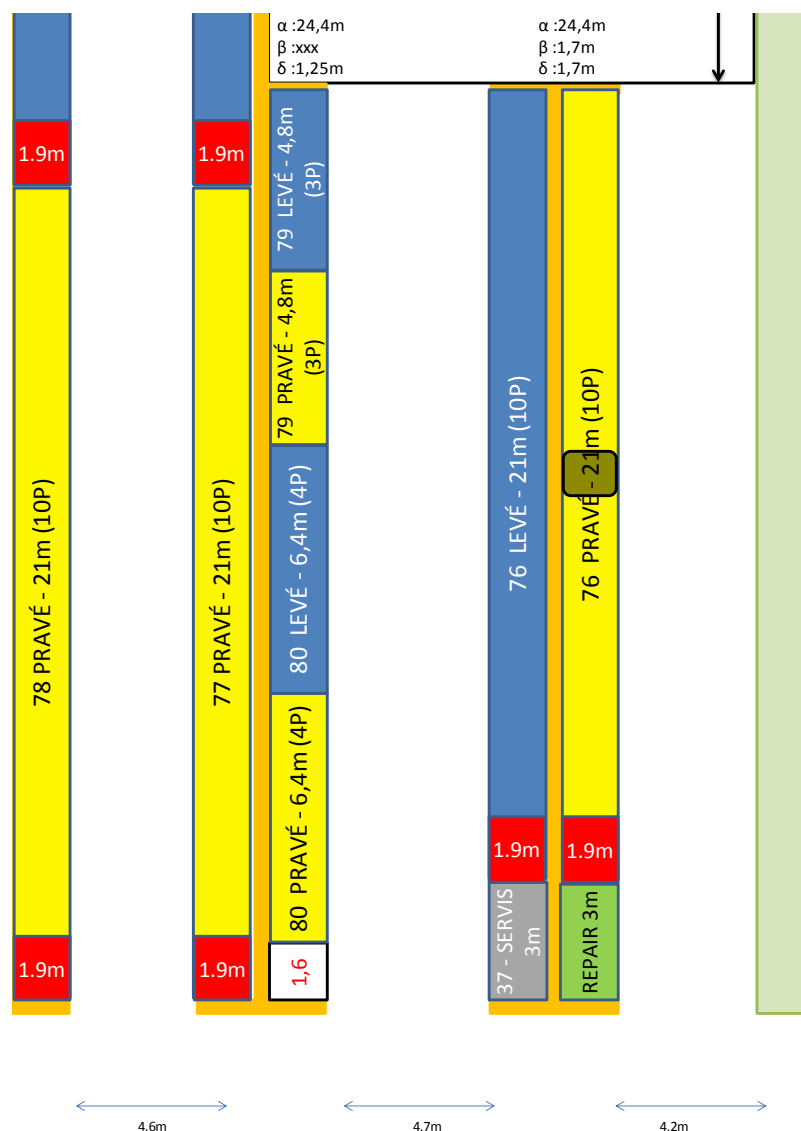
Pro reorganizaci skladu bude využit praktický přístup a zkušenosti získané praxí v oboru. Z podstaty skladu vyplývá, že není důležité rozestavení dílů z hlediska pozice v konkrétní uličce. Pokud jeden program přesunu blíže svařovně, bude mít sice svařovna kratší trasu k programu, ale o to delší trasu bude mít lisovna a naopak. Trasy k jednotlivým programům jsou vyznačeny v příloze (Příloha 2, Příloha 3). Příloha 2 zobrazuje plán zavážení skladu ze strany lisovny a Příloha 3 ze strany svařovny. Nejde sice říci, že nezáleží na tom, kde se který program nachází, dá se ale říci, že vzhledem k logistické vzdálenosti jednotlivých programů je postavení programu v uličce irelevantní a přestěhování programu do jiné uličky má na tuto vzdálenost minimální vliv. Pravidla, kterými je zde třeba se řídit, jsou tato:

- Minimální šíře uličky 4 m
- Levé a pravé strany programů by měly zůstat pohromadě
- Nehraje roli, zde je program umístěn podélně nebo napříč

Za zadání pro reorganizaci skladu by se dal brát požadavek oddělení svařovny na uvolnění souvislých 100 m² plochy, která bude následně využita pro překládku palet na vozíkové dopravníky. Dále je požadavek na přesun programu 40 za válečkovou dráhu. Sjednotila by se tak zóna skladu za válečkovou drahou, kde jsou skladovány pouze podběhy a blatníky. Dále by tak oddělení svařovny ušetřilo jednu pracovní pozici.

Přesun programu 40

Z hlediska přesunu programu 40 za válečkovou dráhu je třeba nejdříve vytvořit potřebný prostor. Z následujícího obrázku je patrné, že se zde nachází programy 76, 77, 78, 79 a 80. Krom toho je zde program 37, který z hlediska ABC analýzy patří do skupiny nejméně významných položek skladu.

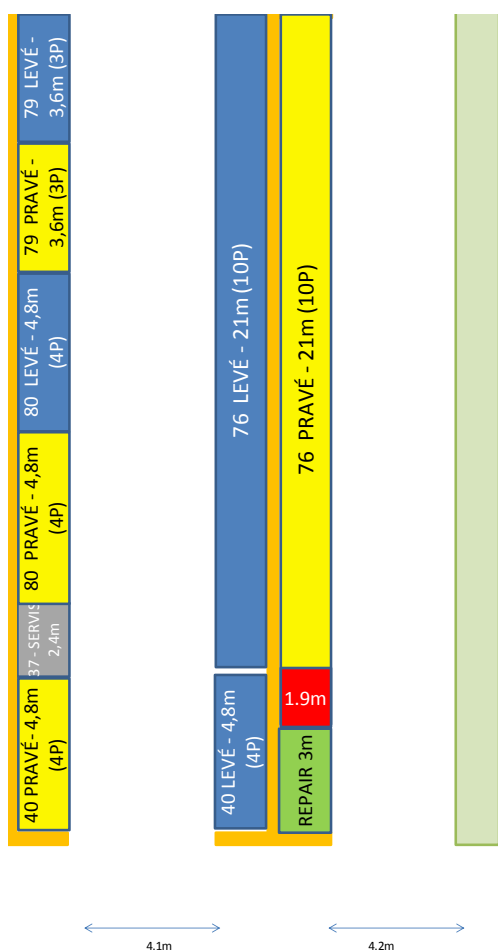


Obrázek 17: Layout skladu za válečkovou dráhou

Z obrázku (Obrázek 17) je patrné, že uličky jsou zde širší nežli požadované minimum. Co však není patrné, je to, že programy 79 a 80 jsou umístěny podélně. Reálně zabírají na délku celých 22,4 m, přičemž rozměr palety mají shodný 1,4 m x 1 m. Pokud by byly skladovány podélně, stačilo by pro jejich uskladnění 14 m délky uličky.

Po přičtení 20 cm mezery mezi paletami, která je třeba pro bezpečnou manipulaci je pak nutné přičíst ještě 3 m délky uličky. Po otočení palet těchto dvou programů pak reálně dojde k zúžení uličky o 0,4 m a uvolnění 7,4 m délky uličky. Dalším krokem je volné místo obsadit pravou stranou programu 40, jehož palety o rozměru 1,4 m x 1,6 m budou také otočeny kratší stranou do uličky. Dojde tak k zúžení uličky o dalších 20 cm. Z uvolněných 7,4 metrů délky uličky bude obsazeno 4,8 m. Zbylá délka 2,6 m může být využita pro program 37, jehož palety mají rozměr 1,4 m x 1 m a po otočení kratší stranou do uličky zaberou po přičtení povinných rezerv přesně 2,6 m. Na místo programu 37 bude převezena levá strana programu 40. Pro tuto operaci je ještě třeba počítat s ubráním pojistné zásoby programu 76, kde je možné odebrat jeden stoh o délce 1,9 m viz layout (Obrázek 18).

Výsledný stav skladu pak vypadá následovně:



Obrázek 18: Layout skladu za válečkovou dráhou po přesunu pr. 40

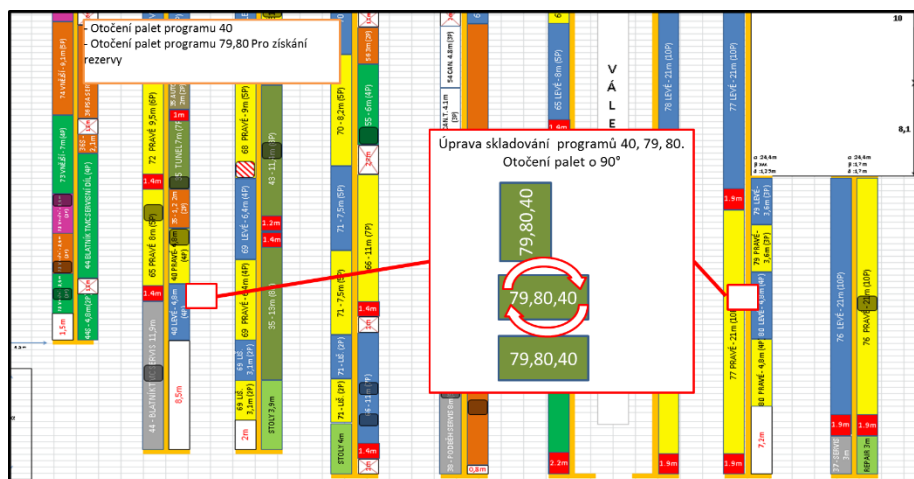
Uvolnění 100 m² souvislé plochy

Základním bodem pro vymezení 100 m² plochy je určení místa, kde by tato plocha měla vzniknout. Z pohledu lisovny by se mělo jednat o prostor, který je z hlediska skladování nepraktický ať už z důvodu šíře uličky, nebo z důvodu překážek ve skladu. Z pohledu svařovny by měl tento prostor vzniknout na té straně skladu, která se svařovnou sousedí.

Z hlediska lisovny se tak hodí nejlépe ulička F (viz Příloha 1), která je jednak nejužší, ale také se zde vyskytují překážky v podobě sloupů. Sloupy jsou zde čtyři a svou polohou ještě zmenšují šíři uličky natolik, že skladová místa naproti nim musí zůstat neobsazená. Hledaná plocha se tak bude nacházet v uličce F ze strany, která sousedí se svařovnou. Čistá šíře uličky po odvezení materiálu je 6,7 m. Pro dosažení požadované plochy je tak třeba tuto uličkou uvolnit do vzdálenosti alespoň 15 m.

Přesuny a změny ve skladování lze shrnout do šesti kroků. Pro přehlednost jsou v layoutu (Příloha 4) zvýrazněny programy, kterých se přesuny týkají.

1. První krok počítá s již zmíněným přesunem programu 40. Pro přesun je třeba otočit některé palety o 90° a k tomu je zapotřebí tyto palety upravit, aby byl informační štítek na paletě vždy směrem do uličky. Úprava se bude týkat již zmíněných programů 40, 79 a 80.



Obrázek 19: Uvolnění 100 m² - krok 1

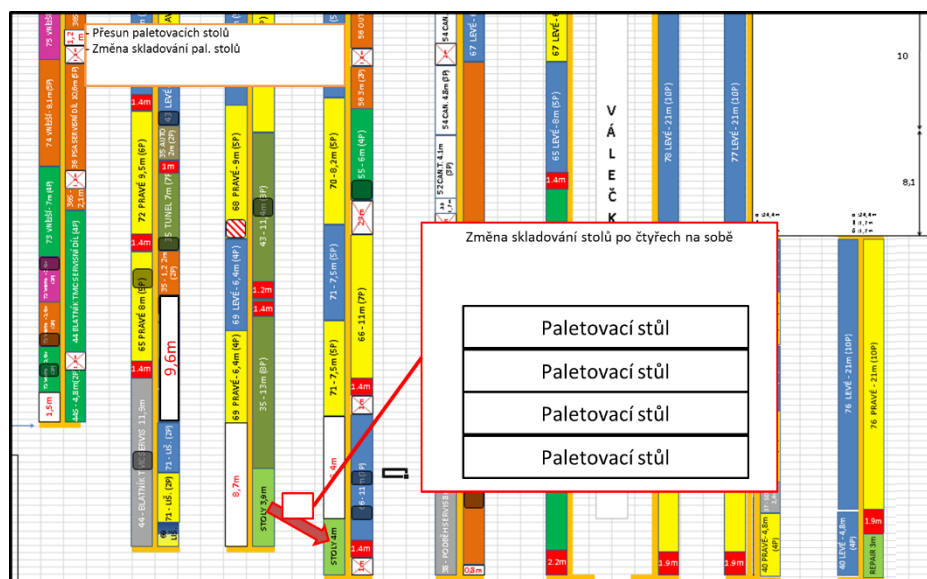
2. Po přesunutí programu 40 tak vznikne v uličce H dostatečný prostor, který může být zaplněn velmi málo používanými programy 69 a 71, se speciální úpravou pro příplatkovou výbavu. Spolu s přesunem dojde u úpravě skladování programu 69

do jednoho stohu. Dále se „pod“ programem číslo 40 nachází prostor, na kterém stojí materiál, který by ve skladu být neměl. Po odstranění tohoto materiálu pak přibudou další metry volného místa.



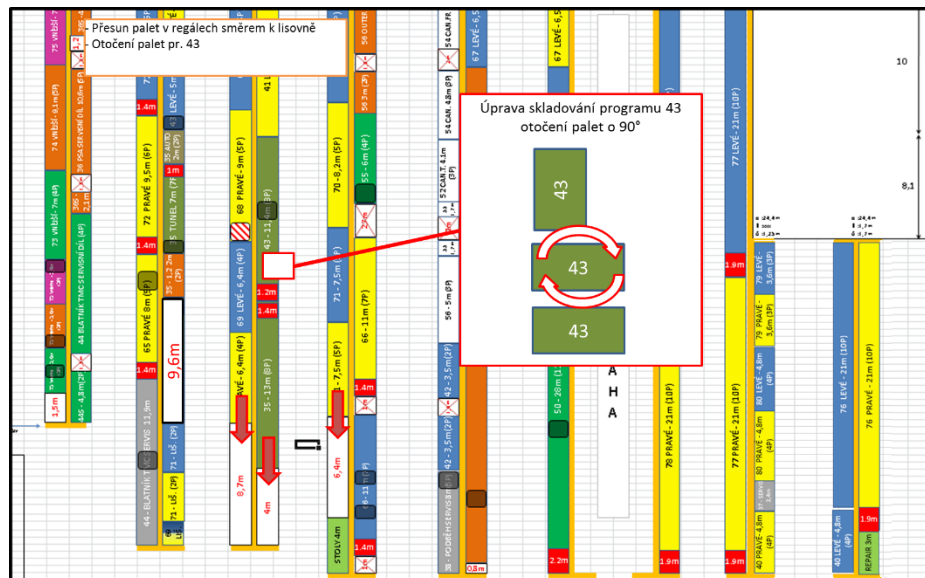
Obrázek 20: Uvolnění 100 m² - krok 2

3. Třetí krok počítá se změnou skladování paletovacích stůlů, které se používají pro zlepšení ergonomie práce při paletování menších dílů. Tyto stoly jsou skladovány po dvou na sobě, přestože mají dostatečnou nosnost a stabilitu, aby bylo možné je skladovat po 4. Stoly v současné době zabírají po obou stranách uličky G 4 m místa. Při skladování jen na jedné straně tak dojde k úspoře 4 m délky uličky.



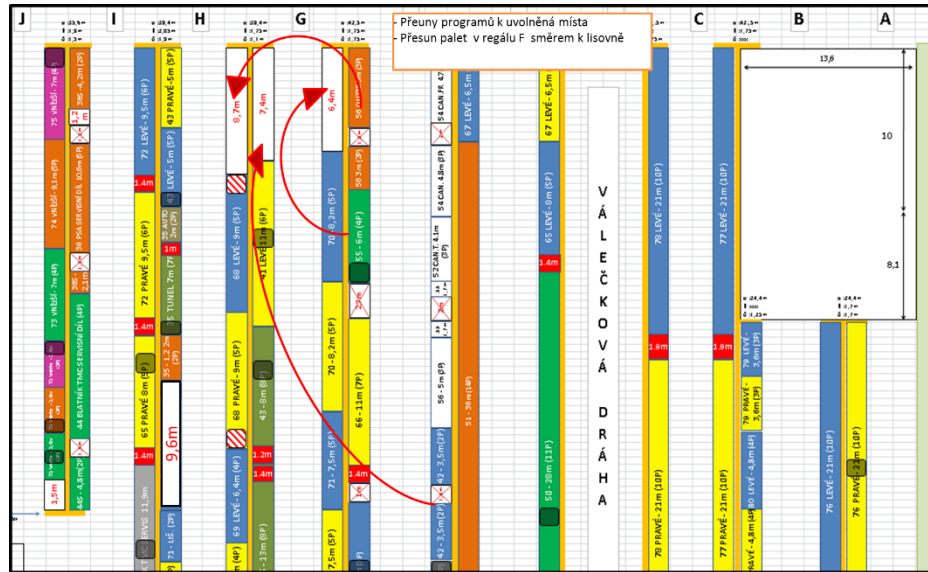
Obrázek 21: Uvolnění 100 m² - krok 3

- Uvolněné prostory, které zde postupně vznikají, jsou na straně skladu, která je blíže lisovně. Dalším logickým krokem je přesunout programy v uličkách tak, aby tyto volné prostory byly ze strany svařovny. Ve čtvrtém kroku dále dochází k otočení dalšího programu, a sice programu 43 v uličce G.



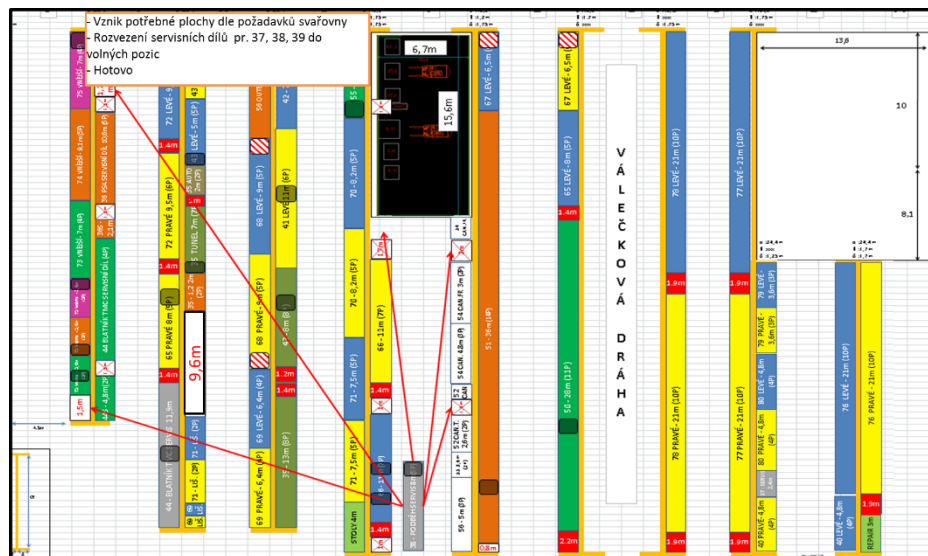
Obrázek 22: Uvolnění 100 m2 - krok 4

- V pátém kroku dochází k zásadním přesunům. Vzhledem k nastaveným pravidlům není možné přesunout levou ani pravou stranu programu 66. Přesune se tak program 42, což jsou přední panely oddělující kabinu od motorového prostoru a jsou různé podle toho, jestli se jedná o vůz s pravostranným, nebo levostranným řízením. Program bude přesunut do vedlejší uličky k párovému programu 41, což je ten samý díl pro levostranné řízení. Dále dochází k přesunům programu 55 a 56, které se tak (viz Příloha 3) přesunou blíže k místu zpracování.



Obrázek 23: Uvolnění 100 m² - krok 5

6. V posledním kroku dochází k přesunu programů v uličce F směrem k lisovně. Uvolněné místo se tak „přesune“ na kraj skladu směrem k svařovně. Posledním přesunem je poté odvezení programu 38, což je dle analýzy ABC jeden z nejméně využívaných dílů. Tento program tak nemusí být skladován pohromadě a pro jeho skladování mohou být využita volná místa o rozloze jedné paletové pozice, které nelze jinak využít.



Obrázek 24: Uvolnění 100 m² - krok 6

4.5 Analýza využití skladového prostoru po provedených přesunech

Manipulace s programy a především otáčení palet místy způsobilo zúžení uličky a rozšíření skladové plochy. Dále došlo k zrušení 100 m² plochy skladu v uličce F, čímž se snížila i kapacita uličky. Nové rozměry jsou následující.

- Ulička J - levá strana - Délka 23,9 m a šířka 1,05 m
- pravá strana - Délka 35,6 m a šířka 1,9 m
- Ulička I - levá strana - Délka 35,6 m a šířka 1,5 m
- pravá strana - Délka 39,4 m a šířka 2,05 m
- Ulička H - levá strana - Délka 39,4 m a šířka 1,9 m
- pravá strana - Délka 39,4 m a šířka 1,75 m
- Ulička G - levá strana - Délka 39,4 m a **šířka 1,2 m**
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- Ulička F - **levá strana - Délka 26,9 m a šířka 1,75 m**
- pravá strana - Délka 26,9 m a šířka 1,2 m
- Ulička E - levá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,7 m
- Ulička C - - levá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- pravá strana - Délka 42,5 m a šířka 1,75 m
- Ulička B - levá strana - Délka 24,4 m a **šířka 1,7 m**
- pravá strana - délka 24,4 m a šířka 1,7 m
- Ulička A - levá strana - délka 24,4 m a šířka 1,7 m

$$VSP = \frac{991}{2520} = 39,3 \%$$

$$\% \text{využití vym. plochy pro skladování} = \frac{654,43}{991} \doteq 66 \%$$

K výpočtu byly využity údaje z předcházejících analýz a tabulek 1 a 2. Výsledkem celkového zaskladnění vymezené skladovací plochy materiálem je 26 %.

4.6 Zhodnocení výsledků

Výsledky analýz a na ně navazující návrhy optimalizace přinesly zajímavé výsledky. Sklad má při původním rozmístění nízké využití skladového prostoru, které je v případě porovnání skladové plochy a čisté plochy uskladněných stohů palet jen 25 %. Jsou zde programy, které leží mimo svou zónu. Dále je zde uskladněno více materiálu, než je nezbytně nutné vzhledem k deterministické povaze prostředí. Definované cíle oddělení hovoří o snížení skladového prostoru a skladové zásoby.

Prvním návrhem na optimalizaci skladu je přepočítání pojistné zásoby, která je u většiny programů stanovena na ekvivalent čtrnáctihodinového odběru svařovny. Na příkladu programu 35 je demonstrován výpočet optimální velikosti pojistné zásoby, která pak z 14 hodin klesne o více než polovinu na 6 hodin. Pojistná zásoba je zde vypočítána pro pokrytí výkyvů měsíční poptávky. Stejným výpočtem jde snížit pojistná zásoba i u ostatních programů. Oddělení lisovny pak s přihlédnutím k dalším okolnostem stanovilo pojistnou zásobu na 6 hodin u většiny programů a výsledkem je snížení zásoby palet a úspora paletových pozic napříč celým skladem. Úspora paletových pozic je znázorněna v layoutu v příloze (Příloha 1), kde jsou nepotřebné paletové pozice vyznačeny plným červeným obdélníkem s vepsaným bílým číslem, které představuje rozměr strany palety směrem do uličky.

Následující tabulka (Tabulka 5) zobrazuje, u jakých programů došlo reálně ke snížení pojistné zásoby na takovou hodnotu, která znamená uspoření jednoho stohu palet programu. Výsledkem je poté snížení počtu palet z původních 1167 na 1097 a uvolněná čistá plocha činí bez mála 38 m².

Tabulka 5: Reálný dopad snížení pojistné zásoby programů

Program	Plocha stohu	Palet ve stohu	Program	Plocha stohu	Palet ve stohu
50	3,08	4	77P	2,47	4
43	0,96	6	78L	2,47	4
35	1,28	8	78P	2,47	4
65L	2,24	4	66L	2,24	4
65P	2,24	4	66P	2,24	4
72L	2,24	4	51	3,08	4
72P	2,24	4	51	3,08	4
77L	2,47	4	51	3,08	4
Uvolněná plocha				37,88	
Počet nepotřebných palet				70	

Druhý návrh na zlepšení skladování vycházel přímo z reálných požadavků oddělení svařovny na uvolnění 100 m² plochy, pro vytvoření nového procesu a přesun programu 40 za válečkovou dráhu. Tento návrh je v souladu s cíli oddělení a zároveň podporuje snahu o snížení skladové plochy a její efektivnější využití. Vypočítané ukazatele využití skladu udávají výsledky využití skladového prostoru z 38,9 % a využití plochy určené pro skladování z 64,2 %. Celkové zaskladnění plochy skladu materiálem je poté jen z 25 %.

K naplnění požadavků svařovny bylo využito především praktických zkušeností. Nejvíce ovoce přineslo otočení palet programů, které byly skladovány napříč. Tento krok umožnil přesunout program 40 za válečkovou dráhu a také s uvolněním požadované plochy, která nakonec činí 104,52 m². Přílohy (Příloha 4, Příloha 5) zobrazují programy, kterých se přesun týkal a následně výsledný stav skladu. Přepočítáním zmíněných ukazatelů bylo zjištěno, že sklad je nově využit z 39,3 %, skladová plocha je zaskladněna z 66 % a plocha skladu je pak zaskladněna materiálem z 26 %. Oproti původním výsledkům se nejedná o nijak závažné rozdíly, což však nevypovídá o špatném návrhu, ale pouze o tom, že sklad byl zmenšen úměrně se skladovou plochou. Pro tyto přesuny a uvolnění požadované plochy navíc nebylo využito odvezení nepotřebných palet z prvního kroku optimalizace, byl odvezen pouze stoh palet programu 76.

Dá se tak říci, že došlo ke snížení plochy skladu o 104,52 m², což představuje 4 % celkové skladové plochy při zachované kapacitě skladu, která se snížila o pouhé 4 palety z 1167 na 1163.

Výsledného stavu skladu bylo dosaženo pouze užitím vhodných přesunů a využitím potenciálu skladovacích ploch. Pokud by došlo ještě k odvezení nepotřebných palet zjištěných výpočtem optimální pojistné zásoby, došlo by k mnohem razantnější úspoře. Pro ilustraci je v příloze (Příloha 6) zobrazen návrh na uvolnění celé uličky F. Takto extrémní návrh, však počítá i s přesuny, které již nejsou tak efektivní z hlediska dalšího fungování skladu a proto slouží pouze jako ilustrativní příklad, který udává, že v rámci snižování skladové plochy má sklad stále ještě rezervy.

5 Závěr

V diplomové práci je zpracováno téma optimalizace skladového systému ve společnosti Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. Došlo k naplnění cílů práce, kde hlavním cílem práce bylo nalezení vhodnějšího řešení pro skladování vylisovaných dílů automobilů. Vhodnější řešení v praxi znamená snížení skladové zásoby a zmenšení skladové plochy. Dílčí cíle jsou spojeny s analýzami skladové plochy a skladové zásoby, návrhem vhodnějšího řešení a následně s analýzami výsledného stavu.

V teoretické části došlo ke shrnutí teoretických východisek, které jsou základem pro zpracování praktické části práce. Z hlediska teorie bylo třeba nastudovat i literaturu zahraničních autorů, kteří se zabývají principem skladování Just-In-Time a objednávkami pomocí karet KANBAN. Stejně tak bylo třeba hledat v zahraniční literatuře informace o Toyota Production System. V české literatuře pak byla vybrána témata, která se váží k situaci ve skladu.

V praktické části práce byly definovány cíle oddělení, které se týkaly snížení skladové zásoby a snížení plochy skladu. Došlo k odhalení slabého místa v podobě nízkého využití skladové plochy. Toto zjištění bylo dále podpořeno výpočtem optimálního množství pojistné zásoby, kde bylo zjištěno, že je ve skladu více materiálu, než je potřeba. Analýza ABC dále odhalila, že třetinu skladové zásoby tvoří velmi málo využívaný materiál a několik programů, které se nevyužívají prakticky vůbec.

Optimalizačním krokem bylo vypočtení optimální velikosti pojistné zásoby, která u většiny programů doposud tvořila ekvivalent zásoby na 14 hodin výroby. Vzorový výpočet optimální pojistné zásoby byl proveden na programu 35. Výsledkem bylo snížení pojistné zásoby z 24 palet o kapacitě 60 ks na 12 palet. Těchto 12 palet poté odpovídá zásobě na pokrytí 7 hodin výroby. Obdobnými výpočty bylo odhaleno 70 palet v šestnácti stozích, které mohou být ze skladu odstraněny. Z hlediska plochy je možné tímto krokem ušetřit bezmála 40 m².

Druhý návrh praktické části vychází z praktických zkušeností s daným skladem. Návrh vychází z požadavků oddělení na uvolnění 100m² plochy. Vzhledem k požadavkům na minimální šíři uličky a pravidla o skladování párových programů byla provedena řada přesunů. Výsledkem bylo vyčlenění skladové zóny pro vychystávání dopravníků s předními blatníky a podběhy, dále bylo změněno skladování programů, které byly do té doby

skladovány podélně delší stranou palety do uličky, a konečně došlo k vyčlenění požadovaných 100 m² plochy.

Optimalizační návrhy a návrhy vycházející z praxe, vnitropodnikových cílů a cílů oddělení dávají dohromady řešení skladu, při kterém dojde k efektivnějšímu využití skladové plochy, snížení skladové zásoby a snížení plochy skladu. V konečném důsledku je zpracován ještě návrh maximální úspory místa, kde je sice vhodnost rozmístění programů nižší, ale zase je z něho jasně patrné, že sklad má stále svoje rezervy. Protože naplnění cílů práce vychází částečně z praxe v podniku, je řešení možné reálně použít a diplomová práce má tak pro Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o reálný přínos.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2007. C. H. Beck pro praxi. ISBN 8071795348.
- [2] SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 8025105733.
- [3] STODOLA, Josef, Josef MAREK a Jan FURCH. *Logistika*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 9788073750718.
- [4] REZA ZANJIRANI FARAHANI, , Shabnam REZAPOUR a LALEH KARDAR [EDITORS]. *Logistics Operations and Management Concepts and Models*. 1st ed. Burlington: Elsevier Science, 2011. ISBN 012385203X.
- [5] SVOBODA, Vladimír a Patrik LATÝN. *Logistika*. Vyd. 2. přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 800102735x.
- [6] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2005. ISBN 8086031594.
- [7] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 8001034496.
- [8] HANIEFUDDIN, S, Shaik a Baba SHAMSHUDDIN a Shaik KHADAR. *Essentials of Logistics and Supply Chain Management*. Vyd. 2. LPH International, 2013. ISBN 9781105802812.
- [9] SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 8085605872.
- [10] PERNICA, Petr. *Logistický management: teorie a podniková praxe*. Vyd. 1. Praha: Radix, 1998. ISBN 8086031136.
- [11] LAI, Kee-hung. a T. C. E. CHENG. *Just-in-time logistics*. Burlington, VT: Gower, 2009. ISBN 9781317109723.
- [12] LU, David John. *Kanban just-in-time at Toyota: management begins at the workplace*. Rev. ed. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 1989. ISBN 9780915299485.

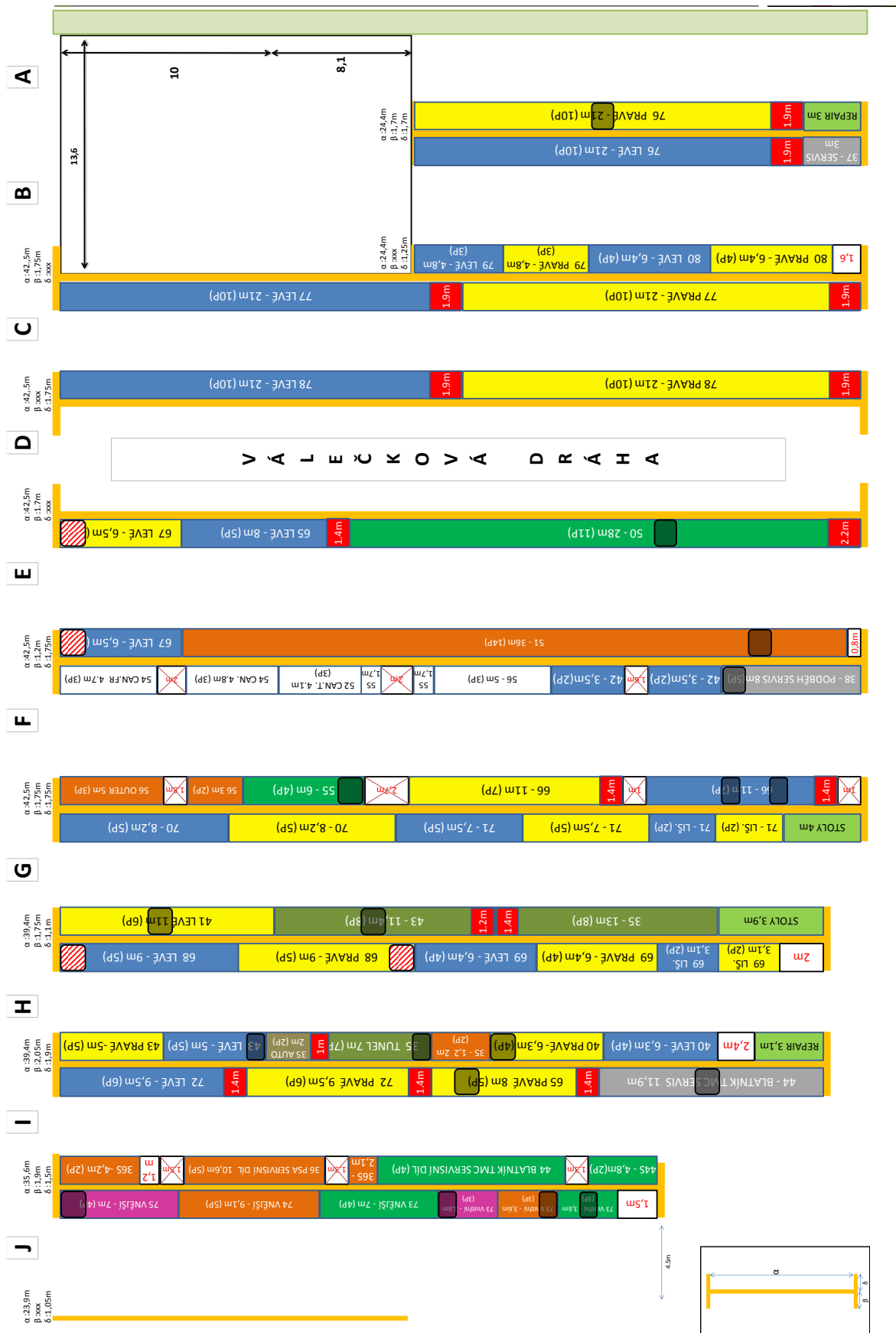
- [13] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 9788024714790.
- [14] MONDEN, Yasuhiro. *Toyota Production System An Integrated Approach to Just-In-Time*. Second Edition. Boston, MA: Springer US, 1993. ISBN 9781461597162.
- [15] LAMBERT, Douglas M. a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000. Business books (Computer Press). ISBN 8072262211.
- [16] TER-MANUELIANC, Antonín. *Matematické modely řízení zásob*. 1. vyd. Praha: Institut řízení, 1980.

7 Přílohy

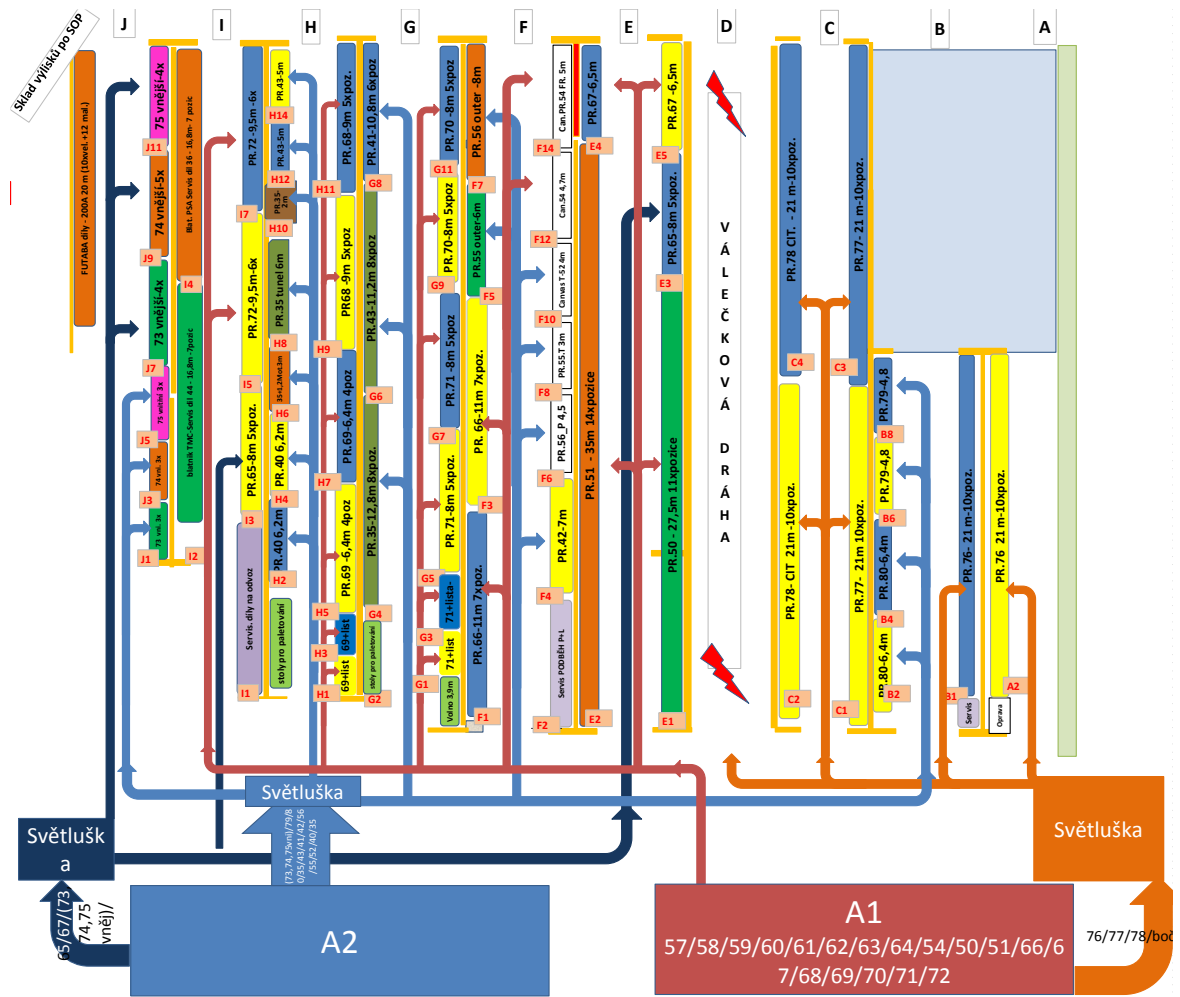
Seznam příloh

Příloha 1 – Layout aktuálního rozložení skladu – vlastní zpracování	77
Příloha 2 – Plán zavážení skladu ze strany lisovny – vlastní zpracování	78
Příloha 3 – Plán zavážení skladu ze strany svařovny – vlastní zpracování	79
Příloha 4 – Vyznačení přesouvaných programů – vlastní zpracování.....	80
Příloha 5 – Výsledný stav skladu po uvolnění 100 m ² – vlastní zpracování.....	81
Příloha 6 – Návrh na maximální úsporu plochy – vlastní zpracování.....	82
Příloha 7 – Tok materiálu oddělením – Vlastní zpracování	83

Příloha 1 – Layout aktuálního rozložení skladu – vlastní zpracování

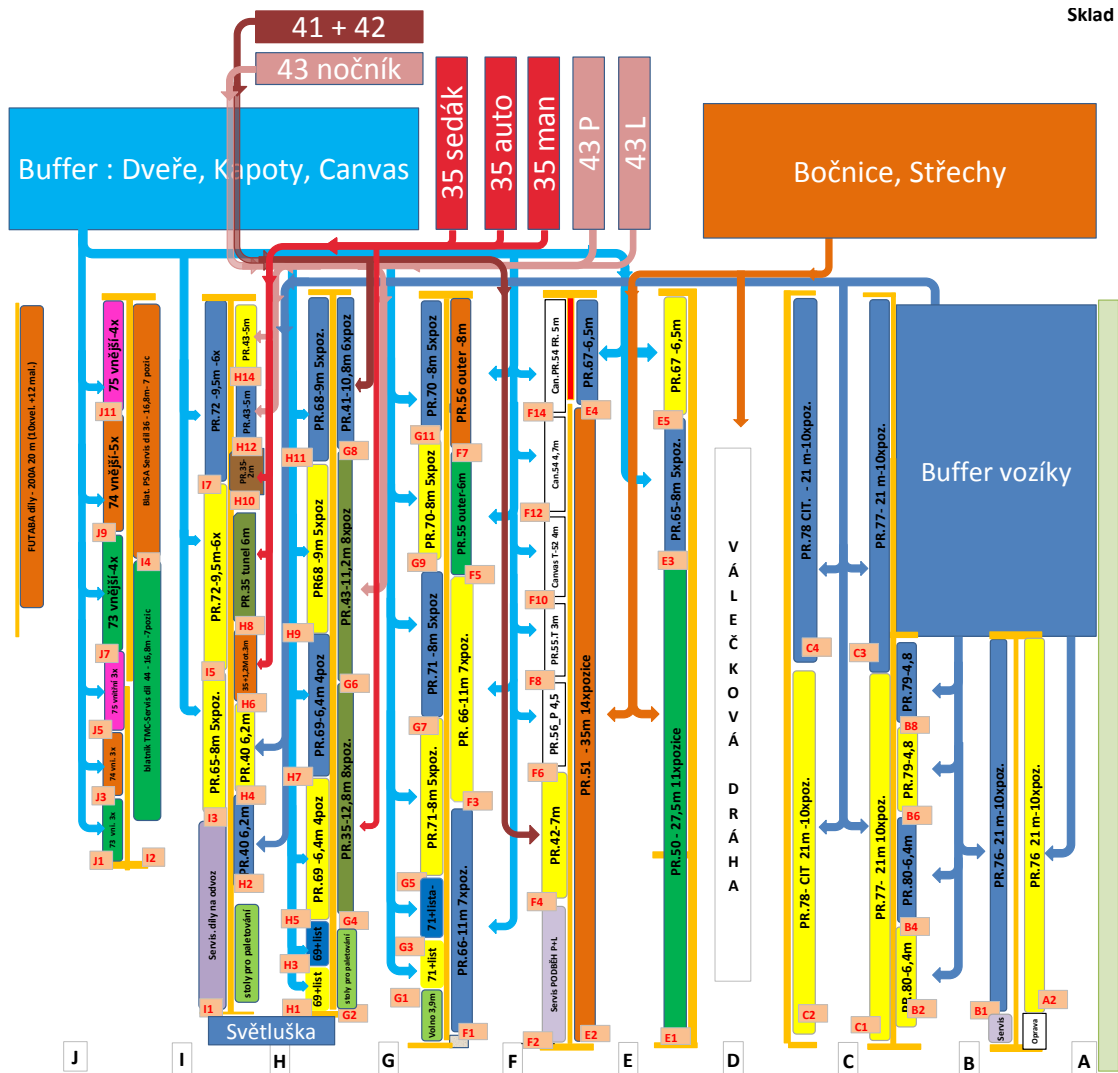


Příloha 2 – Plán zavážení skladu ze strany lisovny – vlastní zpracování

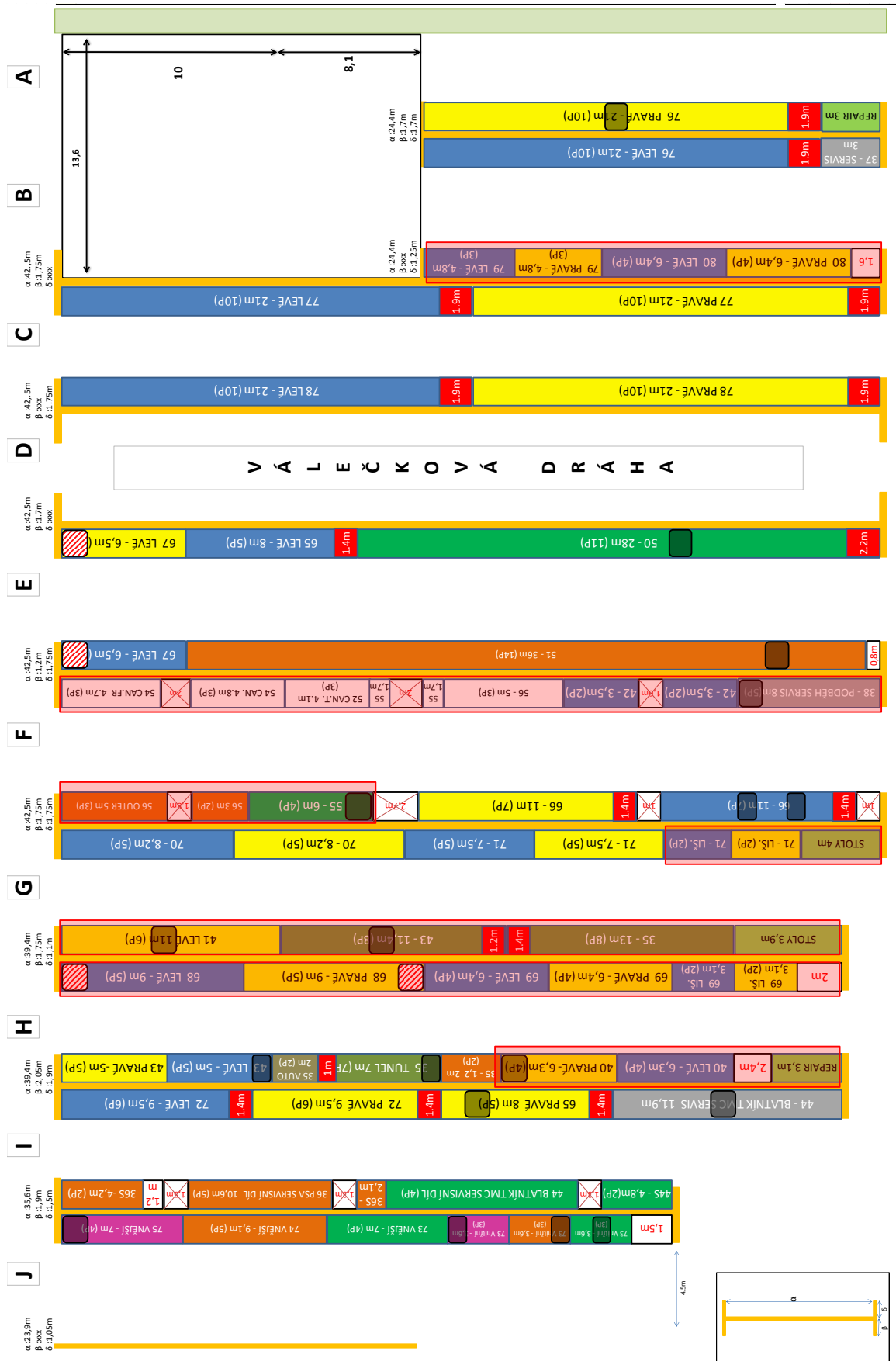


Příloha 3 – Plán zavážení skladu ze strany svařovny – vlastní zpracování

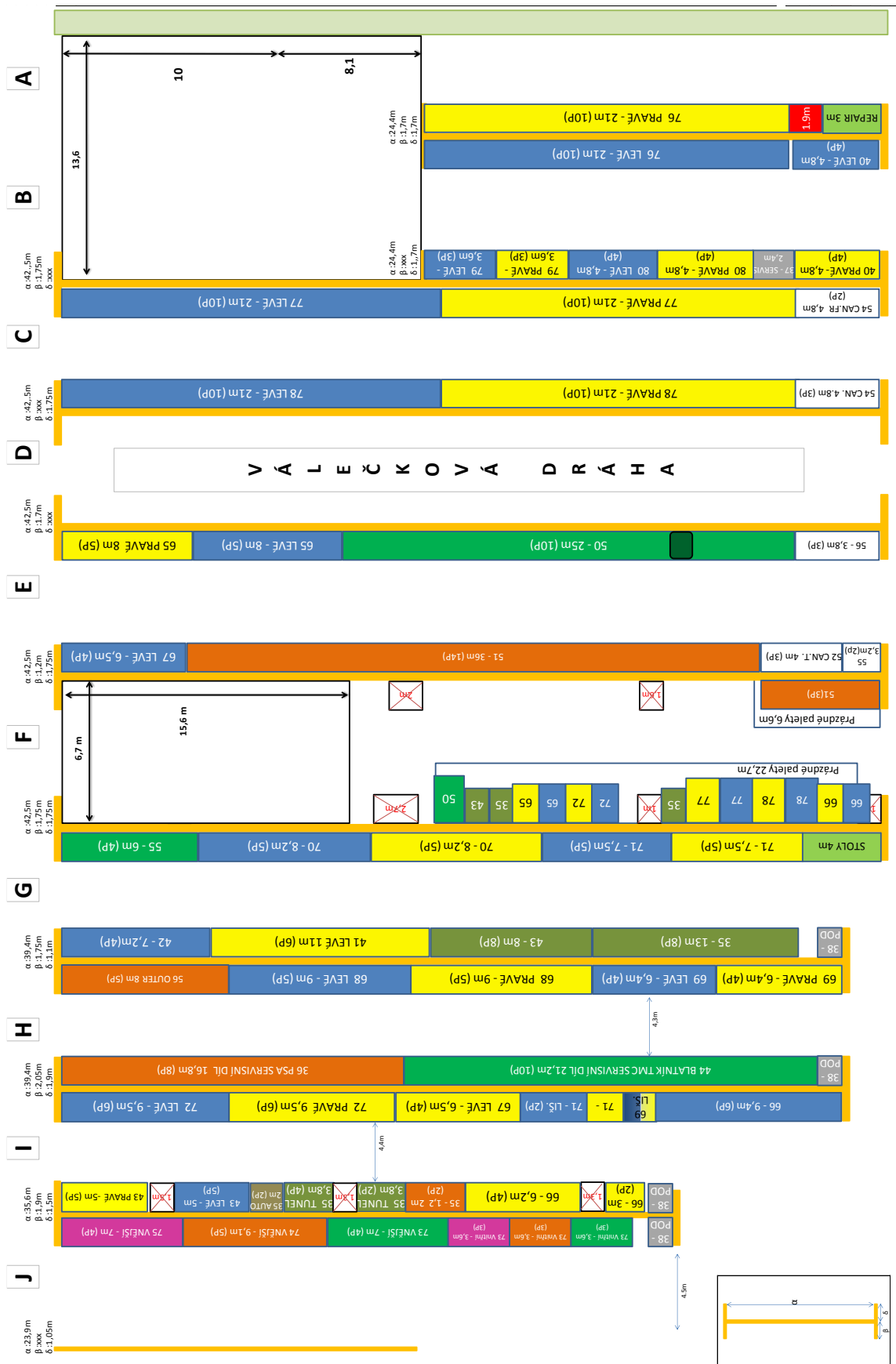
Sklad



Příloha 4 – Vyznačení přesouvaných programů – vlastní zpracování



Příloha 6 – Návrh na maximální úsporu plochy – vlastní zpracování



Příloha 7 – Tok materiálu oddělením – Vlastní zpracování

