

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výpočet potřebné velikosti zásob

Autor: **Jan MIKESKA**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan MIKESKA**
Osobní číslo: **S19B0066P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Výpočet potřebné velikosti zásob**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Druhy zásob
2. Zásobování výroby a analýza velikosti zásob
3. Frekvence zásobování výroby
4. Výpočet potřebné velikosti zásob
5. Závěr a ekonomické vyhodnocení

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **0 výkresů**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

SYNEK, Miloslav, KISLINGEROVÁ, Eva a kol. *Podniková ekonomika*. 6. přepracované a doplněné vydání. Praha: C. H. Beck, 2015. 560 s. ISBN 978-80-7400-274-8.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, VALSA, Ondřej. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. Praha: C. H. BECK, 2012. 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

SIXTA, Josef, ŽIŽKA, Miroslav. *Logistika : metody používané pro řešení logistických projektů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

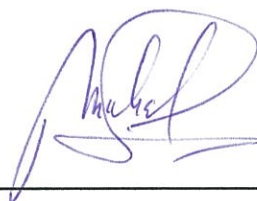
VALLESPER, Bruno, ed. a Alix, THECLE, ed. *Advances in production management systems: New challenges, new approaches: IFIP WG 5.7 international conference: APMS 2009, Bordeaux, France, September 21 – 23, 2009: revised selected papers*. Berlin: Springer, 2010. xvii, 671 s. IFIP advances in information and communication technology, 338. ISBN 978-3-642-16357-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Konstantin Novikov**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali s vypracováním bakalářské práce. Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Konstantinu Novikovovi za rady a trpělivost při zpracovávání této práce. Děkuji firmě IAC Přeštice 2 a především Rostislavovi Moravcovi za poskytnuté materiály. Především chci ale poděkovat své rodině za podporu při studiu a za skvělé podmínky během studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Mikeska	Jméno Jan	
STUDIJNÍ OBOR	B0715A270013 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Výpočet potřebné velikosti zásob		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	65	TEXTOVÁ ČÁST	65	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se zabývá problematikou zásob a zásobování v podniku. V úvodní části jsou popsány teoretické základy pro zpracování práce. Podrobně je poté popsána metoda kanban, u které je srovnáno několik možných vzorců pro výpočet počtu kanbanových karet, ze kterých je vyjádřen vzorec obsahující všechny hlavní parametry. Ten je pak srovnán v praktické části se vzorcem používaným ve firmě IAC Přeštice 2.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>zásoba, zásobování, výpočet, analýza, kanban, vzorec</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Mikeska	Name Jan	
FIELD OF STUDY	B0715A270013 “Department of Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Calculation of the required stock size		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2021
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	65	TEXT PART	65	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis deals with the issue of inventory and supply in the company. The introductory part describes the theoretical foundations for work processing. The kanban method is then described in detail, in which several possible formulas for calculating the number of kanban cards are compared, from which a formula containing all the main parameters is expressed. This is then compared in the practical part with the formula used in the company IAC Přeštice 2.
KEY WORDS	stock, supply, calculation, analysis, kanban, formula

Obsah

Úvod.....	3
1 Zásoby.....	4
1.1 Funkce zásob.....	4
1.2 Druhy zásob.....	5
1.2.1 Skupiny zásob dle zpracování.....	5
1.2.2 Zásoby z hlediska operativního řízení.....	6
1.2.3 Zásoby z hlediska signalizace stavu zásob.....	6
1.3 Náklady na zásoby.....	7
1.4 Řízení zásob.....	8
1.5 Analýzy zásob.....	10
1.5.1 Analýza ABC.....	10
1.5.2 Analýza XYZ.....	12
2 Zásobování výroby.....	13
2.1 Způsoby zásobování výroby.....	13
2.2 Kanban.....	14
2.3 Just In Time.....	17
2.4 Konsignační sklad.....	20
2.5 Řízení plánem.....	21
2.6 Zásobování odvolávkou.....	22
2.7 Milk run.....	22
3 Frekvence zásobování výroby.....	24
3.1 Systémy řízení zásob.....	24
3.2 Velikost zásob.....	26
3.3 Parametry zásob.....	29
3.4 Dodávkový cyklus.....	30
4 Výpočet potřebné velikosti zásob.....	31
4.1 Výpočet kanbanových karet.....	31
4.2 Analýza ovlivňujících veličin.....	33
4.3 Tabulka závislostí vzorců na veličinách.....	38
4.4 Návrh výpočtu a jeho zpracování v MS Excel.....	40

5 Použití vzorce v praxi.....	45
5.1 Společnost IAC Group.....	45
5.2 Závod IAC Přeštice 2.....	45
5.3 Kanbanové karty v IAC.....	47
5.4 Aplikace vzorce v PROJEKT SK370.....	48
6 Závěr.....	52
Seznam literatury.....	53
Seznam internetových zdrojů.....	54
Seznam obrázků.....	57

Úvod

Tato bakalářská práce se bude věnovat zásobám v podniku, zásobování výroby a výpočtem potřebné velikosti zásob. Nejdříve si v teoretické části definujeme pojem zásoby, představíme si jejich druhy a dále si uvedeme možné způsoby analýzy zásob. V další části práce si definujeme způsoby zásobování výroby a frekvenci zásobování.

Praktická část se bude zabývat metodou kanban. Uvedeme si několik možných způsobů výpočtů kanbanových karet společně s jejich veličinami. Následně vytvoříme vzorec pro výpočet počtu kanbanových karet. V tomto vzorci využijeme nejvíce se opakující veličiny podle tabulky závislostí vzorců na veličinách, kterou jsme si vytvořili. V poslední fázi práce aplikujeme vzorec ve společnosti IAC Přeštice 2 a výsledek porovnáme se vzorcem používaným ve firmě.

1 Zásoby

Řízení zásob je věnována pozornost již několik desetiletí. Management podniku si stále více uvědomuje, že dobré řízení zásob může přispět ke zlepšení podnikových výsledků. Přístup k zásobám se však neustále vyvíjí. Zatímco v 60. letech byl kladen důraz na dostupnost zásob a veškerá snaha byla upřena na otázku: “Proč je naše zásoba vždy vyčerpateľná?”, v 70. letech vyvolalo zájem zjistit, proč je v podniku uloženo v zásobách tolik kapitálu. Řešení se hledalo v aplikaci matematicko-statistických metod, prognostických metod a větším využití počítačů. Díky prudkému vývoji výpočetní techniky byly poprvé aplikovány integrální automatizované systémy řízení, jejichž příkladem je plánování potřeby materiálu a kapacit. V 80. letech se ukázalo, že podstatných zlepšení je možno dosáhnout nejen dokonalejším řízením zásob a propracovanou metodikou plánování, ale též celý logistický proces může být řízen jako jeden integrální systém v kombinaci se zvýšením flexibility celé organizace. Příkladem je japonská filozofie Just in time (JIT/”Právě včas”) s pojmy jako Zero inventory (Nulové zásoby), Zero defects (Nulové vady) a komplexní řízení jakosti (Total Quality Control/TQC). Redukce přestavovacích časů, snížení procenta vad díky komplexnímu řízení kvality, multifunkčně kvalifikovaní pracovníci a robotizace – to jsou metody, které se ve velké míře začaly používat k řešení problémů (příliš) velkého objemu zásob a nepružných výrobních procesů. [1]

Pod pojmem zásoby rozumíme především pracovní předměty, které byly pořízeny výrobním podnikem za účelem jejich budoucího zpracování ve výrobek, ale v časovém okamžiku sledování buď ještě vůbec nebyla na nich vykonána žádná technologická operace, pak hovoříme o zásobách materiálu a nakupovaných dílů; nebo již byla na nich vykonána určitá část technologických operací, ale zatím to není hotový výrobek, pak hovoříme o zásobách rozpracované výroby; nebo již byly vykonány všechny potřebné technologické operace a vznikl nový výrobek, který ovšem zatím nebyl prodán zákazníkovi, pak hovoříme o zásobách hotových výrobků. [3]

Technicky je ve výrobní praxi rozlišován:

- materiál základní – tj. látka, z níž je výrobek zhotoven; tato látka tvoří věcný základ výrobku,
- materiál pomocný – tj. který zabezpečuje náležitý průběh výrobního procesu nebo přispívá k tomu, aby výrobek získal určité vlastnosti (např. oleje, mazadla, pohonné hmoty, barvy, laky, lepidla, obaly, atd.). [4]

Do zásob se zahrnují také nositelé energie a pomocné materiály (plyny, pevná paliva, atd.). V cizí literatuře se někdy do zásob zahrnuje také část pracovních prostředků, (například nářadí), nebo dokonce i samotné stroje a zařízení, pod pojmem „Inventory“. [3]

1.1 Funkce zásob

Zásoby jsou funkčním zbožím vyskytujícím se v určitém bodě toku materiálu. Základní funkcí zásob je rozdělení odsunu - přísunu zboží (rozdělení poptávky - nabídky) tak, aby došlo k přistižení možných rozdílů rychlostí proudění těchto dvou toků.

Kromě této základní funkce zásob rozlišujeme ještě další dvě funkce:

- služba strategickým zájmům (tj. udržování zásoby jako pojistky proti nepředvídatelným pohromám, jako je zemětřesení, války, embargo),
- využití jako prostředku spekulace (tj. vytvoření zásoby v očekávání, že se v budoucnu ceny zvýší). [1]

Pokud se rozhodneme udržovat zásobu, pak by tato zásoba měla mít jasnou funkci. Udržovat zásobu nikdy nesmí být samo o sobě cílem. Konečným cílem je optimálně posloužit zákazníkům a přitom se snažit minimalizovat prostředky investované do zásob a náklady na zásoby. [1]

Zásoby mají v podniku několik základních funkcí, které jsou následující:

- geografická,
- vyrovnávací a technologická,
- spekulativní. [5]

1.2 Druhy zásob

Zásoby zahrnují dvě velké skupiny:

- zásoby nakupované od dodavatelů, tj. především skladovaný materiál a zboží,
- zásoby vyrobené vlastní hospodářskou činností, tj. (hotové výrobky, nedokončená výroba včetně polotovarů) a zvířata (určitého charakteru určení). [5]

1.2.1 Skupiny zásob dle zpracování

a) Materiál

Suroviny, pomocný materiál, náhradní díly, obaly a obalové materiály. Materiál představuje veškeré suroviny, které vstupují do výrobního procesu a jsou součástí konečného výrobku. Stejně tak tato položka představuje vše, co umožňuje podniku zajišťovat výrobní proces.

b) Nedokončená výroba a polotovary

Materiál, který již byl částečně opracován. Tato položka je mezistupněm mezi materiálem a hotovým výrobkem. Veškeré produkty, které již prošly výrobním procesem a nelze je považovat za materiál, ale ani za hotový výrobek, tvoří nedokončenou výrobu.

c) Výrobky - finální produkt

Výrobky jsou konečným produktem podniku. Tyto výrobky tak představují vlastní výrobu, která je v konečné fázi určena k prodeji, nebo spotřebě uvnitř daného podniku.

d) Zvířata

Mladá chovná zvířata, zvířata ve výkrmu, kožešinová zvířata, ryby, včelstva, hejna slepic apod.

e) Zboží

Produkty zakoupené za účelem následného prodeje v nezměněné podobě. [5]

1.2.2 Zásoby z hlediska operativního řízení

Z hlediska operativního řízení zásob má význam jejich klasifikace podle jejich funkčních složek. Z tohoto hlediska hovoříme o běžné (obratové) zásobě, pojistné zásobě, technické zásobě, sezónní zásobě, havarijní zásobě apod. [6]

a) Běžná (obratová) zásoba

Rozumíme jí tu část zásob, která kryje potřeby (požadavky na výdej materiálu) v období mezi dvěma dodávkami. V průběhu dodacího cyklu (vzdálenost mezi dodáním dvou po sobě následujících dodávek) kolísá tedy její stav mezi maximální zásobou (stavem bezprostředně po dodávce) a minimální (resp. pojistnou) zásobou. Průměrná běžná zásoba se v podmínkách blízcích se plynulé a rovnoměrné spotřebě rovná polovině průměrné dodávky. [6]

b) Pojistná zásoba

Pojistná zásoba má krýt především odchylky:

- v průběhu spotřeby,
- ve výši dodávek,
- v délce dodávkového cyklu. [6]

Jištění pojistnou zásobou je třeba zajistit zejména u položek, které mají rozhodující vliv na strukturu spotřeby a jejich nedostatek působí poruchy ve výrobním organismu. [6]

c) Technická zásoba

Rozumí se jí množství materiálu, které má krýt potřebu nezbytných technologických požadavků na přípravu materiálu před jeho použitím ve vlastním procesu transformace. Typickými příklady jsou vysychání dřeva, zrání odlitků, z čehož je zřejmé, že jde většinou o zajištění standardní jakosti vstupujícího materiálu pro celou výrobní dávku. Je dána technickými parametry technologických zásad. [6]

d) Sezónní zásoba

Je to zásoba, která slouží ke krytí potřeby, pokud:

- probíhá rovnoměrně během celého roku, ale zásobu je možno doplňovat jen v určitém období (v sezóně);
- nebo naopak spotřeba je sezónní, ale zásobu je nutno vytvářet postupně;
- nebo se jedná o sezónní předzásobení sezónní spotřeby. [6]

e) Havarijní zásoba

Vytváří se tam, kde by nedostatek materiálu mohl způsobit závažné poruchy v celém výrobním procesu. Je typická např. pro určité druhy náhradních dílů v elektrárnách apod. [6]

1.2.3 Zásoby z hlediska signalizace stavu zásob

Z hlediska signalizace stavu zásob a kapacitních propočtů při projektování logistiky jsou nejdůležitější údaje o minimální a maximální zásobě, popř. průměrné či optimální. [6]

a) Maximální zásoba

Představuje výši stavu zásob v okamžiku nové dodávky. [6]

b) Minimální zásoba

Představuje naopak stav zásoby před dodáním další dodávky, pokud byla vyčerpána běžná zásoba. Je dána výší relativně stálé složky zásob nebo jejich součtem (zásoba pojistná + technická + havarijní). [6]

Aby výčet termínů byl úplný, zmíníme se ještě o objednacích a nevyužitých zásobách.

c) Objednacích zásoba

Zásoba, která představuje takovou výši zásoby, kdy je nezbytné zajistit dodávku tak, aby byla dodána nejpozději v okamžiku, kdy skutečná zásoba dosáhne minimální (pojistné) zásoby. Zahrnuje tedy všechny relativně stálé složky (pojistnou, technickou, havarijní) a část běžné zásoby, která uspokojí potřebu do dodání nové dodávky. [6]

d) Nevyužitých zásoba

Zásoba, která může mít charakter zásoby nepotřebné, tj. zásoby, která nemůže být podnikem využita, a proto je třeba ji likvidovat prodejem apod., event. jde o zásoby nad stanovenou standardní výší běžné zásoby, zvýšené o pojistnou či minimální (technickou, havarijní) zásobu. [6]

1.3 Náklady na zásoby

Důležitou charakteristikou kvality hospodaření se surovinami a materiálem je výše a struktura materiálových nákladů. Materiálové náklady zahrnují nejen hodnotu spotřebovaných surovin a materiálů (vlastní materiál), ale též náklady spojené s dopravou a manipulací, se skladováním a provozem nákupního útvaru a skladováním hospodářství (součást režijních nákladů). [4]

Náklady, které jsou spojené s udržováním zásob, dosahují průměrně ročně až 15% jejich průběžné hodnoty. [4]

Tím, že držíme nebo nedržíme zásoby, mohou vznikat následující druhy nákladů:

- objednacích náklady,
- náklady svázané s držetím zásob,
- náklady vyplývající z vyčerpávání, tzv. deficitu zásoby (z toho, že musíme říci "nemáme"). [1]

a) Objednacích náklady

Náklady, které se vztahují k pořízení dávky na doplnění zásoby; podle okolností se týkají externího nákupu nebo zakázky pro vlastní výrobu.

Při nákupu do nich patří zejména náklady spojené s přípravou a umístěním objednávky (například výběr dodavatele, jednání o dodacích podmínkách a ceně, vystavení a doručení objednávky a její evidence), dopravní náklady (jen pokud nejsou zahrnuty v ceně), náklady na přejímku, kontrolu a uskladnění dodávky, náklady na zaevidování příjmu zboží, náklady na likvidaci a úhradu faktury.

Při výrobě patří do objednacích nákladů náklady na všechny administrativní práce spojené s přípravou zakázky a s vydáním výrobního příkazu, náklady na přípravné (dávkové) časy, přestavovací náklady (na přestavování nebo seřizování výrobních prostředků), případné náklady na náběh výroby, náklady na kontrolu výrobků, náklady na příjem do skladu a na jeho zaevidování. [1]

b) Náklady na držení zásoby

Tyto náklady mají tři složky: náklady na úroky, náklady na skladový prostor a na správu zásob, náklady z rizika. Jde o roční náklady. Jedná se o:

- náklady na úroky,
- náklady na skladový prostor a na správu zásob zahrnují všechny náklady spojené s provozováním skladu a s evidencí zásob (budovy, skladovací a manipulační zařízení, výpočetní technika, mzdy všech pracovníků, energie, údržba a opravy, ostraha, pojištění budov a zásob). Tyto náklady jsou do určité míry závislé na velikosti zásoby, ale mívají velkou fixní složku,
- náklady z rizika se obvykle odhadují jako určité procento z hodnoty průměrné zásoby. Toto procento je diferencováno podle očekávané průměrné doby skladování. [1]

c) Náklady z deficitu

Vznikají, když nestačí okamžitá skladová zásoba k včasnému uspokojení všech požadavků odběratelů. U poptávky externích odběratelů (zákazníků) může být důsledek deficitu dvojitý:

- vznikne včas nesplněná zakázka (back-order), jejíž evidování a dodatečné vyřízení vyvolává přídatné administrativní, vychystávací a většinou i dopravné náklady. Někdy může naopak jít o vícenáklady, spojené se snahou dodat i při vyčerpání zásob včas (například přesčasové práce, dražší rychlý způsob dopravy),
- zákazník objednávku zruší a realizuje nákup jinde. Dojde tak ke ztrátě části objemu prodeje a tím ke zmenšení krytí fixních nákladů a ke snížení zisku. [1]

1.4 Řízení zásob

Důležitou činností pro úspěšné zajištění výrobních procesů zejména surovinami, materiálem, polotovary je řízení zásob. Jde nejen o vlastní organizátorskou a evidenčně administrativní činnost, ale i o velikost skladovacích prostorů, jejich umístění, propustnost dopravní sítě, kapacitu dopravních zařízení atd. Při řešení všech těchto otázek se může využívat řada matematických i statistických metod, jako např.: teorie zásob, diagram minima-maxima, odběrový diagram, metody ABC, IMPACT, MINCOS atd. Mnohé z těchto metod jsou úzce spojeny s využíváním výpočetní techniky. [4]

Řízení zásob je činnost, jejímž cílem je udržovat zásoby na úrovni potřebné k vyrovnávání časového a množství nesouladu mezi procesem výroby u dodavatele a procesem spotřeby u odběratele.

Proces řízení zásob rozdělujeme na:

- strategické řízení,
- operativní řízení.

Strategické řízení zásob (nebo též „finanční“ řízení zásob) spočívá v určování objemu finančních zdrojů, které může firma dlouhodobě vyčlenit na financování zásob.

Naproti tomu operativní řízení zásob představuje samotné pořizování a udržování konkrétních druhů zásob na skladě nebo v prodejnách pro potřeby vnějších zákazníků (odběratelů) nebo i tzv. vnitřních zákazníků, tedy vlastního výrobního útvaru. [20]

Mezi systémy řízení zásob patří například:

a) Systém řízení zásob poptávkou

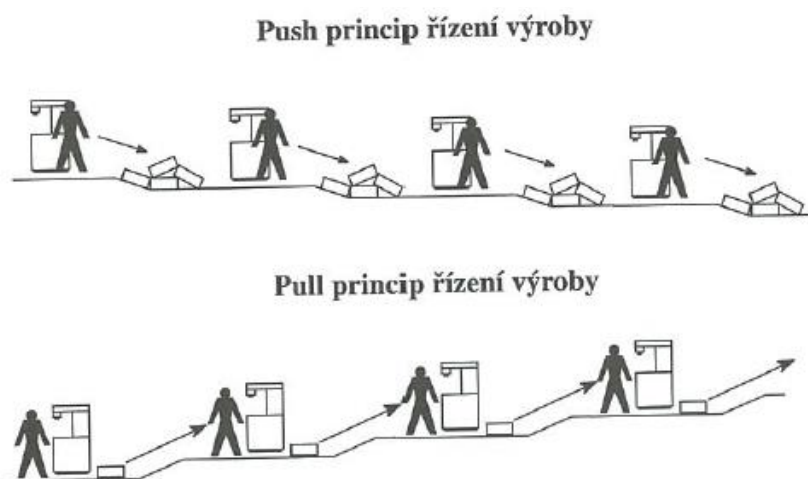
Jedná se o "pull" systém neboli tažný systém, což znamená, že zásoby jsou doplňovány v případě potřeby - tj. v okamžiku, kdy disponibilní množství hmotných prostředků na skladě klesne pod předem stanovenou minimální mez (Obrázek 1-1). [5]

Plánovací a řídicí princip pull („tahat“) uplatňovaný v lean managementu znamená, že výrobní zakázky procházejí výrobou v souladu s principem „dodej dle požadavku“, ve kterém je každý pracovník na určitém výrobním stupni odpovědný za zajištění požadavků navazujících výrobních stupňů. Následující výrobní stupeň se tak pro předcházející výrobní stupně stává interním zákazníkem, jehož požadavky musí být za všech okolností uspokojeny. [9]

Hlavní předností pull systému plánování a řízení výroby je výrazné snížení výrobních nákladů v důsledku snížení mezioperačních zásob a zkrácení průběžných dob výroby. [9]

b) Systém řízení zásob plánem

Jedná se o "push" systém neboli tlačný systém, což znamená, že zásoby jsou doplňovány v jednotlivých časových obdobích na základě plánu. Nevychází se tedy ze skutečné poptávky, ale z plánovaných potřeb (Obrázek 1-1). [5]



Obrázek 1-1 Principy řízení výroby [9]

c) Kombinovaný systém řízení zásob

Tento systém spočívá v kombinaci výše uvedených systémů. Na určitých segmentech trhu nebo v určitých časových obdobích bude přirozenější provádět tažnou strategii (pull), zatímco na jiných segmentech trhu a v jiném časovém intervalu tlačnou strategii (push). Systém je možné využít, je-li nezbytná pružná reakce na podmínky prostředí nebo na časový faktor. [5]

1.5 Analýzy zásob

Východiskem logistického řešení zásobování strojírenského výrobního podniku by měla být diferenciací pro výrobu potřebných materiálů a nakupovaných dílů podle následujících kritérií:

- cena jednotkového množství materiálu, nebo nakupovaného dílu příslušného sortimentního druhu,
- množství příslušného sortimentálního druhu, potřebné pro celoroční výrobu,
- pravidelnost potřeby příslušného sortimentálního druhu materiálu, nebo nakupovaného dílu,
- frekvence potřeby příslušného sortimentálního druhu materiálu, nebo nakupovaného dílu,
- geometrické rozměry (velikost) a hmotnost jednotkového množství příslušného sortimentálního druhu materiálu, nebo nakupovaného dílu. [3]

Vhodným nástrojem pro výše uvedenou diferenciaci sortimentálních druhů materiálů a nakupovaných dílů je metoda ABC, prováděná vícedimenzionálně, tj. jako například:

- **ABC** – kritériem pro zařazení jednotlivého sortimentálního druhu materiálu do skupiny A, nebo B, nebo C, je velikost roční hodnoty finančních prostředků, které je nutné vynaložit na zabezpečení výroby tímto sortimentálním druhem,
- **XYZ** – kritériem pro zařazení jednotlivého sortimentálního druhu materiálu do skupiny X, nebo Y, nebo Z je pravidelnost jeho potřeby ve výrobě,
- **LMN** – kritériem pro zařazení jednotlivého sortimentálního druhu materiálu do skupiny L, nebo M, nebo N je časový interval mezi dvěma zakázkami, ve kterých je daný materiál požadován,
- **RST** – kritériem pro zařazení jednotlivého sortimentálního druhu materiálu do skupiny R, nebo S, nebo T je obtížná skladovatelnost, tj. velký rozměr, nebo velká hmotnost a tím nemožnost využít ke skladování standardního skladového a manipulačního zařízení. [3]

1.5.1 Analýza ABC

Metoda ABC je jednoduchá a při vhodném uplatnění velmi efektivní racionalizační metoda. Její podstata spočívá v rozčlenění prvků určitého souboru na tři skupiny podle míry, jíž se prvky souboru podílejí na celkovém objemu zvoleného kvantitativního znaku. Jednotlivé skupiny prvků jsou zpravidla označovány písmeny A, B, C. Do skupiny A je zařazen relativně malý počet prvků s vysokým podílem na celkové hodnotě, podíl prvků skupiny B odpovídá jejich počtu a do skupiny C jsou zařazeny zbývající prvky souboru s malým podílem na celkové hodnotě. Skupina C bývá nejpočetnější. Se soubory tohoto typu se lze setkat velmi často. Například v řízení strojírenské výroby jsou typickým příkladem takových souborů soubory

zásob, spotřeby materiálu a výrobních položek (součástí). Analýzy těchto souborů ukazují, že například u typických strojírenských podniků 2-5% materiálových položek skupiny A zpravidla představuje až 80% celkové hodnoty materiálové spotřeby, 15% položek skupiny B se podílí asi 15% na celkové hodnotě a na zbývajících 80% položek připadá asi 5% z celkové hodnoty spotřeby materiálu. [9]

Analýza ABC je založena na Paretově zákonitosti (tzv. pravidlu 80/20), která říká, že často 80% důsledků vyplývá z 20% všech možných příčin. (Uvedené rozdělení samozřejmě neplatí absolutně; pro konkrétní případy mohou být tyto hodnoty jiné, jejich součet nemusí být 100%.) [1]

Ukazuje se, že podobné zákonitosti platí i pro podniky a jejich sortiment. Uvedeme několik příkladů:

- malá část položek tvoří většinu hodnoty spotřeby;
- velký podíl nákladů na zásoby způsobuje malá část sortimentu;
- velká část hodnoty nákupu se odebírá od malého počtu odběratelů;
- značná část tržeb pochází od malého podílu počtu odběratelů;
- velký podíl počtu výdejů ze skladu se týká malé části sortimentu;
- menší část výrobků vytváří značnou část zisku. [1]

Chceme-li analýzu ABC použít při řízení zásob, musíme projít dvěma základními kroky:

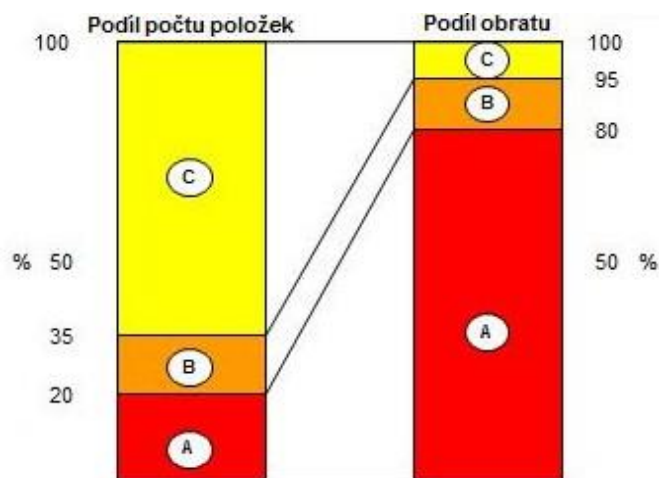
- rozdělení sortimentu do skupin,
- vytvoření pravidel řízení zásob pro jednotlivé skupiny sortimentu.

Písmena A,B,C představují tři třídy v pořadí snižující se důležitosti. V praxi se nemusíme nutně omezovat na tři třídy, naopak, obvykle je účelnější pracovat s větším počtem tříd. Kritéria pro klasifikaci musí být založena na rozsahu ovládané hodnoty kategorie a na vlivu, který má tato skupina na náklady na zásoby, na úroveň dodavatelských služeb a na příspěvek k zisku. [1]

Do skupiny A bude zařazeno poměrně málo sortimentálních druhů materiálů, jejichž roční hodnota má největší podíl na celkových ročních nákladech za nákup materiálu pro výrobu, dále sortimentální druhy s vysokou frekvencí potřeby, sortimentální druhy s pravidelně se opakující potřebou ve výrobě, sortimentální druhy s velkými geometrickými rozměry a s velkou hmotností jednotky množství (Obrázek 1-2). [3]

Kategorie B zahrnuje středně důležité položky zásob, které reprezentují dalších cca.15% hodnoty spotřeby nebo prodeje. K jejich řízení se používají jednodušší metody, často se objednávají agregovaně s dalšími položkami. Dodávky jsou ve srovnání s kategorií A méně časté. Velikost dodávek i pojistná zásoba jsou zpravidla vyšší než u položek kategorie A. U položek kategorie B se často uplatňuje řídicí systém založený na objednávání v pevných dávkách (P-systém) (Obrázek 1-2). [10]

Do skupiny C bude zařazeno poměrně mnoho sortimentálních druhů materiálů, jejichž roční hodnota má malý podíl na celkových ročních nákladech za nákup materiálu pro výrobu, dále sortimentální druhy s nízkou frekvencí potřeby, sortimentální druhy s nepravidelnou potřebou ve výrobě, sortimentální druhy s malými rozměry jednotkového množství a s malou hmotností jednotkového množství (Obrázek 1-2). [3]



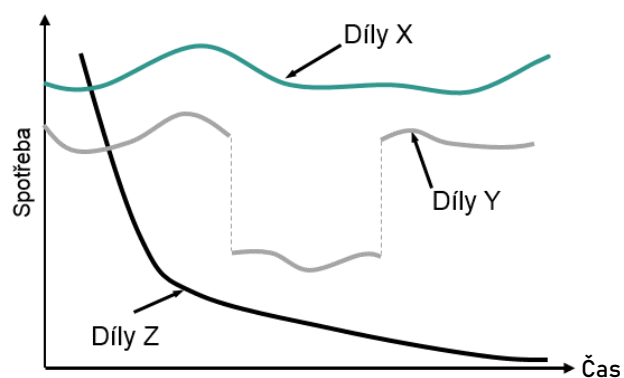
Obrázek 1-2 Analýza ABC [12]

1.5.2 Analýza XYZ

Analýza XYZ může být použita jako doplňková analýza k analýze ABC. Rozděluje položky do X, Y, Z tříd podle pravidelnosti spotřeby (Obrázek 1-3).

- díly X: Díly, u kterých je vysoká přesnost předpovědi = plynulá spotřeba,
- díly Y: Díly se střední přesností předpovědi = částečně plynulá spotřeba,
- díly Z: Nízká přesnost předpovědi = náhodná spotřeba.

Praktické využití této analýzy spočívá v informaci, že pro díly X stačí držet minimální pojistné zásoby, aniž by to mělo neblahý dopad na zásobování. Prostřednictvím matice ABC/XYZ je možné jednotlivým třídám druhů zboží přiřadit specifické strategie předzásobení/skladování a plánovací procesy. [13]



Obrázek 1-3 Analýza XYZ [13]

2 Zásobování výroby

Úkolem logistiky zásobování je dlouhodobě zabezpečovat fyzické obstarání materiálu a nakupovaných dílů v kvalitě a množství, které zaručí realizaci výrobního procesu tak, aby výsledkem tohoto procesu mohly být výrobky splňující požadavky zákazníků. [3]

Takovéto "zásobování" v užším slova smyslu zajišťuje v požadovaném množství a kvalitě suroviny, materiál, polotovary či nakupované výrobky. Dále provádí přejímku těchto dodávek včetně kontroly jakosti (vstupní kontrola), jejich skladování a v souladu s výrobními úkoly jejich předání na místo spotřeby (výroba). Současně sleduje i efektivnost využívání těchto dodávek. [4]

Význam zásobovací činnosti narůstá zejména:

- se zvyšováním podílu nakupovaných surovin, materiálů, polotovarů a dalších subdodávek (zpravidla růstem výroby nebo zvyšováním specializace a dělby práce),
- s rostoucí technickou složitostí a náročností finálních výrobků včetně náhradních dílů,
- se zvyšujícími se požadavky na kvalitu finálních výrobků nebo realizaci služeb, a to ve vztahu ke kvalitě vstupujících surovin, materiálů, polotovarů a subdodávek,
- při vyhledávání ekonomicky výrobních zdrojů dodávek (hlediska nákladovosti nebo realizace služby),
- se zaváděním automatizace pro zajištění plynulosti výrobních procesů,
- se vznikem nových druhů surovin a materiálů i se zvyšováním jejich technických vlastností (parametrů). [4]

2.1 Způsoby zásobování výroby

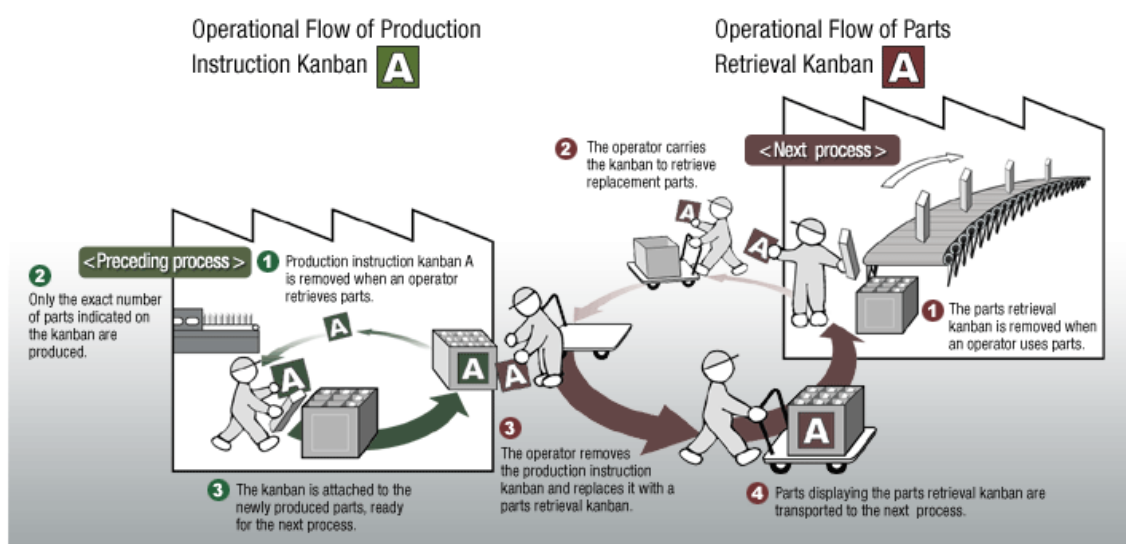
Způsoby zásobování výroby je výsledkem kombinace analýzy ABC a XYZ (Obrázek 2-1).

	A	B	C
X	Just in Time	Kanban	
Y	konsignační sklady	řízení plánem	
Z		řízení hladinami	

Obrázek 2-1 Kombinace ABC/XYZ

2.2 Kanban

Kanban (Obrázek 2-2) je flexibilní, na principech JIT vybudovaný samoregulační systém řízení výroby, používaný zejména v Japonsku. Základním informačním nosičem jsou zde kanbany (japonské označení pro štítek), plnící funkce objednávek a průvodek. Kanbanů je pro objednávání určitého typu dílu k dispozici pouze omezené množství, odpovídající povolené úrovni zásob rozpracovaných dílů a výrobků. Pracoviště, kterému dochází zásoba součástí určitého druhu, odešle objednávkový kanban spolu s prázdným přepravním kontejnerem pracovišti, které tyto součásti dodává. To kontejner naplní předepsaným počtem součástí a i s průvodním kanbanem jej vrátí objednateli. Objednané množství bývá velmi malé, například 1/10 denní potřeby. O dodávku takto vždy žádá následující pracoviště. Předcházející pracoviště objednávku musí splnit přesně co do množství i času. Při střetu více objednávek se uplatňuje pravidlo FIFO („první přišel, první odchází“). Přepravní kontejnery musí po vyřízení objednávky obsahovat předepsané množství dobrých součástí. Vadné součásti musí být okamžitě vyřazeny, popř. opraveny. Regulaci zásob rozpracovaných výrobků je možno uskutečňovat změnou počtu kanbanů v oběhu. [9]



Obrázek 2-2 Průběh kanbanu [5]

Při realizaci systému kanban je třeba dodržovat následující zásady:

- nevyrábět na sklad, vyrábět jen na základě objednávky, která je uvedena na kanbanové kartě,
- předat dodavateli kartu jako objednávku a objednané množství s touto kartou opět převzít,
- kartu vrátit jako další objednávku s potřebným předstihem,
- na základě objednávky navazujícího pracoviště (po proudu) mu předat požadované množství opět s kartou. [5]

Každá kanbanová karta představuje standardní počet vyrobených resp. spotřebovaných dílů v rámci výroby. Díky tomu lze velice jednoduše zkontrolovat podle počtu karet v oběhu stav zásob. Na základě přidání nebo odebrání kanbanu lze testovat pružnost výrobního systému a následně sledovat kritická místa. Následně je pak možné odhalit rezervy nebo nedostatky a učinit patřičné nápravy vedoucí ke zlepšení stávajícího stavu. [5]

System kanban je tažný (pull) systém, neboť potřebné nedokončené výrobky jsou „vtahovány“ na jednotlivá pracoviště podle jejich skutečné potřeby, nevznikají tak zásoby nedokončené výroby, a vyrábí se jen to, a tolik, kolik je potřeba. [5]

Předpoklady zavedení kanban systému:

- vyškolený, ale hlavně motivovaný personál,
- vysoký stupeň opakování výroby, bez velkých výkyvů v poptávce,
- vzájemně harmonizované kapacity,
- rychlé postupy přetypování zařízení,
- připravenost personálu v případě zvýšené poptávky dělat přesčasy (částečná pružnost kapacity),
- rychlé odstranění poruch by měli zvládnout dobře vyškolení operátoři zařízení,
- výkonná kontrola kvality přímo na pracovišti,
- připravenost managementu na všech úrovních delegovat pravomoci,
- správně navržený layout dílny, s tendencí k linkovému uspořádání (plynulé toky). [32]

Základní pravidla pro fungování kanban systému:

- personál následujícího procesu je povinen odebrat dílce z předcházejícího procesu, tak jak to předepisuje příslušná kanban karta (množství, typ...),
- výrobní personál může vyrábět jen to, co mu povoluje výrobní kanban karta,
- pokud na pracovišti nejsou k dispozici žádné kanban karty, nesmí být realizována žádná činnost (doprava, výroba),
- kanban karty jsou vždy přepravovány společně s paletami a dílci (kromě jejich návratu),
- výrobní personál odpovídá za to, že jen výrobky se stoprocentní kvalitou budou vloženy do palet pro následující proces; pokud se vyskytne chyba, následuje stop celého procesu a odstranění chyby tak, aby se nemohla opakovat,
- inicializační počet kanban karet musí být postupně redukován, provázanost procesů se musí zvyšovat, snížení zásob odkrývá problémy a umožňuje tak jejich eliminaci. [21]

Využívání systému kanban

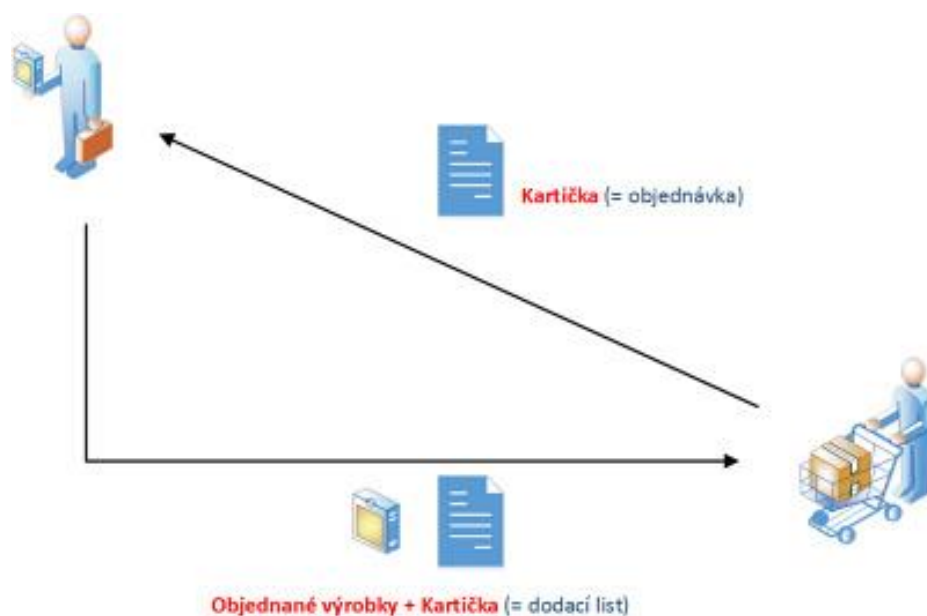
System kanban je realizovatelný hlavně ve velkosériové výrobě, s ustáleným odběrem výrobků. Nevhodný je v případech, kdy by docházelo k častým požadavkům na změnu finálních výrobků. Kanban vyrábí jen to, co je okamžitě nezbytně nutné pro operativní potřebu zákazníka. [5]

V systému kanban dodavatel neustále doplňuje zásoby podle skutečného denního odběru a spotřeby. Dodávky materiálů na linku se sledují a řídí pomocí oběhu sběrných skladových karet. [9]

Ve Škodě Auto systém kanban ještě více zdokonalili pomocí elektronické síťové podpory. Materiál je nyní označen čárovým kódem, takže jeho pohyb je sledovatelný na obrazovkách disponentů i skladníků. Odpadá pracné ruční vypisování listin a dokladů. Aby se mohl subdodavatel na dodávky řádně připravit (sehnat si materiál a rozvrhnout práci), dostává z automobilky s téměř měsíčním předstihem plánované počty odebíraných dílů. Objednávku poté disponenti automobilky každodenně upřesňují, tak aby dodávka sedla do posledního dílu. Je jasné, že disponent musí mít o svých obhospodařovaných položkách absolutní přehled. [9]

Shrnutí:

Název pochází z japonského slova „kan“ (karta) a „ban“ (signál). Jedná se o japonský systém dílenského řízení výroby. Podstata koncepce kanbanu je založená na poskytnutí pouze těch komponent ze strany dodavatele, skladu nebo výroby, které jsou zapotřebí v daném množství a v daném čase tak, aby neexistovaly žádné přebytečné inventáře. Princip kanbanu vychází z předpokladu, že je možné rozdělit pracoviště na prodáváče a kupující (Obrázek 2-3), přičemž je současně přesně definován okruh pracovišť, která si dodávají a odebírají materiál. O tom, jaké části budou jednotlivá pracoviště potřebovat, informují štítky (kanban), které cirkulují v rámci jednotlivých dílen. [15]



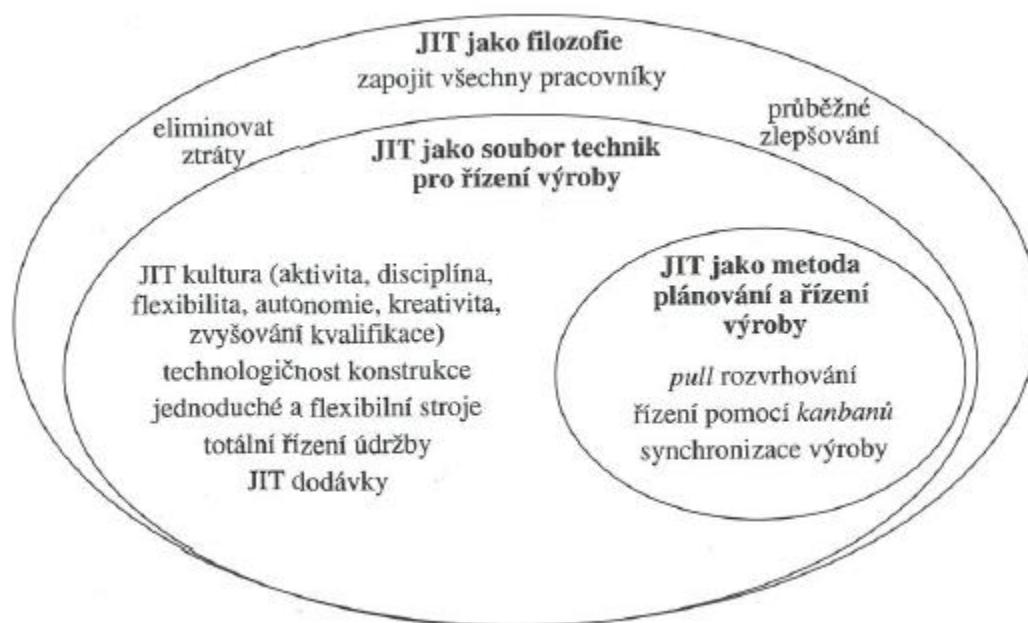
Obrázek 2-3 Princip kanbanu [12]

2.3 Just In Time

Koncept řízení výroby just-in-time byl vytvořen a poté uplatňován v řízení výroby počátkem a v průběhu 70. let v Japonsku, v USA a v západní Evropě. Základní ideou JIT je výroba pouze nezbytných položek v potřebné kvalitě, v nezbytných množstvích, v nejpozději přípustných časech. JIT je orientován na eliminaci pěti základních druhů ztrát, plynoucích z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. K aplikaci JIT je v zásadě možno přistupovat trojím způsobem:

- JIT je chápán jako firemní filosofie řízení výroby, případně i v celém průřezu činností podniku, kde cílem je průběžné zlepšování a eliminace ztrát cestou aktivizace všech pracovníků,
- JIT je aplikován v řízení výroby formou souboru technik, jejichž využívání je pro JIT typické,
- v řízení výroby jsou implementovány i plánovací principy JIT. [9]

Tyto tři přístupy je zároveň možno chápat jako hierarchii na sebe navazujících aplikačních vrstev (Obrázek 2-4), kde aplikace prvních dvou stupňů bývají v odborné literatuře nazývány „volný JIT“, v případě aplikace všech tří stupňů se hovoří o „čistém JIT“. [9]



Obrázek 2-4 Tři pojetí/aplikační stupně JIT [9]

JIT výrobní strategie

Aplikaci JIT je nutno chápat jako významný strategický záměr, který musí vycházet jak z celkové, tak zejména z výrobní strategie firmy a musí s nimi být v souladu. JIT bývá typicky aplikován ve firmách, sledujících nákladové strategie.

Za charakteristické rysy JIT výrobní strategie firmy lze označit:

- důraz na minimalizaci rozpracované výroby, event. výrobu prakticky bez mezioperačních zásob,
- podstatné zkracování průběžných dob výroby,
- „pulled by demand“ („poptávkou tažený“) systém plánování časového průběhu výroby znamenající, že při plánování jsou určující požadavky navazujících stupňů,
- podstatná redukce seřizovacích časů,
- jsou používány velmi malé výrobní dávky,
- rychlý a jednoduchý tok materiálu mezi pracovišti, snaha zkracovat přepravní vzdálenosti,
- aplikace „make or buy“ strategie („nevyráběj nic, co můžeš jinde nakoupit levněji“), využívání sítě spolehlivých subdodavatelů,
- důraz na vysokou kvalitu a eliminaci všech poruch výrobního procesu,
- jednoduchost a průhlednost systému řízení,
- počty pracovníků obvykle odpovídají nejnižším potřebným počtům, zvýšené požadavky se kryjí přesčasy, najímáním dočasných pracovníků nebo kooperací,
- motivace a angažovanost pracovníků všech úrovní. [9]

FAKTOR	JUST IN TIME
Zásoby	Eliminace zásob.
Velikost dávek	Jen dle okamžité potřeby.
Prodávající, kupující	Partneři jsou bezprostřední spolupracovníci, dodávky všech potřebných položek jsou očekávány "denně". Zakázník jedná s dodavatelem jako s filiálkou.
Kvalita	Když není kvalita 100% je v sázce výroba.
Řídící časy	Udrží se krátké.
Pracovníci a jejich motivace	Řízení dohodou a přesvědčování pracovníků, změny nejsou provedeny dokud není dosaženo shody podporován pocit spoluvlastnictví zaměstnanců.

Obrázek 2-5 Faktory JIT [5]

Předpoklady pro aplikaci JIT

Hlavním předpokladem při zavádění metody JIT je, aby každý výrobek byl hned napoprvé vyroben ve 100% kvalitě, aby tak nebylo nutné jeho výrobní proces opakovat. Dalším důležitým aspektem je, aby byl zajištěn přísun potřebného materiálu, nedokončených výrobků

k jednotlivým strojům a linkám tak, aby se tyto dodávky uskutečnily v přesných termínech podle operativního plánu, a to podle jednotlivých hodin, případně minut. Vyžadují se časté dodávky v malých množstvích a tím se vylučuje tvorba zásob. [5]

Rozhodnutí aplikovat JIT je možno označit za významnou strategickou změnu řízení výroby a souvisejících oblastí, kterou je nutno realizovat postupně, v delším časovém období, po vytvoření souboru předpokladů a podmínek, mezi něž bývají zahrnovány:

- minimum konstrukčních změn a odchylek, zúžení rozsahu výrobků,
- stabilní podnikatelské prostředí, tj. zejména stabilní poptávka, spolehlivost dodavatelů, vysoká kvalita subdodávek,
- vysoká úroveň komunikace mezi pracovníky podniku a s dodavateli,
- automatizovaná výroba ve velkých objemech,
- spolehlivé zařízení (preventivní údržba),
- plné využití výrobních zdrojů, minimální zásoby,
- totální řízení jakosti,
- aktivní účast pracovníků na implementaci JIT, vedoucích i řadových, velmi flexibilní pracovní síla. [9]

Využívání systému Just-in-Time

V just-in-time systému dováží dodavatel díly až k montážní lince v přesně stanovenou dobu. Má dokonce pro tento účel vyhrazenou vlastní rampu i vlastní místo, které tvoří souvislý prostor hned vedle montáže. [9]

Možné přínosy JIT

Za hlavní přínosy JIT bývají označovány:

- redukce zásob a rozpracované výroby,
- redukce výrobních a skladovacích prostor,
- kratší průběžné doby, kratší seřizovací časy,
- vyšší využití výrobních zdrojů, vyšší produktivita,
- jednodušší řízení, snížení režijních nákladů,
- zvýšení kvality. [9]

Možná úskalí a negativní aspekty JIT

JIT má i některá možná úskalí a negativní aspekty. Důraz na vytvoření co nejlepších podmínek pro plynulou výrobu s minimálními zásobami může znamenat zhoršení podmínek pro zákazníka a omezování subdodavatelů (někdy se dokonce hovoří o výrobním otroctví). Na druhé straně se firma s mnoha dodavateli může stát na nich příliš závislou. JIT rovněž klade vysoké nároky na dopravu. Náročné je i samotné zavedení JIT, vyžaduje poměrně značné náklady a nejvýznamnější přínosy se většinou dostaví až po čase. [9]

Nevýhodou systému JIT je, že vyžaduje, aby dodávky do výrobního procesu dorazily přesně podle plánovaných potřeb, tj. v malých množstvích a včas, aby nebylo nutné vytvářet meziklady. Což ale způsobuje zvýšení nároků na dopravu, především automobilovou, se všemi jejími nepříznivými ekologickými důsledky. [5]

Například v automobilce Škoda Mladá Boleslav tento problém řeší tak, že hlavní dodavatelé mají v blízkosti objektu své hlavní sklady a tak mohou výrobní linku zásobovat podle přesného časového harmonogramu. Skladům a zásobám není tedy možné se úplně vyhnout, neboť montážní linka je miliardová investice a nesmí se zastavit. Výhodou ale je, že tyto sklady mají jen hlavní subdodavatelé, kteří na linku dodávají celé moduly. Nejedná se tedy o sklady drobných subdodavatelů, jejichž výrobky byly již zakomponovány do těchto celých modulů. Tento postup je vlastně uplatněním teorie omezení (TOC, Theory of Constraints) v praxi. Ta nevyžaduje odstranění všech zásob jako metoda JIT, ale před kritickým článkem (v případě automobilky Škoda Mladá Boleslav se jedná o montážní pás) vytváří zásobu, protože výroba na kritickém, rozhodujícím úseku se nesmí zastavit. [5]

Shrnutí:

Nejnámější logistickou technologií je metoda Just in Time (JIT), která se později rozšířila i do Evropy. Jde o způsob uspokojování poptávky po určitém materiálu ve výrobě nebo hotového výrobku v distribučním řetězci v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech dodáváním “právě včas” podle potřeb odebírajících článků. Velmi stručně lze říci, že technologie JIT je rozšířená technologie kanban, protože propojuje nákup, výrobu a logistiku. [10]

Technologii JIT lze chápat spíše jako určitou filozofii řízení výroby než jako konkrétní techniku. Filozofie JIT se zaměřuje na identifikování a odstraňování ztrát, a to ve všech místech a fázích výrobního procesu. Ústředním prvkem řízení dle JIT je koncepce neustálého zlepšování. Jinými slovy jde o realizaci filozofie řízení toku materiálu založené na principu „dostat správné materiály (výrobky) na správné místo ve správnou dobu”. [10]

Implementace JIT obvykle do procesu výroby přináší uplatnění principu tahu („pull system“), tj. přizpůsobení výroby známé poptávce. Přínosy systému JIT jsou následující:

- výrazné snížení zásob surovin, zásob ve výrobě i zásob hotových výrobků,
- značné zkrácení doby toku materiálu,
- snížení velikosti potřebných prostorů pro výrobní proces. [10]

2.4 Konsignační sklad

Konsignační sklad - sklad zboží zřizovaný u obchodních zástupců, komisionářů nebo i překupníků při jeho vývozu, když je v zájmu rozvoje obchodu a upevnění pozice na trhu účelné maximálně přiblížit zboží zákazníkovi, umožnit mu výběr a dodávat je v nejkratších lhůtách. [22]

Termínem konsignační sklad se obvykle označuje sklad u nevlastníka zboží. Nejčastěji je takový sklad provozovaný kupujícím, ale někdy také obchodním zástupcem nebo komisionářem. Účelem je, aby lokace zboží byla blíže zákazníkovi.

Zboží je až do okamžiku odběru nebo zaplacení ve vlastnictví prodávajícího, který nese riziko a je také obvykle povinen udržovat určité množství zásob. Kupující si zboží odebírá podle potřeby. Po odběru zboží zasílá kupující prodávajícímu seznam odebraného zboží – konsignaci. [23]

Konsignační sklad může vzniknout pouze za předpokladu spolupráce dvou obchodních partnerů, kdy jeden plní roli dodavatele a druhý odběratele, kterému "silnější" partner - dodavatel poskytuje na své náklady skladovou zásobu umístěnou ve vlastních prostorách odběratele. Skladová zásoba je pak odběratelem dle jeho potřeb průběžně odčerpávána a je jím uhrazována v závislosti na odběrech ze skladu. Naproti tomu dodavatel obvykle konsignační sklad svého odběratele podle potřeb dozobuje.

Odběratel odpovídá dodavateli za ztrátu nebo poškození konsignačního zboží, které je v jeho opatrování, a to od okamžiku dodání konsignačního zboží. Povinností odběratele je pojištění konsignačního zboží proti živelným pohromám, krádežím apod. Plnění z takovéto pojistné smlouvy obvykle zní ve prospěch dodavatele. [24]

Jak funguje vyskladnění a doplnění zásob?

V okamžiku, kdy zákazník odebere zboží ze skladu pro svou spotřebu, musí o tom vést evidenci. Seznam odebraného zboží se nazývá konsignace. Po odeslání konsignace dodavateli dochází k tomu, že dodavatel odebrané zásoby materiálu, surovin či zboží vyfakturuje odběrateli. Většinou dochází dle možností ihned k doplnění stavu zásob na skladě tak, aby stav odpovídal původní úrovni před odběrem. Další variantou je stanovení limitu minimální zásoby, při jehož dosažení dodavatel stav zásob doplní. [25]

Jednoznačné výhody přináší zřízení konsignačního skladu odběrateli – má zásoby neustále k dispozici a přitom není nucen vynakládat vlastní finanční prostředky, které by měl následně v zásobách vázány. Náklady na pořízení nebo výrobu zásob vynaložil dodavatel a do okamžiku výdeje ze skladu jsou zásoby v jeho majetku.

Mohlo by se zdát, že pro dodavatele konsignační sklad nepřináší příliš mnoho výhod. V případě, že však dodavatel vlastními sklady nedisponuje, je konsignační sklad možnou alternativou. Navíc pokud má odběratel jeho výrobky nebo zboží neustále k dispozici a nemusí ztrácet čas čekáním na dodávku, je tento sklad pro dodavatele hezkou konkurenční výhodou. [25]

2.5 Řízení plánem

Jedná se o „PUSH“ systém, neboli tlačný systém, což znamená, že zásoby jsou doplňovány v jednotlivých časových obdobích na základě plánu. Nevychází se tedy ze skutečné poptávky, ale z plánovaných potřeb. [5]

„PUSH“ systém znamená „vyrobit na skladě“, ve kterém výroba není založena na skutečné poptávce. „PULL“ systém znamená „vyrobit na objednávku“, ve které je výroba založena na skutečné poptávce. Při řízení dodavatelského řetězce je důležité provádět procesy na půli cesty mezi systémem „PUSH“ a „PULL“ nebo kombinací těchto systémů. [33]

PUSH systém odpovídá spíše MRP (Material Requirements Planning – Plánování materiálových potřeb) a **PULL** systém odpovídá více kanbanu. [26]

Příkladem pro nás tedy může být situace v systému „PULL“, tedy v kanbanu, ve kterém je standardně definován horní limit rozpracované výroby, protože nemůžeme prostě mít víc materiálu, než dovoluje množství kanban karet. Omezení systému je tedy v tomto případě dáno množstvím kanban karet. Samozřejmě se tato omezení mohou odlišovat v rámci pracovišť. Každopádně pokud jsou všechny kapacity plně využity, tak v daném okamžiku nebudou vyráběny další zakázky, protože to není provozně možné. Všechno však závisí také na určité míře kreativity či schopnosti pracovníků logistiky, kteří mohou nacházet další možnosti, kam co dát, kde co vyrobit apod. [26]

2.6 Zásobování odvolávkou

Jde o zprávy, které poskytují výhled na delší období a které jsou tak základním podkladem pro plánování výroby a nákup. Zároveň se ale mohou odvolávky v čase měnit. Resp. s blížícím se datem dodání se neustále zpřesňují. Pro správné plánování výroby, expedici a fakturaci je důležité umět tyto zprávy zpracovat a data z nich dále předat ostatním systémům, aby konečný výsledek odpovídal požadavkům zákazníka. [14]

2.7 Milk run

Systém Milk Run pochází ze staré Anglie a vychází z podstaty pravidelných svozů čerstvého mléka od jednotlivých sedláků např. do mlékárny. To znamená, že ke statku přijede v konkrétní čas mlékař, naloží dvě nádoby nadojeného mléka a zároveň tam dvě prázdné na další den zanechá. [27]

Takto, s přesně nastaveným množstvím odběru mléka a časovým rozvrhem, nevznikají nikde nadbytečné zásoby mléka a ani se nikde nehromadí prázdné nádoby. Pokud je svoz mléka dobře nastaven, vykazuje zajímavé a pro průmyslovou výrobu dobře využitelné parametry.[27]

Hlavním přínosem Milk Run je, podle odborného názoru, vyšší využití nákladních automobilů a následném snížení nákladů na dopravu až o 30 %. Dalším přínosem je snížení zásob, a to jak na straně dodavatele, tak na straně zákazníka, vyhnutí se zpoždění na nákladových rampách v důsledku konsolidace několika dodavatelů a určených časových oken nebo vysoká bezpečnost plánování a integrace recyklace opakovaně použitelných nádob (obalů). Nesmíme zapomenout ani na ekologický dopad. Díky konsolidaci, a z toho vyplývajícího vyššího využití menšího počtu nákladních automobilů, nám samozřejmě klesají náklady na dopravu a tudíž i emise. [27]

Jednou z hlavních nevýhod je velká závislost na stavu cest (tras) a vozového parku. Jestliže například vznikne nenadálá uzávěra nebo vlivem poruchy či nehody přijde dodavatel o několik vozů, nedostane se zboží včas k výrobcovi a vznikají velké prostoje (protože neexistují nouzové skladové zásoby). Obrovskou výhodou, nebo spíše podmínkou je fyzická blízkost dodavatele a výrobce. Plánování musí být prováděno velice pečlivě, protože jinak se počet dalších cest může zvýšit, což vede k navýšení nákladů. [27]

Shrnutí:

Milk run (Obrázek 2-6) je způsob dodání, při kterém jedno vozidlo zastavuje u několika dodavatelů na pravidelné trase a shromažďuje veškerý náklad na jednu cestu. Tato metoda získala své jedinečné jméno v mlékárenském průmyslu, přičemž jeden vůz navštívil několik mlékárenských farem, aby sbíral mléko. Stanovením trasy pro sběr zásilek se časy odeslání a doručení stanou pravidelnými, což usnadní dobře naplánovanou a efektivní logistiku nákupu. Milk run pomáhá snižovat dopad na životní prostředí a zároveň zmírňuje dopravní zácpy. [28]



Obrázek 2-6 Schéma Milk runu [28]

3 Frekvence zásobování výroby

Důležité pojmy:

- **Frekvence** (též kmitočet) je fyzikální veličina, která udává počet opakování periodického děje za daný časový úsek. [18]
- **Periodický děj** je děj, který se ve sledované době vždy po nějakém čase neustále opakuje. Nejkratší doba, za kterou dochází při periodickém ději k opakování stejného stavu, se nazývá perioda. [19]

V následující kapitole se budeme zabývat systémy řízení zásob, vzorci pro výpočet velikosti zásob (např. velikostí optimální dávky, či výpočtem velikosti pojistné zásoby), dále si rozebereme pojmy jako parametry zásob a dodávkový cyklus.

3.1 Systémy řízení zásob

Rozlišujeme několik systémů řízení zásob podle toho, zda máme co do činění s nezávislou nebo s závislou poptávkou. Zdrojem dat u nezávislé poptávky je předpověď, u závislé je to propočtení. [1]

Velikost dodávky je množství současně dodaného materiálu určitého druhu ve hmotných jednotkách. Její správné určení je důležitým úkolem řízení zásob, protože ovlivňuje výši potřebné (zpravidla běžné) zásoby. Odvozenou charakteristikou je frekvence dodávek. Vyjadřuje počet dodávek uskutečněných za určitou dobu nebo plánovaných na určité období. [1]

Další závaznou veličinou, která ovlivňuje výši zásob, je spotřeba vyjadřovaná jako průměrná denní spotřeba, skutečná spotřeba za určité období, plánovaná spotřeba atd. Zásobu neovlivňuje tedy pouze její výše, ale i rovnoměrnost průběhu její spotřeby. Stabilitu průběhu spotřeby (kolísání kolem průměrné či plánované hodnoty) můžeme vyjádřit směrodatnou odchylkou. [1]

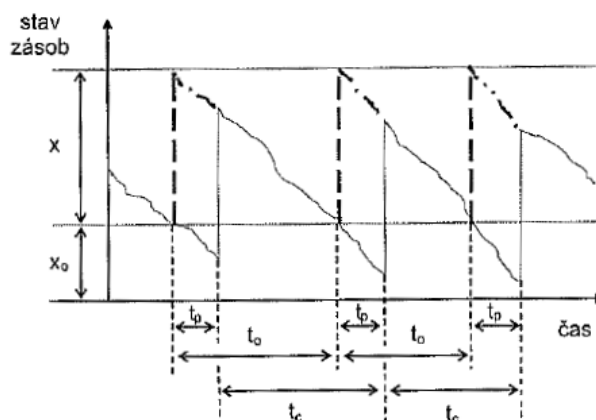
Při rozboru a hodnocení zásob se nejčastěji používá ukazatel doby obrátu (obrátky zásob) ve dnech. Vyjadřuje časové období, za které dojde k obměně stavu zásob, tedy po jakou dobu bude průměrná zásoba schopna pokrýt spotřebu (při dané průměrné spotřebě za den, tj. výdeji ze zásob). Pro výpočet všech uvedených skupin zásob jsou stanoveny přesné postupy. [1]

Rozdělujeme dva systémy řízení zásob podle jejich čerpání, tzv. **Q-systém** a **P-systém**.

a) Q-systém (Fixed-ordered quantity model)

Q-systém pracuje s pevnými velikostmi objednávek a dodávek a kolísání ve spotřebě vyrovnává změnami frekvence objednávek. Při aplikaci se stanoví signální stav zásoby, který slouží ke krytí poptávky během intervalu pořízení zásob t_p a v okamžiku, kdy skutečný stav zásoby dosáhne signální úrovně, se vystaví nová objednávka. U tohoto systému je pojistná zásoba součástí signálního stavu zásoby. Na obrázku (Obrázek 3-1) je průběh fyzické zásoby znázorněn plnou čarou, stav dispoziční zásoby čarou přerušovanou. Nutným předpokladem

fungování tohoto systému je průběžný přehled o stavu zásob. Z toho důvodu se uplatňuje zejména u důležitých položek zásob, u nichž si podnik nesmí dovolit deficit zásoby. [10]

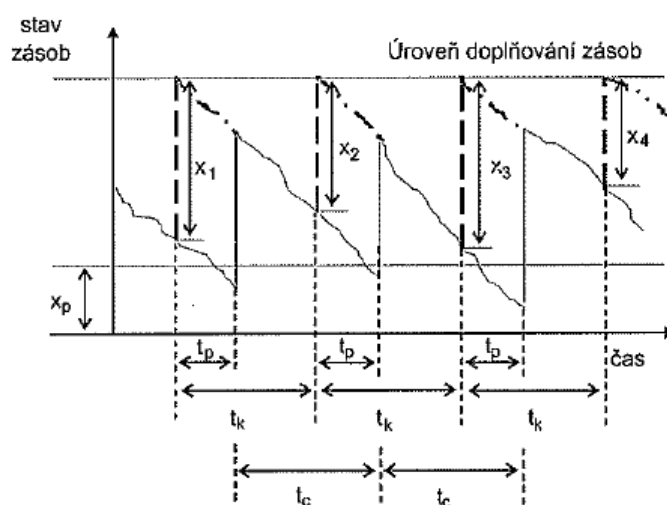


Obrázek 3-1 Q-systém [10]

b) P-systém (Fixed-time period model)

P-systém se zakládá na principu, že v předem pevně stanovených objednacích termínech délky t_k se vystavují objednávky obecně nestejné velikosti (Obrázek 3-2). Jedná se o systém s periodickým sledováním stavu zásob. Kolísání skutečné spotřeby kolem její střední hodnoty se vyrovnává velikostí jednotlivých objednávek. Systém nevyžaduje neustálou kontrolu stavu zásob, postačí periodická kontrola v intervalech daných délkou t_k . Velikost objednávky vychází ze vzorce, kde je zahrnuta očekávaná spotřeba (p) za interval nejistoty (t_p+t_k) s přihlédnutím k velikosti pojistné (x_p) a dispoziční (x_d) zásoby:

$$x=(t_p+t_k)p+x_p-x_d \quad [10]$$



Obrázek 3-2 P-systém [10]

3.2 Velikost zásob

Nezbytnost zásob pro plynulost průběhu výrobních procesů je pro každého zřejmá. Optimální výše zásob představují zásoby, při kterých je hmotně zajištěna rytmická výroba a minimální náklady na nákup a skladování. Pro stanovení optimální výše zásob konkrétních surovin, materiálů, polotovarů, ale i nástrojů, náhradních dílů, atd. existuje propracovaný systém pravidel a matematických vzorců. [4]

Přehled vybraných jednoduchých metod přímého propočtu na základě norem spotřeby materiálu (v naturálním vyjádření):

- absolutní forma
- obecně relativní forma – tj. jako ukazatel užitečnosti spotřeby, jako součinitel využití, výtěžnosti
- relativně časová forma – jako např. normy životnosti náradí, náhradních dílů, ošacení obsluhy apod.
- přímý propočet pomocí agregovaných ukazatelů relativní spotřeby – je to nejužívanější typ propočtu, jde o naturálně hodnotový ukazatel [4]

Optimální velikost dávky – Campův (Wilsonův) vzorec

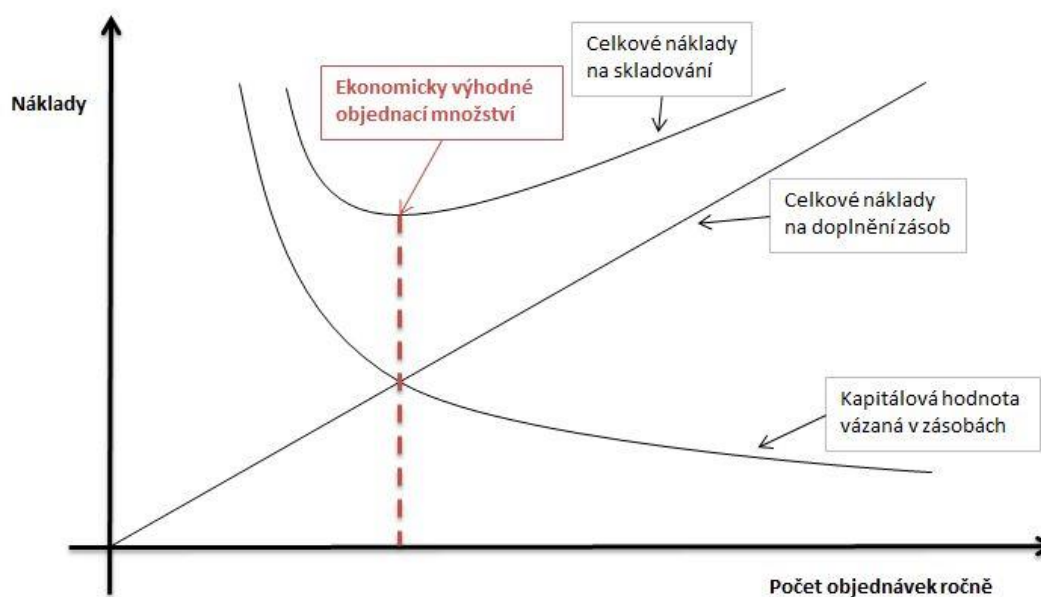
Již léta se při určování velikosti výrobních nebo objednacích dávek používá vzorec k výpočtu optimální dávky, který vyvinul v roce 1922 Camp (podle některých názorů vyvinul tento vzorec již o několik let dříve Wilson). Podle Campa je optimální dávkou (EOQ = Economic Order Quantity) takové množství, při kterém jsou minimální celkové náklady C_{tot} na zásoby, tvořené náklady na držení zásob C_v a objednacích náklady C_b . [1]

Optimální velikost dávky (Obrázek 3-3) lze pak vypočítat pomocí Campova vzorce (1):

$$EOQ = \sqrt{2 \times \text{poptávka} \times \frac{\text{náklady na objednávání}}{\text{náklady na držení zásob}}} \quad (1)$$

Campův vzorec platí za následujících okrajových podmínek:

- vyrábí se do zásoby a odtud se dodává,
- zásoba se doplňuje nárazově množstvím rovným velikosti (optimální) dávky,
- odběr ze zásoby má více či méně pravidelný průběh,
- v uvažovaných nákladových činitelích nedochází ke skokům, jimiž by byly překročeny některé mezní hodnoty,
- určení velikosti dávky pro jednu položku není závislé na velikosti dávek jiných položek. [1]



Obrázek 3-3 Optimální velikost dávky [16]

Nevýhody Campova vzorce:

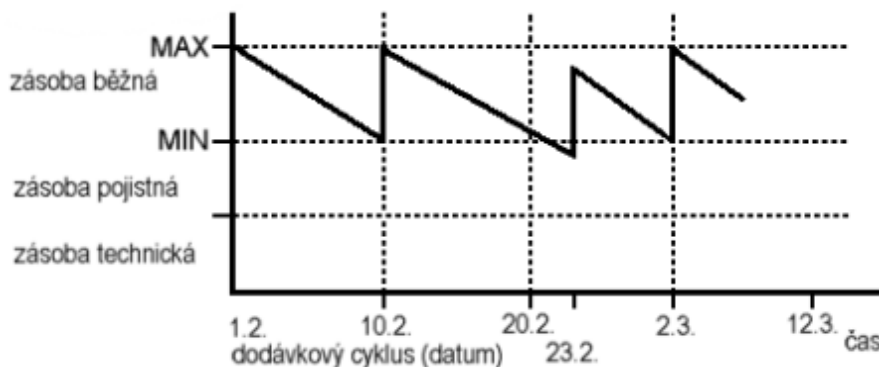
- optimalizace dávky pouze podle nákladů
- náklady jsou vázány pouze na zboží
- nezohledňuje kapacity
 - skladového prostoru
 - financí
 - přepravy a manipulace
 - personálu
- odběr zásob nebývá pravidelný
- obtížné zjišťování údajů o nákladech
- změny kusovníku – závisle se mění dávky i u ostatních položek
- poskytují se množstevní slevy a zásoby mají určitou trvanlivost. [1]

Pojistná zásoba (a optimální úroveň služeb)

Pojistná zásoba (Obrázek 3-4) se vytváří zejména v objednacích systémech pro zásoby s nezávislou poptávkou. Potřebná velikost pojistné zásoby závisí na požadované spolehlivosti zabezpečení proti odchylkám a na očekávané intenzitě těchto odchylek. Jak při stanovení celkového rozptylu, vztaženého na dodací lhůtu, tak při výpočtu pojistné zásoby se využívá metody teorie pravděpodobnosti. [1]

Optimální výše pojistné zásoby závisí na těchto činitelích:

- na velikosti odchylek skutečné potřeby od očekávané a skutečných dodávek od smluvně zajištěných,
 - na délce období, pro které jsou prováděny odhady budoucí potřeby,
 - na průměrné výši obrátové zásoby, při vyšší obrátové zásobě nám stačí menší pojistná zásoba,
 - na pravděpodobnosti, s jakou si přejeme, aby pojistná zásoba vyrovnávala obě nejistoty.
- [1]



Obrázek 3-4 Pojistná zásoba [17]

Výpočet pojistné zásoby

Pojistná zásoba má velký význam, zejména při kolísající spotřebě, výši dodávek a délce dodávkového cyklu. Je-li správně stanovena, může zajistit poměrně vysoký stupeň spolehlivosti krytí materiálové spotřeby podniku. [1]

Stanovení normy pojistné zásoby je možno provést několika postupy (intuitivní, statistický, propočtové statistické, popř. kombinované). V praxi se nejvíce používá analyticko-statistický postup a i tady existuje řada modifikací. [1]

Jeden z nejobvyklejších postupů je ten, při kterém uvažujeme jak odchylky v dodávkovém cyklu, tak odchylky ve spotřebě. Vyjádříme-li minulé odchylky ve formě absolutních rozdílů a předpokládáme-li plné (100%) krytí, pak bude (2):

$$Z_{pi} = [(t_{dmaxi} + t_{di}) \times m_i] + (m_{maxi} - m_i) \times t_{di} \quad (2)$$

kde: Z_{pi} je pojistná zásoba i-tého materiálu [ks]
 t_{dmaxi} je maximální délka dodávkového cyklu ve dnech i-tého materiálu za minulé období [den]
 t_{di} je průměrný dodávkový cyklus i-tého materiálu [den]
 m_{maxi} je maximální výše spotřeby na dílčí období (den, měsíc) u i-tého materiálu [ks]
 m_i je průměrná denní spotřeba i-tého materiálu v hmotných jednotkách [ks] [1]

3.3 Parametry zásob

Velikost všech druhů zásob stejně jako výši spotřeby a dodávek můžeme vyjádřit v hmotných (naturálních), hodnotových (peněžních) nebo časových jednotkách. [1]

Vztahy mezi základními funkčními skupinami zásob a parametry jejich utváření vyjadřují níže uvedené vzorce.

Za předpokladu normálního, tj. plánovaného průběhu spotřeby a dodávek platí pro **maximální zásobu** vzorec (3):

$$Z_{maxi} = Z_{pi} + D_i \quad (3)$$

kde: Z_{maxi} je maximální zásoba v hmotných jednotkách u i-tého materiálu [ks]
 Z_{pi} je pojistná zásoba i-tého materiálu [ks]
 D_i je výše dodávky i-tého materiálu [ks] [1]

Pro **velikost průměrné oběžné** (obratové) zásoby platí vztah (4):

$$Z_{bi} = \frac{Z_{maxi} - Z_{pi}}{2} \quad (4)$$

Při výpočtu z dodávky (průměrné, plánované) platí rovněž vztah (5):

$$Z_{bi} = \frac{D_i}{2} \quad (5)$$

kde: Z_{bi} je průměrná (běžná) zásoba i-tého materiálu [ks]
 D_i je průměrná výše dodávky i-tého materiálu [ks] [1]

Předpokládáme, že velikost pojistné a minimální zásoby jsou shodné, to znamená, že do nich nezařazujeme žádnou další relativně stálou funkční skupinu zásob (např. technickou, havarijní apod.).

Výpočet **celkové průměrné zásoby** (6):

$$Z_i = \frac{Z_{maxi} - Z_{pi}}{2} + Z_{pi} \quad (6)$$

Pro **objednací zásobu** platí vzorec (7):

$$Z_{obji} = (t_o + t_p) \times m_i + Z_{pi} \quad (7)$$

kde: Z_{obji} je objednací zásoba i-tého materiálu [ks]
 t_o je doba opatření [den]
 t_p je doba přezkoušení a kontroly stavu zásob [den]
 m_i je průměrná denní spotřeba i-tého materiálu [ks]
 Z_{pi} je pojistná zásoba i-tého materiálu [ks] [1]

3.4 Dodávkový cyklus

Důležitou charakteristikou při řízení zásob je dodávkový cyklus (též dodací cyklus, interval dodávky atd.). Představuje časový úsek mezi dvěma bezprostředně následujícími dodávkami. Vyjadřuje se ve dnech. Odvozenou charakteristiku – stabilitu cyklu dodávek – představuje směrodatná odchylka (přípustná) od průměrného (plánovaného) dodacího cyklu (8).

$$t_{di} = \frac{T}{\frac{M_{pi}}{D_i}} \quad (8)$$

kde: t_{di} je cyklus dodávky i-tého materiálu [den]
 T je délka plánovacího cyklu (rok, tj. 360 dnů, čtvrtletí, tj. 90 dnů, měsíc, tj. 30 dnů) [den]
 M_{pi} je plánovaná spotřeba i-tého materiálu v daném časovém úseku T [ks]
 D_i je pevně stanovená (plánovaná) výše dodávky i-tého materiálu [ks] [1]

4 Výpočet potřebné velikosti zásob

4.1 Výpočet kanbanových karet

Kanban je nejmenší balení pro jednotlivý komponent nebo výrobek. Pomocí jednoduché kalkulace (Obrázek 4-1) je velikost kanbanu propočítána s ohledem na spotřebu, čas potřebný na znovu doplnění a požadavků na minimální materiálovou dostupnost. Kanbanová karta je uchycena na gitter boxu, paletě, malých mobilních kontejnerech, krabicích, atd. [29]

Typický příklad kanbanu z našeho denního života

Excelentním příkladem kanbanu s denním využitím je "lednice". Uskladňujeme zde potraviny, které spotřebováváme pravidelně (např. máslo) a potom také ty, které využíváme nepravidelně a krátkodobě (např. maso). Počet kostek másla v lednici je závislé na spotřebovávání naší rodinou, jak často chodíme nakupovat a také jak velké balení másla vybíráme. Toto odpovídá klasickému kanbanovému vzorci.

$$\text{Množství Kanbans} = \frac{\text{Průměrná denní spotřeba} * \text{Dodací lhůta}}{\text{Množství na jednotku Kanban}}$$

Obrázek 4-1 Klasický kanbanový vzorec [29]

Předpokládejte, že chcete mít v lednici k dispozici vždy tři kostky másla. Ve chvíli, kdy se jedna kostka spotřebuje, vlastně vytváříte podnět pro doplnění (např. nová poznámka na nákupní seznam). V takovémto případě přesně využíváte kanbanového principu, aniž byste tušili, že tato logika má vlastní definici a název. Dalšími příklady z denního používání může být doplňování toaletního papíru nebo domácí lékárničky, zásobování nemocnic a nebo příprava jídla pro výdej v restauracích McDonalds. [29]

Kanban karty? Kolik je jich potřeba?

Jednou z frekventovaných a zrádných otázek při navrhování "pull" systému výroby je určení, kolik kanban karet použít v tomto systému. Existují 2 možné přístupy. První přístup využívá vzorec pro výpočet potřebných kanban karet. Alternativou k tomuto přístupu je odhad počtu potřebných kanban karet a přizpůsobení systému za jeho chodu. [30]

Počet kanban karet definuje výkon "pull" systému. Pokud je použijete příliš málo, budete mít neustále problémy s přerušováními výroby, opožděnými dodávkami nebo nezaměstnanými pracovníky, případně procesy. Pokud je ale použijete příliš mnoho, plýtváte prostorem a penězi pro zásoby. Samozřejmě, pokud si máte vybrat mezi nezaměstnanými pracovníky, zmeškanými dodávkami nebo mezi dvěma součástkami ve výrobě navíc, vybral bych si druhou možnost. Právě proto při kalkulaci o počtu karet, raději volit karet více. [30]

Faktory ovlivňující výpočet

Obecně existuje 5 faktorů, které určují počet kanban karet v systému. První čtyři jsou logické a jsou vysvětleny níže. Pátý faktor už tak moc logický není, ale je nutný, aby systém fungoval snadno. Mezi těchto 5 faktorů patří:

- pravidelný čas objednávek zákazníka - kolik dílů zákazník potřebuje v určitém časovém období?
- pravidelný čas systému doplňování - jak dlouho trvá doplnění produktu ve vaší produkci nebo v zásobovacím systému?
- fluktuace systému doplňování - když se vyskytnou problémy v doplňovacím systému, jaké problémy chceme pokrýt?
- fluktuace zákazníka - když si zákazník objedná větší nebo přibližně stejné množství, ale méně často, kterou fluktuaci chceme pokrýt?
- bezpečnostní rezerva - nechceme přidat dodatečné kanban karty, aby se tak personál cítil pohodlněji? [30]

Výpočet celkového počtu kanban karet

Nyní máme všechno, co potřebujeme mít zadané:

- čas dodání (tok materiálu),
- čas čekání kanban karet (součást času doplňování),
- doba trvání poruch a dalších problémů v systému, které chceme pokrýt,
- velikost dávky,
- čekání na další dávky,
- zákaznické požadavky,
- maximální dodatečnou poptávku. [31]

Když vezmeme veškerý čas, musíme jej převést na počet karet. K tomu potřebujeme zákaznický takt. Vydělením celkového času zákaznickým taktem získáme počet dílů, které musíme pokrýt. Vydělením tohoto údaje počtem dílů v kanban kartě získáme informaci o počtu kanban karet. Následně se zohlední informace o dávkách a poptávce. [31]

Například předpokládejme, že máme celkový čas 4 hodiny a 4 minuty, jinak řečeno 14 640 sekund, zákaznický takt 28 sekund a kanban karta představuje 20 dílů. Když vydělíme celkový čas taktem, dostaneme 522,86 dílů. Počet dílů vydělíme počtem dílů na kartě a dostaneme 26,14 kanban karet, které využijeme k pokrytí. K tomu ještě počítejme, že máme dalších 20 kanban karet z dávek a poptávky. Celkově bychom tedy měli 46,14 kanban karet. [31]

4.2 Analýza ovlivňujících veličin

Nyní si ukážeme několik různých typů vzorců, které se dají využít pro výpočet počtu kanbanových karet v podniku. Můžeme si všimnout, že se ve vzorcích opakují stejné veličiny, ale tyto veličiny mohou mít v každém vzorci jiné jednotky (např. dodací lhůta – minuta, hodina, den).

Vzorec 1

$$N = \frac{D \times CTC \times BZ}{TROL \times RP} \quad (9)$$

$$CTC = \text{Manipulace} + \text{Transport} + \text{Čekání} + \text{Výroba dílů} + \text{Odběr dílů z troliny} \quad (10)$$

		Hodnota	Jednotky
N	Počet karet	9	KARTA
D	Odběr dílů za časovou jednotku	2	ks
CTC	Celkový čas všech činností	154	minuta
	Manipulace	56	minuta
	Transport	21	minuta
	Čekání	13	minuta
	Výroba dílů	59	minuta
	Odběr dílů z troliny	5	minuta
BZ	Bezpečnostní zásoba	2,5	x
TROL	Počet ks v trolině	90	ks
RP	Rating použití	1	x

Obrázek 4-2 Vzorec 1 [34]

Vzorec 2

$$N = \frac{PDS \times DL}{TROL} \quad (11)$$

		Hodnota	Jednotky
N	Počet karet	10	KARTA
PDS	Průměrná denní spotřeba	100	ks
DL	Dodací lhůta	5	den
TROL	Množství na jednotku kanban	50	ks

Obrázek 4-3 Vzorec 2 [35]

Vzorec 3

$$N = \frac{D \times (T_w + T_p) \times (1 + \alpha)}{C} \quad (12)$$

		Hodnota	Jednotky
N	Počet KK	26	KARTA
D	Odbyt na časovou jednotku	100	ks
T _w	Čas čekání na dávku kanban	8	hodina
T _p	Čas zpracování dávky dílců kanban	2	hodina
C	Kapacita kanban nosiče	50	ks
α	Bezpečnostní koeficient	30	%

Obrázek 4-4 Vzorec 3 [36]

Vzorec 4

$$n_{karet} = \frac{Q_{den} \times (t_L + t_{poj})}{K_{palety}} \quad (13)$$

		Hodnota	Jednotky
n _{karet}	Počet karet	14	KARTA
Q _{den}	Počet kusů denní produkce	100	ks
t _L	Dodací lhůta	5	den
t _{poj}	Pojistná zásoba ve dnech	2	den
K _{palety}	Kapacita palety v kusech	50	ks

Obrázek 4-5 Vzorec 4 [37]

Vzorec 5

$$N = \frac{D \times (T_w + T_p)}{C} + 1 \quad (14)$$

		Hodnota	Jednotky
N	Počet KK	21	KARTA
D	Odbyt na časovou jednotku	100	ks
T _w	Čas čekání na dávku kanban	8	hodina
T _p	Čas zpracování dávky dílců kanban	2	hodina
C	Kapacita kanban nosiče	50	ks

Obrázek 4-6 Vzorec 5 [38]

Vzorec 6

$$KC = \frac{AD \times RT \times (1 + SF)}{CQ} \quad (15)$$

		Hodnota	Jednotky
KC	Number of kanban cards	13	CARD
AD	Average daily demand	100	part (ks)
RT	Replenishment lead time	5	day (den)
SF	Safety factor	30	%
CQ	Container quantity	50	part (ks)

Obrázek 4-7 Vzorec 6 [39]

Vzorec 7

$$K = \frac{DD \times LT \times (1 + SS)}{Q} \quad (16)$$

		Hodnota	Jednotky
K	Number of kanban	13	CARD
DD	Daily demand	100	part (ks)
LT	Lead time	5	day (den)
SS	Safety stock	30	%
Q	Quantity in a container	50	part (ks)

Obrázek 4-8 Vzorec 7 [40]

Vzorec 8

$$Y = \frac{D \times T \times (1 + X)}{C} \quad (17)$$

		Hodnota	Jednotky
Y	Number of cards	13	CARD
D	Demand per unit of time	100	part (ks)
T	Lead time	5	hour (hodina)
C	Container capacity	50	part (ks)
X	Buffer or safety factor	30	%

Obrázek 4-9 Vzorec 8 [41]

Vzorec 9

$$KQ = \frac{DD \times LT \times SF}{CQ} \quad (18)$$

		Hodnota	Jednotky
KQ	Kanban quantity	13	CARD
DD	Daily demand	100	part (ks)
LT	Lead time	5	day (den)
SF	Safety factor (100%+SF%)	1,3	%
CQ	Container quantity	50	part (ks)

Obrázek 4-10 Vzorec 9 [42]

Vzorec 10

$$AK = \frac{SM + (TV + WBZ) + SZ}{SB} \quad (19)$$

		Hodnota	Jednotka
AK	Number of cards	12	CARD
SM	Collected quantity	25	part (ks)
TV	Daily consumption	100	part (ks)
WBZ	Replenishment lead time	5	day (den)
SZ	Security distance	30	part (ks)
SB	Quantity per container	50	part (ks)

Obrázek 4-11 Vzorec 10 [43]

Vzorec 11

$$NK = \frac{RT \times AC}{CONT} \times SF \times SB + C \quad (20)$$

		Hodnota	Jednotka
NK	Number of kanbans	24	CARD
RT	Replenishment lead time per kanban	5	hour (hodina)
AC	Average consumption per unit of time	100	part (ks)
CONT	Quantity per kanban	50	part (ks)
SF	Safety factor (100%+SF%)	1,1	%
SB	Supply source buffer (100%+SB)	1,2	%
C	Constant	10	x

Obrázek 4-12 Vzorec 11 [44]

4.3 Tabulka závislostí vzorců na veličinách

Na začátku tvorby tabulky závislostí vzorců na veličinách jsme si utvořili tabulku, ve které jsme si uvedli všechny jednotky ze vzorců uvedených v kapitole 4.2 a ty přiřadili k těmto vzorcům (Obrázek 4-13). Tímto jsme vytvořili původní tabulku závislostí vzorců na veličinách. Na základě toho byly stejné veličiny označeny jednou barvou.

Veličina Vzorec	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Popis veličiny [jednotky]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CT všech činností + zpracování dávky [čas]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bezpečnostní zásoba [-]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Odběr dílu za časovou jednotku [ks]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Počet ks v trolině [ks]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rating použítí [-]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Průměrná denní spotřeba [ks]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Dodací lhůta [čas]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Odbýt na časovou jednotku [ks]</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Čas čekání na dávku kanban</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Čas zpracování dávky</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Kapacita kanban</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bezpečnostní zásoba [-]</div> </div>													
	CTC	BZ	D	TROL	RP	PDS	DL	D	Tw	Tp	C	α	Q	
VZOREC 1 IAC Přešice	X	X	X	X	X									
VZOREC 2				X		X	X							
VZOREC 3								X	X	X	X	X		

Obrázek 4-13 Výřez původní tabulky se závislostí vzorců na veličinách

Podle původní tabulky (Obrázek 4-13) jsme si barevně rozdělili veličiny podle toho, co nám vyjadřují a určují za proměnou. Podle zvolených barev jsme si všechny veličiny z původní tabulky rozdělili do tabulky uvedené níže (Obrázek 4-14). K této tabulce jsme dále přiřadili počet, kolikrát se daná veličina ve vzorcích objevuje.

	Počet
Bezpečnostní faktor	6
Bezpečnostní/pojistná zásoba	3
Průměrná spotřeba za časovou jednotku	3
Spotřeba za časovou jednotku	6
Kapacita kontejneru/trolliny	8
Dodací lhůta/Lead time	9
Čas zpracování dávky	1
Ostatní veličiny, které jsou specifické pro jeden vzorec	3

Obrázek 4-14 Tabulka s počtem vzorců podle barev

Následně jsme si z tabulky (Obrázek 4-14) vytvořili finální tabulku se závislostí vzorců na veličinách (Obrázek 4-15). V této tabulce jsme si na horní části vypsali všechny veličiny podle předchozí tabulky a po levé straně jsme si vypsali vzorce. Poté, jsme pro každý vzorec vybrali jednotky, které se ve vzorci objevují. Jako poslední krok jsme dole pod tabulkou podle funkce POČET2 v Excelu určili, kolikrát se daná veličina ve všech vzorcích vyskytuje. Podle tohoto údaje jsme si následně vytvořili výsledný vzorec na základě toho, kolikrát se jaká veličina ve vzorcích objevuje a vybrali jsme ty nejčastěji se opakující veličiny.

Veličina	P	PS	DL	KK	BF	BZ	ZD	RP	MO	C
VZOREC 1 IAC Přešice	X		X	X		X		X		
VZOREC 2		X	X	X						
VZOREC 3	X		X	X	X		X			
VZOREC 4	X		X	X		X				
VZOREC 5	X		X	X			X			
VZOREC 6		X	X	X	X					
VZOREC 7	X		X	X		X				
VZOREC 8	X		X	X	X					
VZOREC 9	X		X	X	X					
VZOREC 10	X		X	X		X			X	
VZOREC 11		X	X	X	X					X
V kolika vzorcích	8	3	11	11	5	4	2	1	1	1

Obrázek 4-15 Tabulka závislostí vzorců na veličinách

4.4 Návrh výpočtu a jeho zpracování v MS Excel

Z tabulky se závislostí vzorců na veličinách, která je uvedena v kapitole 4.3 (Obrázek 4-15), můžeme vidět, že mezi nejdůležitější parametry v našem vzorci (21) musíme zahrnout poptávku, dodací lhůtu spolu s časem zpracování dávky, která ale může být zahrnuta už v dodací lhůtě, bezpečnost a kapacitu kontejneru. To jsou faktory, které nám budou vzorec nejvíce ovlivňovat, a které se ve vzorci určitě musí projevit. Poptávka se musí shodovat s jednotkou času použitou v projednávané době (minuta, hodina, den). Dodací lhůta je časový interval, během kterého se k nám zásoba dostane (čas čekání na dodávku). K ní připočítáme další časový údaj, a to dobu zpracování dávky. Kapacita kontejneru nám udává, kolik zásob se vejde na jednu kanbanovou kartu.

$$K = \frac{P \times (DL + ZD) \times (1 + BF)}{KK} \quad (21)$$

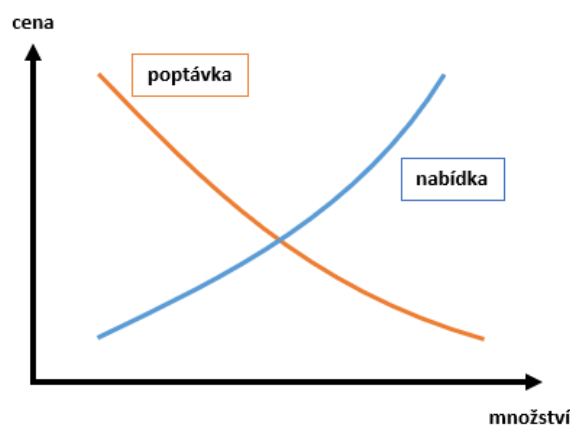
		Hodnota	Jednotky
K	Počet kanbanových karet	17	KARTA
P	Poptávka za čas	100	ks
DL	Dodací lhůta	2	hodina
ZD	Čas zpracování dávky	1	hodina
BF	Bezpečnostní faktor	30	%
KK	Kapacita kontejneru	24	ks

Obrázek 4-16 Výsledný vzorec

Poptávka

Jednotky: ks/minutu, ks/hodinu, ks/den; v našem případě ks/hodinu

Poptávka je veličina, která vyjadřuje závislost mezi množstvím zboží, které je kupující ochoten koupit, a cenou, jakou je ochoten za zboží zaplatit v určitý čas na určitém místě. Graficky ji značí křivka (Obrázek 4-17). [51]



Obrázek 4-17 Graf poptávky

Poptávka je tedy množství komodit, které jsou spotřebitelé ochotni koupit za danou cenu za určitou jednotku času. [52]

Dodací lhůta

Jednotky: minuta, hodina, den; v našem případě hodina [hod]

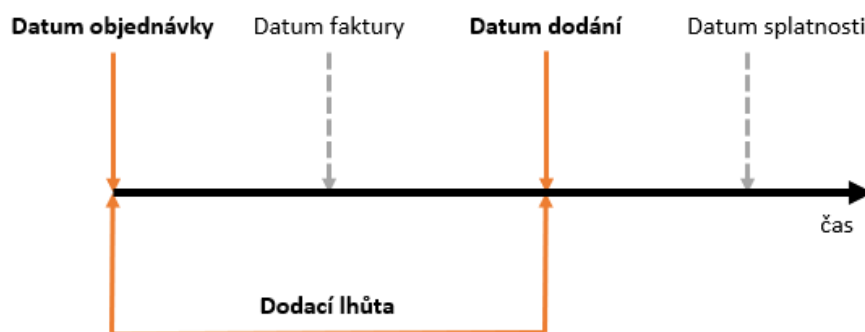
Dodací lhůta (Obrázek 4-18) může mít v závislosti na kontextu řadu různých významů. Obecně ale označuje období mezi zahájením určitého procesu a jeho dokončením. Dodací lhůta tedy zahrnuje získávání a přípravu surovin, jejich výrobu na hotové výrobky a jejich expedici. [50]

Další zdroj uvádí, že dodací lhůta neboli čas reprodukce označuje dobu od odebrání dílu ze supermarketu do doby, než se karta znovu vrátí do supermarketu. Dodací lhůta (22) může zohledňovat čas mezi odběrem ze supermarketu a příchodu kanbanu do výroby, dobu čekání ve výrobě, přípravu materiálu, výrobu pro jeden kanban a transport do supermarketu. [45]

$$\text{Dodací lhůta} = \text{Transport} + \text{Manipulace} + \text{Odběr z kontejneru} + \text{Čekání} \quad (22)$$

Jiné názvy veličiny „Dodací lhůta“, které se objevovaly ve vzorcích uvedených v kapitole 4.2, a se kterými se můžeme setkat v praxi:

- Celkový čas všech činností,
- Čas čekání na dávku kanban,
- Replenishment lead time (per kanban), neboli Dodací lhůta doplnění,
- Lead time, neboli Dodací lhůta.



Obrázek 4-18 Dodací lhůta [49]

Čas zpracování dávky

Jednotky: minuta, hodina, den; v našem případě hodina [hod]

Je to údaj, který nám určuje, za jak dlouho se zpracuje určitý počet kusů. Může být zahrnut už v dodací lhůtě, ale v našem případě, pro náš výsledný vzorec, ho budeme počítat zvlášť.

Kapacita kontejneru

Jednotky: ks

Kapacita kontejneru (troliny) určuje objem, kolik kusů výrobku se maximálně vejde do přepravní jednotky. Tedy právě do kontejneru či troliny. Kapacity určitých typů kontejnerů jsou normované, ale u některých typů si může kapacitu určovat sama firma či podnik. Na uvedeném obrázku níže (Obrázek 4-19) můžeme vidět, co je myšleno pod pojmem kapacita kontejneru. Na konkrétním příkladu je kapacita kontejneru 30 výrobků.



Obrázek 4-19 Kontejner používaný v IAC Přeštice 2 [34]

Jiné názvy veličiny „Kapacita kontejneru“, které se objevovaly ve vzorcích uvedených v kapitole 4.2, a se kterými se můžeme setkat v praxi:

- Množství na jednotku kanban,
- Kapacita kanban nosiče,
- Kapacita palety,
- Container quantity / Container capacity, neboli Kapacita kontejneru,
- Quantity per container / per kanban, neboli Množství na kontejner / na kanban.

Bezpečnostní faktor

Jednotky: %

Bezpečnostní faktor slouží především:

- k pokrytí neznámého kolísání výrobního procesu,
- k pokrytí neznámého kolísání odvolávek,
- k pokrytí problémů, aspektů, které dosud nebyly zohledněny. [45]

Do bezpečnostního faktoru (23) můžeme zahrnout určitou zmetkovitost zásob, prodlení v dodací lhůtě, raději větší počet karet pro jistotu, aby nedošlo k možným problémům, a také do bezpečnosti zahrneme možné rozdíly v poptávce v různých časových obdobích.

$$\text{Bezp. faktor} = \text{Zmetkovitost} + \text{Prodlení} + \text{Rozdíly v poptávce} + \text{Pojistné karty} \quad (23)$$

Po zahrnutí všech proměnných, o kterých jsme si něco v krátkosti řekli, můžeme náš výsledný vzorec (21) rozšířit.

$$K = \frac{P \times (DL + ZD) \times (1 + BF)}{KK} \quad (21)$$

Jak již bylo uvedeno, dodací lhůtu (22) si můžeme rozdělit do několika jednotlivých úkonů.

$$\text{Dodací lhůta} = \text{Transport} + \text{Manipulace} + \text{Odběr z kontejneru} + \text{Čekání} \quad (22)$$

Dále také bezpečnostní faktor (23) můžeme určit pomocí více proměnných.

$$\text{Bezp. faktor} = \text{Zmetkovitost} + \text{Prodlení} + \text{Rozdíly v poptávce} + \text{Pojistné karty} \quad (23)$$

Poté nám tedy vznikne vzorec (24), který zahrnuje více proměnných veličin než náš původní výsledný vzorec.

$$K = \frac{P \times (TR + M + O + \check{C} + ZD) \times (1 + ZM + PR + RvP + PK)}{KK} \quad (24)$$

		Hodnota	Jednotky
K	Počet kanbanových karet	19	KARTA
P	Poptávka za čas	100	ks
DL	Dodací lhůta	2,35	hodina
	TR Transport	1	hodina
	M Manipulace	0,25	hodina
	O Odběr dílů z kontejneru	0,5	hodina
	Č Čekání	0,6	hodina
ZD	Čas zpracování dávky	1	hodina
BF	Bezpečnostní faktor	30	%
	ZM Zmetkovitost	5	%
	PR Prodlení	10	%
	RvP Rozdíly v poptávce	12	%
	PK Pojistné karty	3	%
KK	Kapacita kontejneru	24	ks

Obrázek 4-20 Výsledný vzorec se zohledněním všech veličin

Náš vzorec má své výhody, ale bohužel i nevýhody. To, co se na jedné straně jeví jako výhoda, se na druhé straně může jevit jako nevýhoda. Záleží na situaci, ve které budeme vzorec používat. Tato situace je na poli výhod a nevýhod určujícím faktorem. Jako první si uvedeme pár výhod:

- dodací lhůta je rozdělena do několika jednotlivých úseků, je tedy možné přesně definovat jednotlivé části dodací lhůty a nepočítat s dodací lhůtou jako s celkem,
- výsledný vzorec zahrnuje bezpečnostní faktor, který je ale na rozdíl od předešlých vzorců, rozdělený na více ovlivňujících veličin a je tedy možné si jednotlivé veličiny určit zvlášť,
- také čas zpracování dávky je ve vzorci uveden zvlášť, na rozdíl od několika předešlých vzorců.

Mezi nevýhody našeho vzorce můžeme zařadit:

- jak již bylo řečeno ve výhodách, dodací lhůta je rozdělena na několik úseků a v případě, že bychom tyto úseky chtěli znát, musíme přesně změřit jejich dobu trvání,
- stejně tak u bezpečnostního faktoru musíme změřit, či vyzkoumat jednotlivé bezpečnostní faktory ovlivňující celkový bezpečnostní faktor v našem vzorci.

5 Použití vzorce v praxi

V následujících kapitolách si nejdříve představíme společnost IAC Group a poté využijeme náš vzorec získaný z tabulky závislosti vzorců na veličinách (Obrázek 4-15) v praxi. Nejdříve si řekneme něco o společnosti v celosvětovém měřítku a poté si konkrétně rozebereme jeden ze závodů v Přešticích, kde se nacházejí dva závody společnosti IAC. Náš vzorec aplikujeme a srovnáme se vzorcem používaným konkrétně v závodě Přeštice 2, který jako hlavní produkt vyrábí dveřní panely do automobilů. Vzorec použijeme pro část dveřního panelu nazývaného Main Carrier (dveřní nosič) projektu SK370, což jsou dveřní panely pro vozy Škoda.

5.1 Společnost IAC Group



Obrázek 5-1 Logo společnosti IAC group [46]

Společnost International Automotive Components (IAC) se sídlem v Lucemburku je předním světovým dodavatelem automobilových komponent a systémů. V úzké spolupráci se svými klienty dodává IAC přístrojové panely, konzolové systémy, dveřní panely, stropní potahy a systémy, nárazníky a vnější ozdobné prvky. Společnost má rozseté závody po téměř celé planetě s více než 19 000 zaměstnanci, 50 výrobními závody a 17 obchodními a inovačními centry v 17 zemích. Komponenty vyráběné v IAC se nacházejí na různých osobních, nákladních automobilech a užitkových vozidlech. V roce 2018 odhadovala společnost IAC tržby z prodeje na 4,1 miliardy dolarů. [46] [47]

IAC je celosvětový dodavatel interiérových systémů a komponent s vedoucím podílem na trhu napříč svými produktovými řadami. Hlavní produkty se skládají z přístrojových panelů, konzolí, dveřních systémů a stropních systémů. Společnost IAC je také naplno angažována k výrobě těch nejvyšších výrobků. Proto byla vytvořena strategie kvality Zero Defects, jež poskytuje sadu nástrojů a normované zkoušky kvality, které pomáhají všem členům týmu IAC se soustředit na důležitost kvality vyráběných výrobků a usilovat o nulové reklamace ze strany zákazníků. [46] [47]

5.2 Závod IAC Přeštice 2

V roce 2016 oznámila společnost IAC, že své nové výrobní zařízení Přeštice 2 (Obrázek 5-2) je plně funkční a začali vyrábět lehkou vstříkovanou izolaci palubních desek pro vynikající odhlučňovací efekt v interiéru pro dvě evropské prémiové značky. Závod se také nachází necelé dva kilometry od závodu Přeštice 1, jež je Evropským střediskem pro výrobu stropních systémů. Také si zakládá na dodržování principů štíhlosti a zaměření na kvalitu. V současné

době vyrábí prémiové dveřní panely pro evropské prémiové značky, komponenty izolace kufru a palubní izolace pro evropské auto roku 2016, Opel Astra. [46] [47]

V tomto novém závodě se v současné době vyrábí dveřní panely pro prémiovou značku Mercedes-Benz do aut typu A-class, CLA či GLA, ale také do nového modelu Scala od značky Škoda a další. Každý den zde vyrobí kolem 12 000 dveřních panelů, při průměrném cyklus-času na každé lince 60 sekund. [46] [47]



Obrázek 5-2 Pohled na halu IAC Přestice 2 [48]

Postup výroby dveří

Prvním krokem k výrobě dveřního panelu je vystříknutí hlavních plastových částí na vstříkacích lisech. Vyrábí se z několika typů a barev granulátů. Každý lis je obsluhován operátorem, který kontroluje kvalitu vstříkovaných dílů

Další operací je nanášení lepidla, které se aplikuje válcovým nanášečem na nakupované obvykle koženkové přířezy. Ty mohou být různých barev i prošívané. Následně jdou spolu i se vstříkovanými díly do kaširovacích lisů, kde jsou pomocí různých technologií lisovány k vytvoření nakaširovaného dílu.

Následujícím procesem je vysekávání, kde se do plastových dílů vysekávají otvory pro ovládací prvky. Logistický systém automaticky určí, které otvory je potřeba na daném dílu vyseknout a provede operaci. Vyseknuté díly se složí s dalšími komponenty do připravené formy, kde proběhne kontrola správnosti dílů před svařením.

Založením složeného panelu do svářečky a jejím spuštěním vznikne hotový dveřní panel, avšak ten v sobě nemá zabudované žádné funkční ani dekorativní prvky. Proto je následně předán na

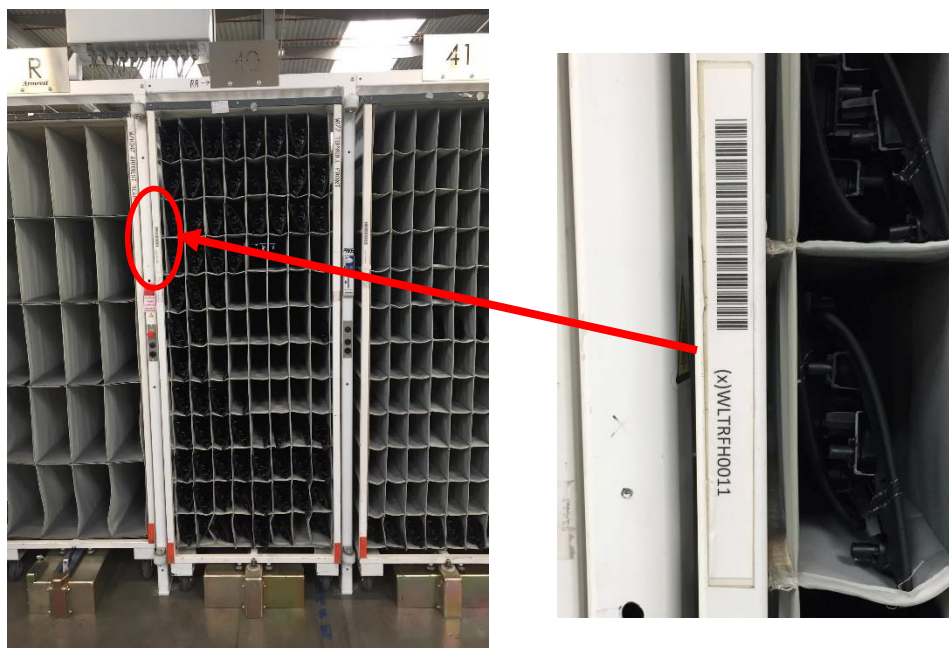
dokončovací linku, kde jsou do něj tyto prvky zabudovány jednotlivými operátory. Prvky jsou vybírány z regálů podle sekvenčního JIS systému.

Po zabudování všech funkčních i dekorativních prvků je panel přenesen do kontrolní buňky, kde je odzkoušena funkčnost připojení kabelů, správné sesazení všech komponent a funkčnost aktivních prvků. Jako poslední přichází na řadu vizuální kontrola panelu prováděná operátorem. Ten provede úplnou kontrolu dveřního panelu, zkontroluje nepoškozenost povrchů a svařované body. [34] [47]

5.3 Kanbanové karty v IAC

Po konzultaci s kolegou z oddělení logistiky mi bylo řečeno, že se ve firmě klasické kanbanové karty na oddělení logistiky nepoužívají. Výpočet množství dílů, které má zavážet logistika na linky je nastaveno elektronicky.

Ve firmě IAC Přeštice 2 se používají elektronické kanbanové karty. Na trolině (kontejneru) s výrobkem je uveden čárový kód, který operátor naskenuje a poté mu vyjedou na čtečce všechny potřebné informace ohledně troliny a výrobku. Příklad takovéto elektronické kanbanové karty je uveden na fotce níže (viz Obrázek 5-3).



Obrázek 5-3 Ukázka kanbanové karty ve firmě IAC Přeštice 2 [34]

Můžeme si všimnout, že pod čárovým kódem, je uvedeno desetimístné označení troliny s výrobky. Toto označení je tvořeno písmeny a čísly a pod tímto označením se dají určit základní informace o trolině, bez nutnosti použití čtečky. Označení má následující tvar:

W L TR F H 0011

První písmeno „W“ je pouze označení pro trolinu.

Druhé písmeno nám určuje způsob výroby či dokončení výrobku. Jsou dva způsoby, se kterými se můžeme v označení setkat:

- I, neboli Injection, tedy vstřikování,
- L, neboli Lamination, tedy laminování (kašírování).

Jako třetí a čtvrté je v označení písmeno označující typ výrobku:

- MC znamená Main Carrier, neboli dveřní nosič,
- MP znamená Map Pocket, neboli dveřní kapsa,
- TR znamená Top Roll, neboli horní díl dveří,
- AR znamená Arm Rest, neboli loketní opěrka.

Páté písmeno nám určuje, zda se jedná o přední (F – front) nebo zadní (R – rear) dveřní panel. Toto označení se nyní ale už moc nepoužívá, a tak se s ním u nových typů výrobků moc nesetkáváme.

Posledním písmenem je písmeno „H“ nebo „L“. To nám určuje četnost objednávek či použití daného výrobku při výrobě dveřního panelu:

- H, tedy High Runner, neboli běžec, znamená časté užívání výrobku,
- L, tedy Low Runner, neboli neběžec, znamená, že výrobek se používá jen zřídka.

Dále v označení následují už jen čtyři čísla, pod nimiž jsou výrobky vedené v systému firmy.

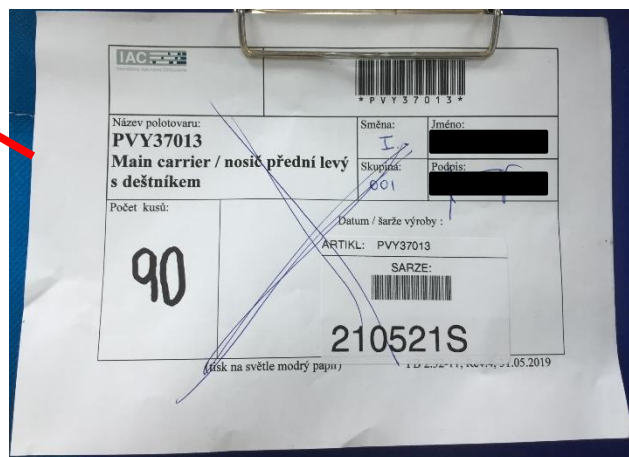
5.4 Aplikace vzorce v PROJEKT SK370

Projekt SK370 se zabývá výrobou dveřních panelů do vozů Škoda, a to především do vozů Škoda Kamiq a Škoda Scala. Spolu s dalším projektem SK316 se nachází v nově postavené hale C firmy IAC Přeštice 2, kterou nalezneme naproti hale A a B. Projekt SK370 je vedle několika dalších projektů firmy v sériové výrobě.

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, kanbanové karty se ve velké části ve firmě IAC Přeštice 2 nepoužívají. Něco jako kanbanovou kartu (Obrázek 5-5) použil ale kolega z logistiky v případě kalkulace trolin pro Main Carrier (dveřní nosič) pro projekt SK370, kde chtěl, aby mu kanban – signál pro výrobu na lisech - dělala prázdná trolina. Proto budeme v následujícím případě implementovat náš vzorec právě pro součást Main Carrier (Obrázek 5-4) projektu SK370.



Obrázek 5-4 Main Carrier (dvevní nosič) pro projekt SK370 [34]



Obrázek 5-5 Ukázka kanbanové karty a regálu pro Main Carrier projektu SK370 [34]

Nejdříve si vypočteme počet kanbanových karet pomocí vzorců (9)(10) používaných ve firmě pro projekt SK370. Tyto vzorce mají tvar:

$$N = \frac{D \times CTC \times BZ}{TROL \times RP} \quad (9)$$

$$CTC = Manipulace + Transport + \check{C}ekání + Výroba dílů + Odběr dílů z troliny \quad (10)$$

Pro výpočet budeme potřebovat vstupní hodnoty (Obrázek 5-6), které jsou uvedeny zde:

	HODNOTA	JEDNOTKY
Odběr dílů za časovou jednotku	2	díl/minutu
CT všech činností	154	minuta
Bezpečnostní zásoba	2,5	X
Počet kusů v trolině	90	ks
Rating použití	1	X

	HODNOTA	JEDNOTKY
Manipulace	16	minuta
Transport	5,5	minuta
Čekání	47	minuta
Výroba dílů	40,5	minuta
Odběr z troliny	45	minuta

Obrázek 5-6 Vstupní hodnoty pro výpočet kanbanových karet

Následně aplikujeme tyto vstupní hodnoty do vzorce (9) a dostaneme počet kanbanových karet.

$$N = \frac{D \times CTC \times BZ}{TROL \times RP} = \frac{2 \times 154 \times 2,5}{90 \times 1} = \overline{8,55} = 9 \text{ karet} \quad (9)$$

Přesným výsledkem je 8,556, ale toto číslo musíme zaokrouhlit směrem nahoru k nejbližšímu celému číslu. Tím je tedy číslo 9. Po komunikaci s oddělením logistiky jsem ale zjistil, že pro projekt SK370 se používá 11 kanbanových karet (trolin), neboť je pro ně ve skladu místo a předejde se tím možným problémům ve výrobě.

Nyní si aplikujeme ty samé vstupní hodnoty pro náš vzorec. Jelikož jsou ale vstupní hodnoty v jiných jednotkách než v našem vzorci, budeme si muset nejdříve tyto hodnoty převést na správné jednotky, aby mohly být následně využity v našem vzorci.

Hodnota celkového času všech činností použita ve vzorci od IAC Přeštice 2, je v našem případě hodnota dodací lhůty (22). Potřebujeme tedy převést jednotlivé úseky (25-28) této hodnoty z minut na hodiny.

$$\text{Transport} \quad 5,5 \text{ minut} \Rightarrow \text{hodiny} = \frac{5,5}{60} = 0,09167 = 0,09 \text{ hodiny} \quad (25)$$

$$\text{Manipulace} \quad 16 \text{ minut} \Rightarrow \text{hodiny} = \frac{16}{60} = 0,26667 = 0,27 \text{ hodiny} \quad (26)$$

$$\text{Odběr z kontejneru} \quad 45 \text{ minut} \Rightarrow \text{hodiny} = \frac{45}{60} = 0,75 \text{ hodiny} \quad (27)$$

$$\text{Čekání} \quad 47 \text{ minut} \Rightarrow \text{hodiny} = \frac{47}{60} = 0,78333 = 0,78 \text{ hodiny} \quad (28)$$

$$\text{Dodací lhůta (DL)} = \text{Transport} + \text{Manipulace} + \text{Odběr z kontejneru} + \text{Čekání} \quad (22)$$

$$DL = 0,09 + 0,27 + 0,75 + 0,78 = 1,89 \text{ hodiny}$$

Dále je potřeba si převést čas zpracování dávky (29).

$$40,5 \text{ minut} \Rightarrow \text{hodiny} = \frac{40,5}{60} = 0,675 \text{ hodiny} \quad (29)$$

Poslední hodnotou k převedení je odběr za časovou jednotku (30), v našem případě se jedná o hodnotu poptávky.

$$2 \text{ díly za minutu} \Rightarrow \text{díly za hodinu} = 2 \times 60 = 120 \text{ dílů za hodinu} \quad (30)$$

Nyní máme vše potřebné pro dosazení do našeho vytvořeného vzorce (21).

$$K = \frac{P \times (DL + ZD) \times (1 + BF)}{KK} = \frac{120 \times (1,89 + 0,675) \times (1 + 1,5)}{90} = 8,55 = 9 \text{ karet} \quad (21)$$

Výsledky obou vzorců se shodují a dá se tedy říct, že náš vzorec se dá použít ve firmě IAC Přeštice 2 pro projekt SK370.

6 Závěr

V rámci bakalářské práce jsem se v teoretické rovině věnoval zásobám v podniku. Jejich druhy, typy a také způsoby zásobování a výpočty, které jsou potřebné pro zajištění velikosti zásob. I když se bakalářská práce z velké části zabývá metodou kanban, v průběhu zpracovávání práce, jsem se zabýval i jinými metodami, které jsou neméně zajímavé a užitečné v procesu zásobování.

Podstatnou částí této bakalářské práce je uvedení jedněch z nejčastějších vzorců pro výpočet kanbanových karet, se kterými se při systému řízení výroby pomocí metody kanban setkáváme. Pro tyto vzorce je společné užívání ovlivňujících faktorů, jejichž typ je z velké části totožný.

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření návrhu výpočtu, ke kterému jsem postupně dospěl za pomoci několika jiných vzorců, se zohledněním nejdůležitějších a nejčastěji se vyskytujících faktorů ovlivňujících veličin podle tabulky se závislostí vzorců na veličinách. Po vytvoření tabulky jsme zjistili, že mezi nejvíce ovlivňující veličiny patří poptávka, dodací lhůta, čas zpracování dávky, kapacita kontejneru a bezpečnostní faktor. Poté, co jsme sestrojili tento vzorec, jsme ho aplikovali na výpočet množství kanbanových karet pro Main Carrier (dveřní nosič) v rámci projektu SK370 společnosti IAC Přeštice 2. Výsledek se shodoval se vzorcem, který se ve firmě již používá a náš výsledný vzorec lze tedy považovat za využitelný v praxi.

Seznam literatury

- [1] HÁDEK, L. *Nákup a zásobování*. Ostrava: Vysoká škola podnikání, a.s., 2008. ISBN 978-80-7410-009-3.
- [2] DANĚK, Jan a PLEVNÝ, Miroslav. *Výrobní a logistické systémy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2009. ISBN 978-80-7043-416-1.
- [3] HORVÁTH, G. *Logistika ve výrobním podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN: 978-80-7043-634-9.
- [4] KŘÍKAČ, K. *Základy podnikové ekonomiky, část II*. Plzeň: Západočeská univerzita, 1993. ISBN: 80-7082-080-2.
- [5] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. *Logistika - teoretická část*. Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-35-4.
- [6] SYNEK, M. a kolektiv. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN: 978-80-247-3494-1.
- [7] SIXTA, Josef a MAČÁT, Václav. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd 1. Brno: Computer Press, 2005. Praxe manažera. Business books. ISBN 80-251-0573-3.
- [8] SYNEK, Miloslav; KISLINGEROVÁ, Eva a kol. *Podniková ekonomika*. 6. přepracované a doplněné vydání. Praha: C. H. Beck, 2015. 560 s. ISBN 978-80-7400-274-8.
- [9] KEŘKOVSKÝ, Miloslav; VALSA, Ondřej. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. Praha: C. H. BECK, 2012. 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [10] SIXTA, Josef; Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.
- [11] Vallespir, Bruno, ed. a Alix, Thecle, ed. *Advances in production management systems: New challenges, new approaches: IFIP WG 5.7 international conference: APMS2009, Bordeaux, France, September 21 – 23, 2009: revised selected papers*. Berlin: Springer, 2010. xvii, 671 s. IFIP advances in information and communication technology, 338. ISBN 978-3-642-16357-9.

Seznam internetových zdrojů

- [12] *Paretovo pravidlo a ABC analýza* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://www.eaukcebenefico.cz/paretovo-pravidlo-a-abc-analyza/>
- [13] *Analýza skladových zásob* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/analyza-skladovych-zasob#.Xe3a0PxCfRY>
- [14] *Vše, co potřebujete vědet o odvolávkach* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://www.aimtecglobal.com/vse-co-potrebuje-vedet-o-odvolavkach/>
- [15] *Kanban- výroba tahem* [online]. [cit. 2019- 12-09]. Dostupné z: <http://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [16] *Ekonomické objednáací množství - EOQ* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://procuria.webnode.cz/news/ekonomicke-objednaci-mnozstvi-eoq/>
- [17] *Ekonomie - maturitní témata z ekonomie* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: http://ekonomie.topsid.com/index.php?war=podnikove_cinnosti_-_zasobovani
- [18] *Frekvence – Wikipedie* [online]. [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Frekvence>
- [19] *Periodický děj – Wikipedie* [online]. [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Periodick%C3%BD_d%C4%9Bj
- [20] *Proces řízení zásob ve firmách* [online]. [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <https://portal.pohoda.cz/pro-podnikatele/uz-podnikam/proces-rizeni-zasob-ve-firmach/>
- [21] *Co je to Kanban?* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/co-je-to-kanban/>
- [22] *Pojem konsignační sklad* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/konsignacni-sklad>
- [23] *Konsignační sklad* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.az-data.cz/slovník/konsignacni-sklad>
- [24] *Konsignační sklad* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.netdirect.cz/clanek/723/konsignacni-sklad>
- [25] *Co je to konsignační sklad* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/518649-konsignacni-sklad/>
- [26] *PUSH vs. PULL: Rozdíl mezi výrobními systémy PUSH a PULL* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/>

- [27] *Milk Run – zaklínadlo efektivní logistiky* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.autocont.cz/forum/Blogy/AC-Industry/Brezen-2017/Milk-Run-%E2%80%93-zaklinadlo-efektivni-logistiky>
- [28] *Transport System Improvements* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.nipponexpress.com/about/csr/environment/cooperation.html>
- [29] *Kanbanový Systém a kontrola Tahem* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
- [30] *Kanban karty: Kolik je jich potřeba? #1* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/kanban-karty-kolik-je-jich-potreba-1/>
- [31] *Kanban karty: Kolik je jich potřeba? #2* [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/kanban-karty-kolik-je-jich-potreba-2/>
- [32] *Kanban* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>
- [33] *Push-Pull Manufacturing* [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/push-pull-manufacturing.html>
- [34] IAC Group s.r.o. Přeštice 2 / Dostupné od společnosti IAC Group Přeštice 2
- [35] *Kanbanový Systém a kontrola Tahem. Manufactus* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
- [36] *Logistické technologie. SlidePlayer* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2282817/>
- [37] *8 Koncepce Just-in-Time (JIT), kanban. SlidePlayer* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2506150/>
- [38] *KANBAN – dílenské řízení výroby* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <http://www.ksa.tul.cz/getFile/id:3809>
- [39] *2-Card Kanban System Calculations. Gemba ACADEMY* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: https://gemba-resource.s3.amazonaws.com/lean/kanban/03_2_Card_Kanban_System_Calculations.pdf
- [40] *How to Calculate the number of Kanban. Lean Six Sigma Manufacturing* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <http://www.leanlab.name/how-to-calculate-the-number-of-kanban>

- [41] How Many Kanban Cards are Needed: Kanban Types and Analytical Sizing. *Shmula.com* [online]. [cit. 2021-5-5].
Dostupné z: <https://www.shmula.com/kanban-types-and-analytical-sizing/381/>
- [42] Using Kanban to Calculate Your JIT Bin Quantities. *ToughNickel* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://toughnickel.com/industries/Kanban-Calculation>
- [43] Free Kanban Card Template (Page 1). *LINE* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://line.17qq.com/articles/wspgfgny.html>
- [44] Kanban Cards Formula and Solution of Example (Page 1). *LINE* [online]. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://line.17qq.com/articles/qwsfmmsfqy.html>
- [45] *Řízení systému výroby spotřebou* [online]. Zlín, 2015 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/10164138-Rizeni-systemu-vyroby-spotrebou-radek-musil.html>.
Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, fakulta technologická.
- [46] *IAC Group* [online]. [cit. 2021-5-24]. Dostupné z: <https://www.iacgroup.com/>
- [47] *Nahrazení papírové výrobní dokumentace* [online]. Plzeň, 2020 [cit. 2021-5-24].
Dostupné z:
https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/41182/1/Bakalarska_prace_Dominik_Sladek.pdf.
Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, fakulta strojní.
- [48] *AUTOMOBIL PRODUKTION* [online]. [cit. 2021-5-24]. Dostupné z: <https://www.automobil-produktion.de/zulieferer/iac-startet-produktion-von-tuerverkleidungen-in-tschechien-213.html>
- [49] *What is lead time?* [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/lead-time/>
- [50] *Chapter 8 What is lead time?* [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://www.brightpearl.com/inventory-management-system/what-is-lead-time>
- [51] *Poptávka* [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Popt%C3%A1vka>
- [52] *MARKET DEMAND ANALYSIS What is Demand Demand is* [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://slidetodoc.com/market-demand-analysis-what-is-demand-demand-is/>

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Principy řízení výroby [9]	9
Obrázek 1-2 Analýza ABC [12].....	12
Obrázek 1-3 Analýza XYZ [13].....	12
Obrázek 2-1 Kombinace ABC/XYZ	13
Obrázek 2-2 Průběh kanbanu [5]	14
Obrázek 2-3 Princip kanbanu [12]	16
Obrázek 2-4 Tři pojetí/aplikační stupně JIT [9].....	17
Obrázek 2-5 Faktory JIT [5].....	18
Obrázek 2-6 Schéma Milk runu [28].....	23
Obrázek 3-1 Q-systém [10].....	25
Obrázek 3-2 P-systém [10].....	25
Obrázek 3-3 Optimální velikost dávky [16].....	27
Obrázek 3-4 Pojistná zásoba [17].....	28
Obrázek 4-1 Klasický kanbanový vzorec [29]	31
Obrázek 4-2 Vzorec 1 [34].....	33
Obrázek 4-3 Vzorec 2 [35].....	33
Obrázek 4-4 Vzorec 3 [36].....	34
Obrázek 4-5 Vzorec 4 [37].....	34
Obrázek 4-6 Vzorec 5 [38].....	35
Obrázek 4-7 Vzorec 6 [39].....	35
Obrázek 4-8 Vzorec 7 [40].....	36
Obrázek 4-9 Vzorec 8 [41].....	36
Obrázek 4-10 Vzorec 9 [42].....	37
Obrázek 4-11 Vzorec 10 [43].....	37
Obrázek 4-12 Vzorec 11 [44].....	38
Obrázek 4-13 Výřez původní tabulky se závislostí vzorců na veličinách.....	38
Obrázek 4-14 Tabulka s počtem vzorců podle barev	39
Obrázek 4-15 Tabulka závislostí vzorců na veličinách.....	39
Obrázek 4-16 Výsledný vzorec	40
Obrázek 4-17 Graf poptávky.....	40
Obrázek 4-18 Dodací lhůta [49].....	41

Obrázek 4-19 Kontejner používaný v IAC Přeštice 2 [34]	42
Obrázek 4-20 Výsledný vzorec se zohledněním všech veličin	43
Obrázek 5-1 Logo společnosti IAC group [46].....	45
Obrázek 5-2 Pohled na halu IAC Přeštice 2 [48]	46
Obrázek 5-3 Ukázka kanbanové karty ve firmě IAC Přeštice 2 [34].....	47
Obrázek 5-4 Main Carrier (dveřní nosič) pro projekt SK370 [34]	49
Obrázek 5-5 Ukázka kanbanové karty a regálu pro Main Carrier projektu SK370 [34]	49
Obrázek 5-6 Vstupní hodnoty pro výpočet kanbanových karet	50