

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Podnikové informační systémy

MRPI – Plánování spotřeby materiálu

Ing. František Koblasa, Ph.D.



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU



Národní
plán
obnovy

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- Funkce MPR I
- BOMP a MPRI - Výrobní, dispoziční stupně.
- Rozpad kusovníku
- Výpočet objednáciho množství
- Výpočet bezpečnostních zásob
- Výpočet plán požadavku na Nákup a Výrobu.

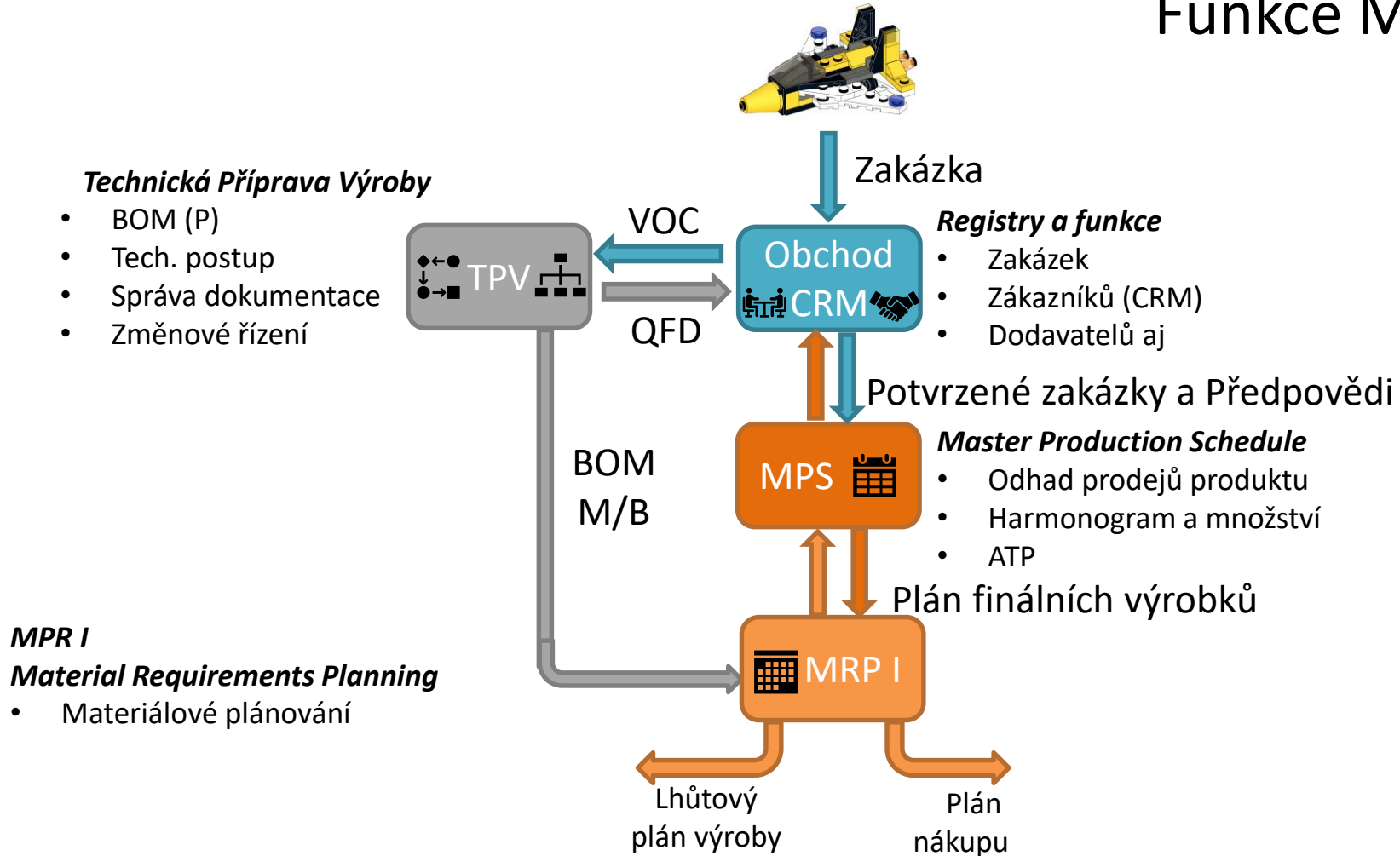
Funkce MRP I

Material Requirements Planning – Plánování potřeby materiálu.

...zabezpečit výrobu materiálem tak, aby nedocházelo k zbytečnému prodloužení průběžné doby zakázky na jedné straně, na straně druhé, aby se minimalizovaly náklady spojené se skladovým hospodářstvím...

MRP I plánuje **kdy a v jakém množství** se má **objednávat** materiál a polotovary a vyrábět komponenty, aby bylo možné vyrobit plánované produkty.

Funkce MRP I



Technická Příprava Výroby

- BOM (P)
- Tech. postup
- Správa dokumentace
- Změnové řízení

Registry a funkce

- Zakázek
- Zákazníků (CRM)
- Dodavatelů aj

Potvrzené zakázky a Předpovědi

Master Production Schedule

- Odhad prodejů produktu
- Harmonogram a množství
- ATP

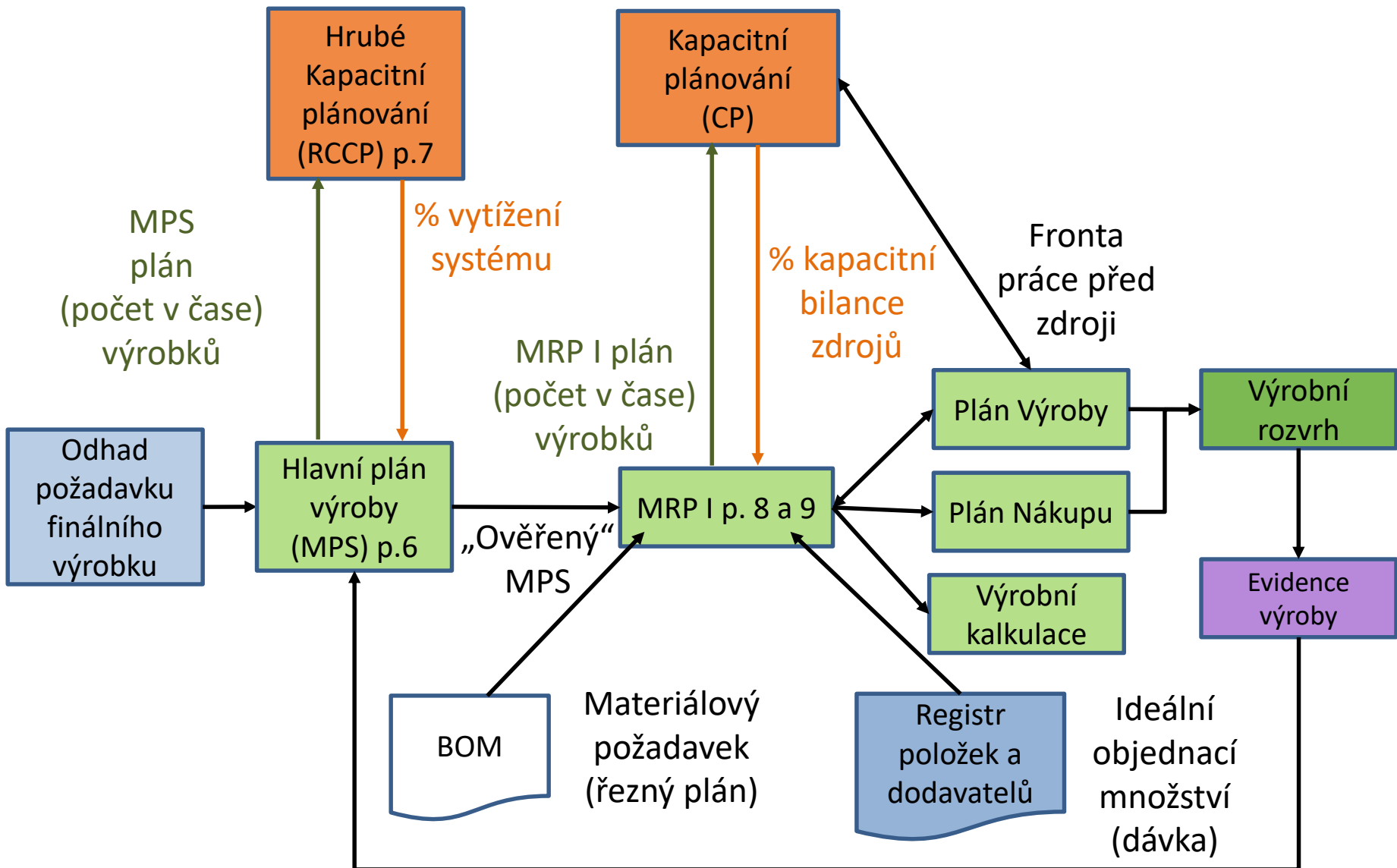
Plán finálních výrobků

MPR I

Material Requirements Planning

- Materiálové plánování

MPR I Vstupy a výstupy



MPR I Vstupy, výstupy a proces

Vstupy

- BOM – strukturu výrobku
- MPS – Požadavek finálu v čase
- Objednací množství Q (D , N_s , N_p)
- Bezpečnostní zásoby SS

Proces

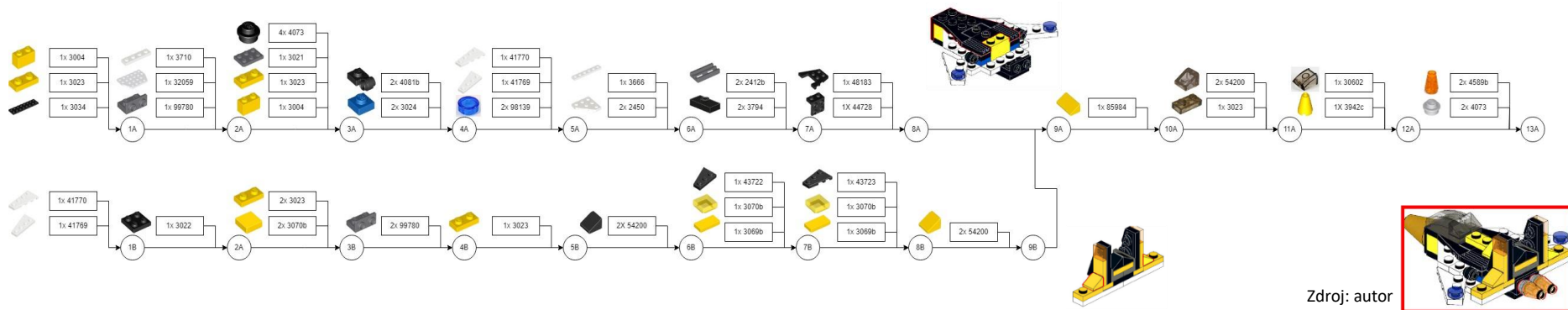
1. Požadavek na nejnižší položky kusovníku - Rozpad MPS pomocí BOM na nejnižší položky
2. Výpočet Q a SS
3. Výpočet objednacích bodů v čase (Požadavek, zásoby, Q , SS , dodací lhůty aj.)

Výstup

- Co, kdy a kolik objednat / vyrobit

MPR I a BOM – rozpad kusovníku

- Prvním krokem MPR I je rozpad finálních výrobků (MPS) na vyráběné a nakupované položky



- Výrobek se rozpadá na sestavy, podsestavy až do úrovně dílu.
- Každý rozpad znamená další stupeň.
- S každým stupněm může být svázána výrobní lhůta – odhad lhůty výroby

MPR I a BOM – rozpad kusovníku

Požadavek na MPS P(t)	Čtvrtletí					
	Měsíc	1				
	Výrobek	1	2	3	4	5
3001 A	31	34	32	40	51	
3001 B	18	17	26	21	22	
3001 C	45	26	33	23	25	

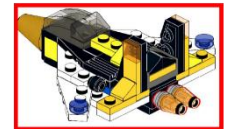
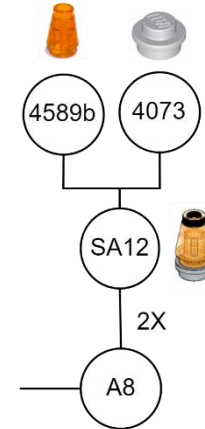
Počáteční zásoba Is(t)	Čtvrtletí					
	Měsíc	1				
	Výrobek	1	2	3	4	5
3001 A	38	47	53	61	61	
3001 B	46	98	81	55	104	
3001 C	31	26	40	47	64	

MPS Q(t)	Čtvrtletí					
	Měsíc	1				
	Výrobek	1	2	3	4	5
3001 A	40	40	40	40	40	
3001 B	70	0	0	70	0	
3001 C	40	40	40	40	0	

Konečná zásoba Ie(t)	Čtvrtletí					
	Měsíc	1				
	Výrobek	1	2	3	4	5
3001 A	47	53	61	61	50	
3001 B	98	81	55	104	82	
3001 C	26	40	47	64	39	

Rozpad MPS = 40
na nižší díly

- $SA12 = 2 * A8$
- $4073 = SA12 * 1$
- $4589b = SA12 * 1$



$SA12 = 2 * A8$

Rozpad do
hloubky sestavy

MPR I a BOM – rozpad kusovníku

Item	Unit	QTY	UOM	Material	Description	Level
31001	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet	01
31001_A05	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A5 - Main frame v Top frame	02
2450	KS	1,000	0 V	A	White Wedge, Plate 3 x 3 Cut Corner	03
31001_A03	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A3 - Main frame v bot wings	03
31001_A02	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A2 - Main frame v lights	04
31001_A01	KS	1,000	0 V	A	Mini Sky Flyer Jet A1 - Main frame plain bot	05
3034	KS	1,000	0 V	N	Black Plate 2 x 8	06
01_ABS_LEGO	kg	2,270	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07
32059	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 6 Cut Corners	06
01_ABS_LEGO	kg	3,000	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07
3710	KS	1,000	0 V	N	White Plate 1 x 4	06
01_ABS_LEGO	kg	7,907	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07
99780	KS	1,000	0 V	N	Dark Bluish Gray Bracket 1 x 2 - 1 x 2 Inverted	06
01_ABS_LEGO	kg	0,550	0 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07
3004y	KS	2,000	0 N		Yellow Brick 1 x 2	06
3021	KS	1,000	0 N		Dark Bluish Gray Plate 2 x 3	06
3023y	KS	2,000	0 N		Yellow Plate 1 x 2	06
4073	KS	4,000	0 N		Black Plate, Round 1 x 1	06
4813024	KS	2,000	0 V	N	Light bot (SA01)	05
3024	KS	1,000	0 N		Blue Plate 1 x 1	06
4081b	KS	1,000	0 N		Black Plate, Modified 1 x 1 with Light Attachment	06
417L	KS	1,000	0 V	N	Left wing (SA03)	04
41769	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 2 Right	05
01_ABS_LEGO	kg	0,830	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
41770	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 2 Left	05
01_ABS_LEGO	kg	0,830	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
98138	KS	1,000	0 N		Trans-Dark Blue Tile, Round 1 x 1	05
417P	KS	1,000	0 V	N	Right wing (SA02)	04
41770	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 2 Left	05
01_ABS_LEGO	kg	0,830	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
98138	KS	1,000	0 N		Trans-Dark Blue Tile, Round 1 x 1	05
31001_A04	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A4 - Top Frame	03
437L	KS	1,000	0 V	N	Left Rudder (SA06)	04
43722	KS	1,000	0 V	N	Black Wedge, Plate 3 x 2 Right	05
01_ABS_LEGO	kg	0,640	0 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
3069yb	KS	1,000	0 N		Yellow Tile 1 x 2 with Groove	05
3070t	KS	1,000	0 N		Trans-Yellow Tile 1 x 1 with Groove	05
437P	KS	1,000	0 V	N	Right rudder (SA07)	04
43723	KS	1,000	0 V	N	Black Wedge, Plate 3 x 2 Left	05
01_ABS_LEGO	kg	0,640	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
3069yb	KS	1,000	0 N		Yellow Tile 1 x 2 with Groove	05
3070t	KS	1,000	0 N		Trans-Yellow Tile 1 x 1 with Groove	05
9978	KS	1,000	0 V	N	Top Frame wing v head (SA05)	04
417U	KS	1,000	0 V	N	Top Frame wing R/L (SA04)	05
41770	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 2 Left	06
01_ABS_LEGO	kg	0,830	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07

Hloubka rozpadu

by ARSIQA

AROP

MAX

Stejné položky mohou být v různé hloubce.

Co s tím?

MPR I a BOM – rozpad kusovníku

Item	Material	QTY	UOM	Plant	Description	Level
31001	V	A			Mini Sky Flyer Jet	01
31001_A05	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A5 - Main frame v Top frame	02
2450	KS	1,000	0 V	A	White Wedge, Plate 3 x 3 Cut Corner	03
31001_A03	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A3 - Main frame v bot wings	03
31001_A02	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A2 - Main frame v lights	04
31001_A01	KS	1,000	0 V	A	Mini Sky Flyer Jet A1 - Main frame plain bot	05
3034	KS	1,000	0 V	N	Black Plate 2 x 8	06
32059	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 6 Cut Corners	06
3710	KS	1,000	0 V	N	White Plate 1 x 4	06
99780	KS	1,000	0 V	N	Dark Bluish Gray Bracket 1 x 2 - 1 x 2 Inverted	06
3004y	KS	2,000	0 N		Yellow Brick 1 x 2	06
3021	KS	1,000	0 N		Dark Bluish Gray Plate 2 x 3	06
3023y	KS	2,000	0 N		Yellow Plate 1 x 2	06
4073	KS	4,000	0 N		Black Plate, Round 1 x 1	06
4813024	KS	2,000	0 V	N	Light bot (SA01)	05
417L	KS	1,000	0 V	N	Left wing (SA03)	04
417P	KS	1,000	0 V	N	Right wing (SA02)	04
31001_A04	KS	1,000	0 V	N	Mini Sky Flyer Jet A4 - Top Frame	03
437L	KS	1,000	0 V	N	Left Rudder (SA06)	04
437P	KS	1,000	0 V	N	Right rudder (SA07)	04
9978	KS	1,000	0 V	N	Top Frame wing v head (SA05)	04
417U	KS	1,000	0 V	N	Top Frame wing R/L (SA04)	05
41770	KS	1,000	0 V	N	White Wedge, Plate 4 x 2 Left	06
01_ABS_LEGO	kg	0,830	3 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	07
3022	KS	1,000	0 N		Black Plate 2 x 2	06
99780	KS	1,000	0 V	N	Dark Bluish Gray Bracket 1 x 2 - 1 x 2 Inverted	05
01_ABS_LEGO	kg	0,550	0 N		Acrylonitrile Butadiene Styrene LEGO ABS	06
3023y	KS	3,000	0 N		Yellow Plate 1 x 2	05
3070yb	KS	2,000	0 N		Yellow Tile 1 x 1 with Groove	05
54200	KS	1,000	0 N		Black Slope 30 1 x 1 x 2/3	05
54200	KS	2,000	0 N		Black Slope 30 1 x 1 x 2/3	04

Zdroj: autor ERP/APS AROP MAX



3034



3023



3004



32059



3710



99780



4073

4x

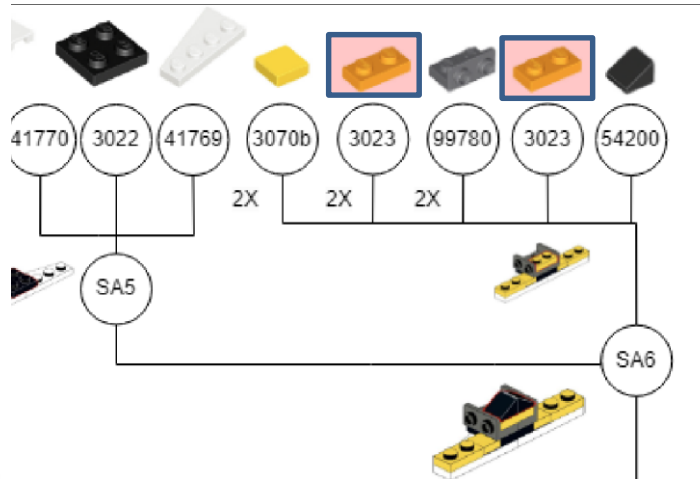


3023

Výrobní Úroveň 5



3004



Výrobní Úroveň 6

Sloučíme položky do disponibilního stupně 6?

- Vyšší zásoby?
- Méně objednávek?
- Lepší logistické podmínky (riziko nedodání, společné plánování a bezpečnostní zásoba?)
- Některé zásoby dříve, jiné později?
- Množstevní rabaty?

Praktický výpočet EOQ

$$N(Q) = N_s(Q) + N_p(Q) = n_s \frac{Q}{2} + n_p \frac{D}{Q}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2n_p D}{n_s}}$$

- D – spotřeba výrobků za jednotku času
- Q - velikost objednávky
- N(Q) nákladová funkce
- $N_p(Q)$ náklady na proces pořízení dodávky
- **n_p – náklady na jednu objednávku**
- $N_s(Q)$ náklady na skladování dodávky
- **n_s náklady na skladovací položku (měrnou jednotku)**

$$N(Q) = \sqrt{2n_p n_s D}$$

n_s náklady na skladovací položku

- Náklady na skladovací položku (měrnou jednotku na rok)
- Náklady na (skladování + zaměstnace + příležitosti + odpisy) / celková hodnota zásob)
 - **Náklady na skladování** - fyzické skladování zásob – např. nájemné, služby a pojištění.
 - **Náklady na zaměstnace** - platy nebo mzdy zaměstnanců skladu - udržují budovu, spravují a kontrolují zásoby a plní objednávky.
 - **Náklady příležitosti** – „ifs and buts“, představují náklady na držení mrtvých zásob namísto jiných, ziskovějších produktů.
 - **Náklady na odpisy** – náklady vznikající přirozeným snižováním hodnoty zásob v průběhu času přirozeně snižuje - produkty se postupně stávají zastaralými.

n_s náklady na skladovací položku

- Někdy se určuje pouze ze zabrané plochy
 - Cena logistické plochy
 - Cena „výrobní plochy“ (resp potenciálu využití na výrobu)
 - Zjednodušíme si jako běžnou cenu za paletové místo
 - m^2 neobsahuje služby a zaměstnance
1. Určení ceny za paletové místo
 2. Určení počtu položek na paletové místo – omezení rozměry nebo váhou.

n_s náklady na skladovací položku

- 1200x800 mm
- Až 1 500 kg
- do 750 kg dle norm
- 1 400 kg při rovnon
- 1 900 kg při celistvém zatížení (např. tabule plechu)



Zdroj: <https://www.klaustimber.cz/drobny-prodej>

n_s náklady na skladovací položku

Ne vše lze skladovat na paletách
(např některé kulatina a plechy)

Konzolové regály

- Max. zatížení stojiny (kg) 1000 kg
- Max. zatížení ramena (kg) 200 kg

Regálové zakladače

- Rozměr – 1000×2000 mm, 1250x2500mm, 1500x3000mm
mimořádně 2000x4000mm
- max. 3000 kg na polici.
- světlé výšky polic 200 – 450 mm



Zdroj: https://www.manutan.cz/cs/mcz/jednostranny-konzolovy-regal-zakladni-200-x-405-x-63-cm-4-800-kg-20-konzoli-189301?gclid=Cj0KCQjwxuCbHdLARIsABcq1plzo2tWuAcFly6XzeWCFp0IZ1tUwrv7xGqWBqKldwGQs9ID1Q6qXlaAvsgEALw_wcB



Zdroj <https://www.kredit.cz/vyroby/sklady/skladovani-plechu/regalove-zakladace-driver-box/>

n_s náklady na skladovací položku

Nákup šroubů M10

- $n_s = 21$ Kč/den (16+5)
- $n_s = 7665$ Kč/rok
- Váha balení 100ks = 3,12 kg
- Při zatížení 500kg
- Cca 160 krabic = 16 000 ks
- Cena za skladování 1ks šroubu rok = $7665 / 16\ 000 =$ cca 0,50 Kč
- V případě řezání plechu, kulatiny atd je třeba nejprve použít řezný plán.

Cena nájmu za m2/den (paletové místo)		
Cena do <	10 m2	16,00 Kč
Cena do <	20 m2	14,00 Kč
Cena do <	30 m2	12,00 Kč
Cena do <	40 m2	10,00 Kč
Cena do <	50 m2	9,00 Kč
Cena od >	60 m2	8,00 Kč

Ceník práce/fulfillmentu:	
Práce skladníka s VZV	350 Kč/hod
Práce skladníka	250 Kč/hod

Zahrnuje:

- vykládka, nakládka
- balení
- pickování
- inventarizace
- odesílání, příjem

Paušální poplatek za služby	5 Kč/m2/den
-----------------------------	-------------

Zdroj: autor

n_p – náklady na jednu objednávku

- **n_p – náklady na proces objednávky**
 - Vytvoření objednávky
 - Jednání s dodavatelem
 - Potvrzení objednávky
 - Sledování pohybu objednávky
 - Příjem
 - Kontrola jakosti
 - ? Uskladnění
 - ? Cena za transport

n_p – náklady na jednu objednávku

- Náklad na zaměstnance
 - Průměrný plat (<https://prumerneplaty.cz/>)
 - Nákupčí = 35 000 Kč
 - Kontrola kvality = 32 000
 - Skladník = 25 000 Kč
 - Náklad na zaměstnavatele = 35 000 Kč * 1,34 = 46 900
 - Při 168 h = 279 Kč/ h

n_p – náklady na jednu objednávku

n_p – náklady na jednu objednávku

- Vytvoření objednávky 30 min
- Jednání s dodavatelem 16 hod
- Potvrzení objednávky 1 hod
- Sledování pohybu objednávky 4 hod
- Příjem 1 hod
- Kontrola jakosti 2 hod

$$n_p = 24,5 \text{ hod} * 250 \text{ Kč} = 6125 \text{ Kč}$$

Praktický výpočet EOQ – teoreticky

- $n_p = 6125$ Kč
- $n_s = 0,5$ kč/rok
- Balení = 100 ks
- Paleta cca = 16 000 ks
- D (požadavek) = 500 000

$$Q = \sqrt{\frac{2n_p D}{n_s}} = \sqrt{\frac{2 * 6125 * 500\,000}{0,5}} = 110\,679,72$$

$$N(Q) = \sqrt{2n_p n_s D} = 55\,339,86 \text{ Kč} \quad t = D/Q = 4,5 \text{ tzn každé 2-3 měsíce...}$$

Neuvažuje logická – praktická omezení

Praktický výpočet EOQ – Prakticky

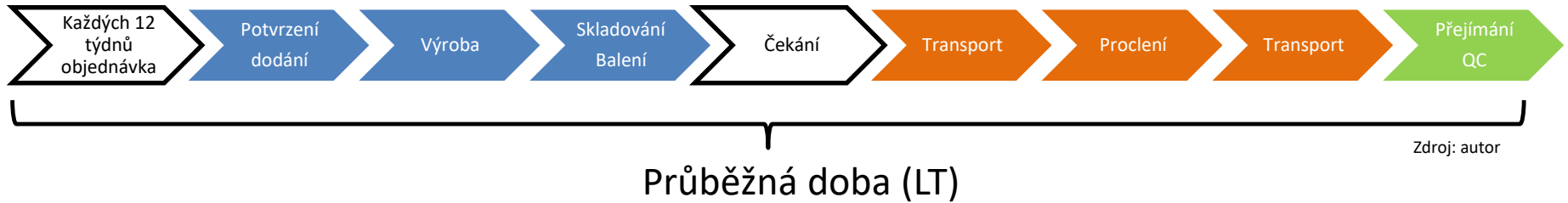
- Balení = 100 ks
- Paleta cca = 16 000 ks
- D (požadavek) = 500 000
- $Q_{\text{teor}} = 110\,679,72$

- Vliv balení 100 = 110 700
- Vliv transportu = $110\,700 / 16\,000 = 6,9$ tzn 7
= $7 * 16\,000 = 112\,000$ ks

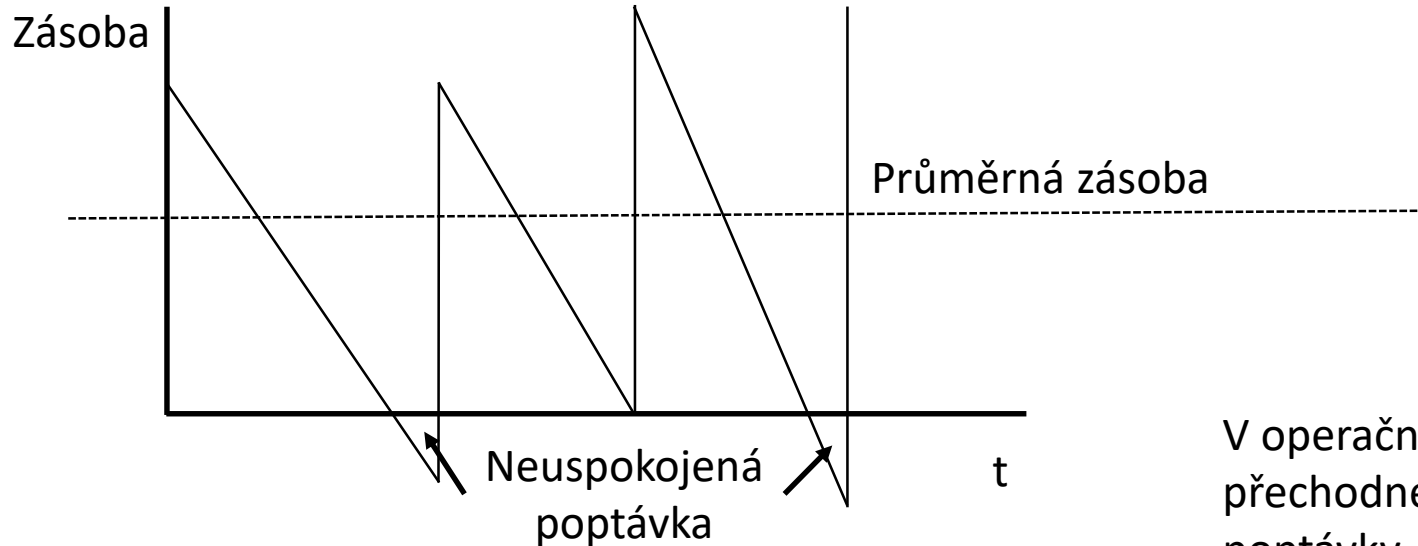
$t = D/Q = 4,5$ krát tzn. každé 2-3 měsíce, resp. každých 12 týdnů

Stanovení bezpečnostních zásob (SS)

- Zásoby snižují průběžnou dobu dodání zakázky



- Bezpečnostní zásoby (SS – safety stocks)



V operační výzkumu – model přechodného neuspokojení poptávky

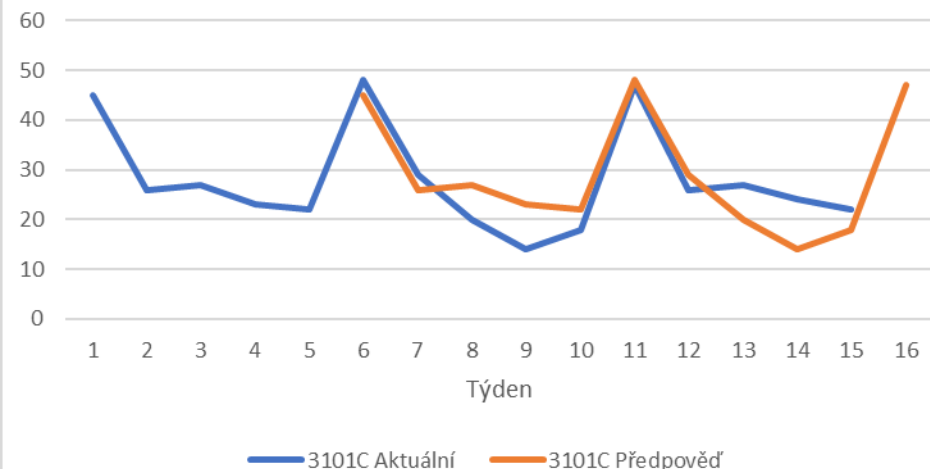
Stanovení bezpečnostních zásob (SS)

- Metoda „Bezpečných dní“ - „Klasika“
- Metoda „Ustrašeného muže“ - „Na jistotu“
- Metoda ABC/XYZ klasifikace a odhadu nejistoty (N. rozdělení)
 - Poptávky
 - Průběžného času
 - Poptávky a průběžného času

Forecast 3101A



Forecast 3101C



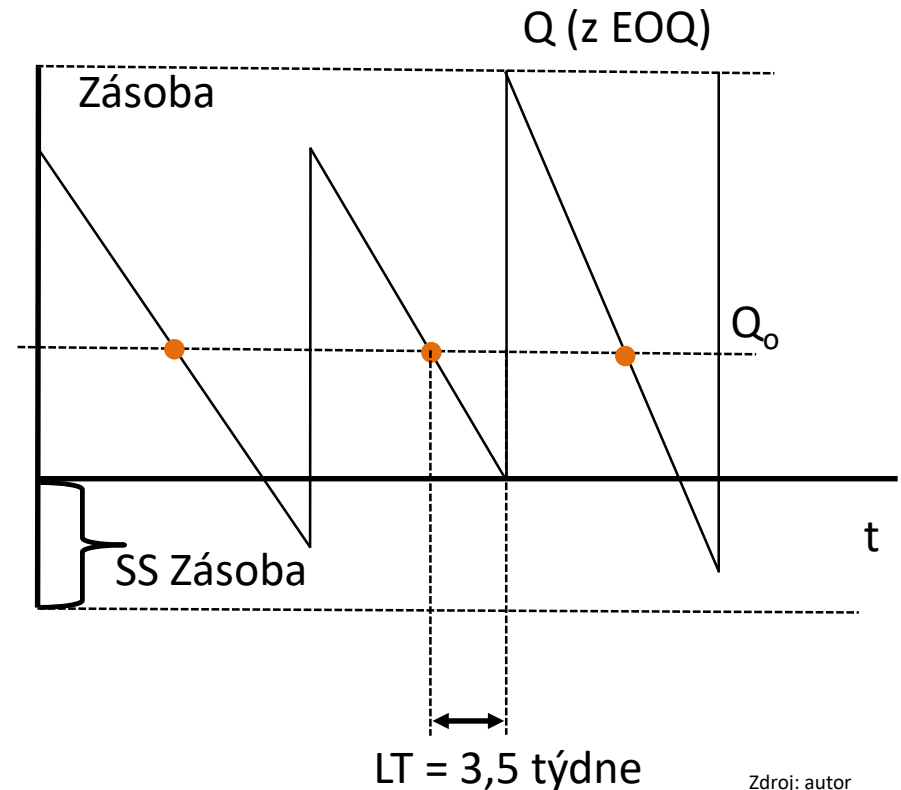
Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – „Klasika“

- Průměrný odbyt na X („nárazníkových“) dní
 - $SS = \text{průměrný odbyt} \times \text{počet dní}$
 - $Q_o = SS + \text{průměrný odbyt} \times \text{průměrný LT}$

Prodeje		
Týden	31001A	31001C
1	30	45
2	34	26
3	32	27
4	34	23
5	35	22
6	30	48
7	34	29
8	36	20
9	29	14
10	31	18
11	35	47
12	31	26
13	37	27
14	34	24
15	33	22
Průměr (ks)	33	27,87
Max	37	48
SS (týden)	1	2

Dodávky	LT (týdny)	
	31001A	31001C
1	3,6	2,2
2	3,2	2,2
3	3,8	3,8
4	3,4	5,4
5	3,6	2,8
6	4	4,8
7	3,4	3,4
8	3	2,2
9	3,4	2,4
10	3,6	5
Průměr (ks)	3,5	3,42
Max	4	5,4

SS	33	55,73
Q(o)	148,5	151,04



Zdroj: autor

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – „Klasika“

- Příliš manuálních vstupů
- Neuvažuje variabilitu Poptávky
- Neuvažuje variabilitu Průběžné doby
- Závislá na zkušenostech a „expertním“ odhadu.

- Lepší než zcela odhadnout od oka.

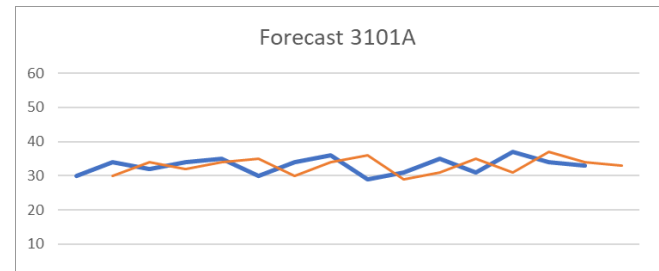
Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – „Na jistotu“

- Maximální odbyt na maximální LT
 - $SS = \text{Maximální odbyt} \times \text{max LT} - (\text{Průměrný prodej} \times \text{Průměrné LT})$
 - $Q_o = SS + \text{průměrný odbyt} \times \text{průměrný LT}$

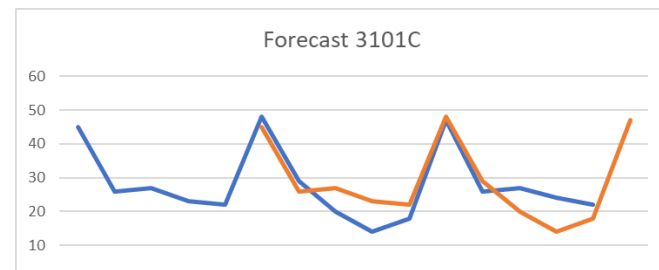
Prodeje		
Týden	31001A	31001C
1	30	45
2	34	26
3	32	27
4	34	23
5	35	22
6	30	48
7	34	29
8	36	20
9	29	14
10	31	18
11	35	47
12	31	26
13	37	27
14	34	24
15	33	22
Průměr (ks)	33	27,87
Max	37	48

Dodávky	LT (týdny)	
	31001A	31001C
1	3,6	2,2
2	3,2	2,2
3	3,8	3,8
4	3,4	5,4
5	3,6	2,8
6	4	4,8
7	3,4	3,4
8	3	2,2
9	3,4	2,4
10	3,6	5
Průměr (ks)	3,5	3,42
Max	4	5,4

SS	32,5	163,90
Q(o)	148	259,20



SS	33	55,73
Q(o)	148,5	151,04

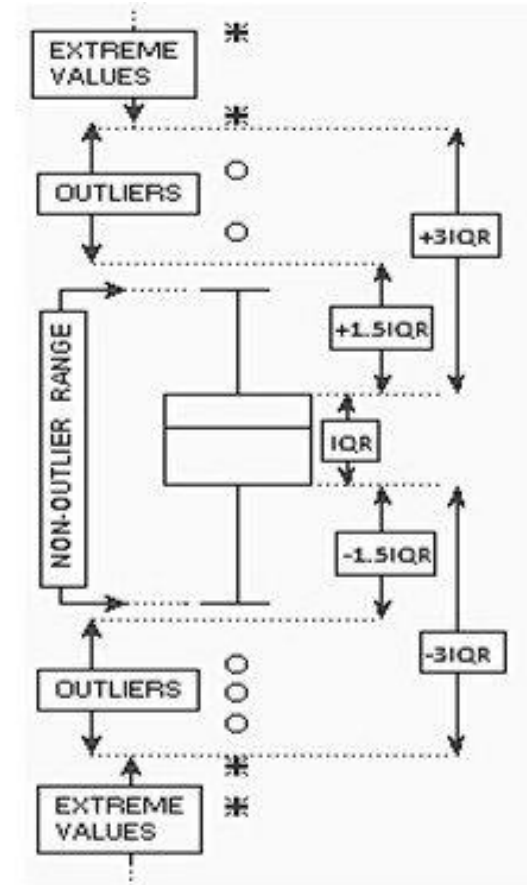
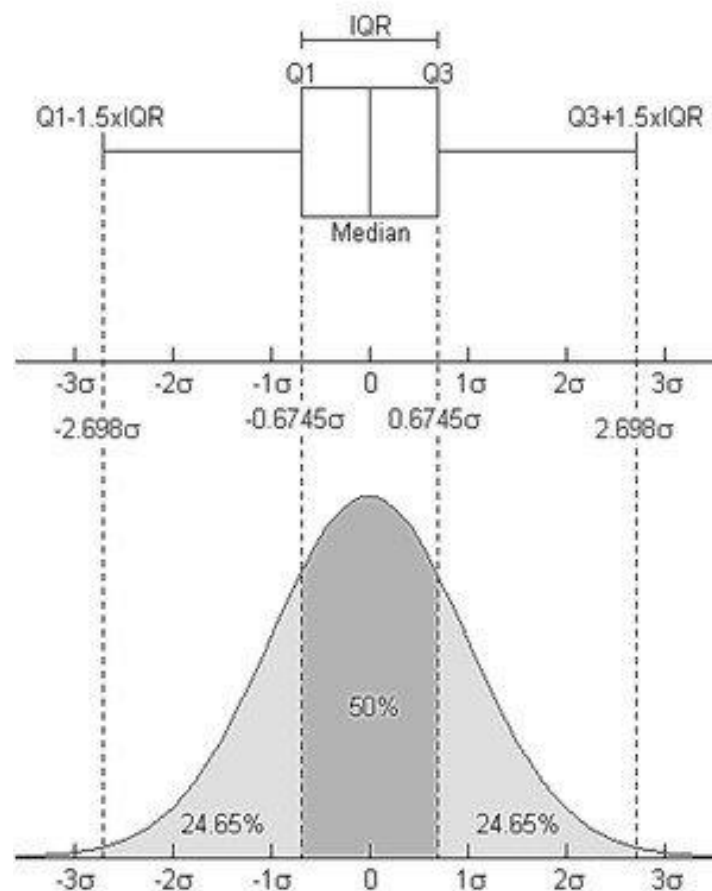


SS	32,5	163,90
Q(o)	148	259,20

Zdroj: autor

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – „Na jistotu“

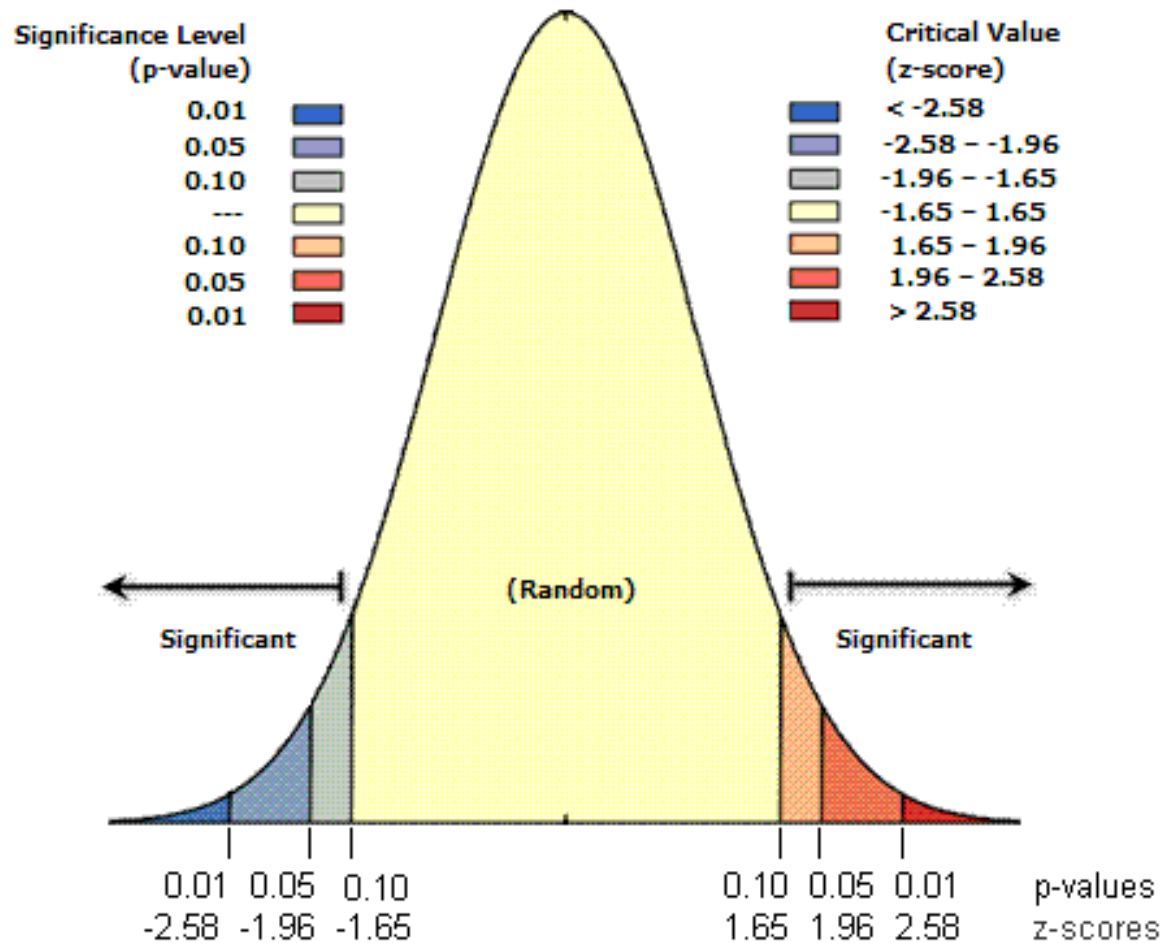
- Ovlivněna extrémní poptávky a LT – může ovlivnit jeden „Peak“.
- Možnosti očištění dat o ojedinělé extrémní



Zdroj: ANDRYSIK, Tomasz; SAGANOWSKI, Łukasz; MAZURCZYK, Wojciech. Network anomaly detection for railway critical infrastructure based on autoregressive fractional integrated moving average. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2016, 2016.1: 1-14.

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – N + ABC/XYZ

- S jakou „jistotou“ u jaké veličiny chceme pracovat?
- Prodej (N) ?
- ABC/XYZ klasifikace



Zdroj: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/GUID-CBF63B74-D1B2-44FC-A316-7AC2B1C1D464-web.png>

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – N + ABC/XYZ

- ABC Klasifikace – „Možné hodnoty“

A	B	C
95,00%	90,00%	80,00%

- XYZ

	X	Y	Z
A	97,00%	95,00%	93,00%
B	91,00%	90,00%	89,00%
C	85,00%	80,00%	70,00%

Z hodnoty pro %			
"P"	Z	"P"	Z
100%	3,09	84%	0,99
99%	2,33	83%	0,95
98%	2,05	82%	0,92
97%	1,88	81%	0,88
96%	1,75	80%	0,84
95%	1,64	79%	0,81
94%	1,55	78%	0,77
93%	1,48	77%	0,74
92%	1,41	76%	0,71
91%	1,34	75%	0,67
90%	1,28	74%	0,64
89%	1,23	73%	0,61
88%	1,17	72%	0,58
87%	1,13	71%	0,55
86%	1,08	70%	0,52
85%	1,04	69%	0,50

Zdroj: autor

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – N + ABC/XYZ

- Pro 90% odhad „ne“ jistoty $z = 1,28$
- Nejistota poptávky
 - $SS = z d_{SD} \sqrt{LT_{avg}}$
- Nejistota průběžné doby LT
 - $SS = z d_{avg} LT_{SD}$
- Nejistota – kombinace => poptávka a nezávislá LT
 - $SS = z \sqrt{LT_{avg} d_{SD}^2 + (d_{avg} LT_{SD})^2}$
- $O_o = SS + d_{avg} LT_{avg}$
 - LT_{avg} průměrná průběžná doba
 - LT_{SD} směrodatná průběžná doby
 - d_{avg} průměrná poptávka
 - d_{SD} směrodatná odchylka poptávky

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – N + ABC/XYZ

- U SS je nutné stejně jako u Q brát v potaz další omezení (velikost doávky, obalu atd.)
- Pro 90% Z - 1,28
 - Klasika SS = 33 / 56
 - Jistota SS = 33 / 163
 - $d_{SD} SS = 6 / 24$
 - $LT_{sd} SS = 12 / 42$
 - Kombi SS = 13 / 49

Prodeje		
Týden	31001A	31001C
1	30	45
2	34	26
3	32	27
4	34	23
5	35	22
6	30	48
7	34	29
8	36	20
9	29	14
10	31	18
11	35	47
12	31	26
13	37	27
14	34	24
15	33	22
Průměr (ks)	33	27,87
Max	37	48
dSD	2,31	10,11

Dodávky	LT (týdny)	
	31001A	31001C
1	3,6	2,2
2	3,2	2,2
3	3,8	3,8
4	3,4	5,4
5	3,6	2,8
6	4	4,8
7	3,4	3,4
8	3	2,2
9	3,4	2,4
10	3,6	5
Průměr (ks)	3,5	3,42
Max	4	5,4
LTSD	0,27	1,20
Pro SD poptávky		
SS	5,53	23,94
Q(o)	121,0302	119,24
Pro SD LT		
SS	11,49	42,74
Q(o)	126,9905	138,04
Kombinace		
SS	12,75	48,98
Q(o)	128,2521	144,29

Stanovení bezpečnostních zásob (SS) – N + ABC/XYZ

- S menší „jistotou“ zásoby přirozeně klesají.

		90%		80%		70%	
Pro SD poptávky	SS	5,53	23,94	3,63	15,71	2,25	9,72
	Q(o)	121,03	119,24	119,13	111,01	117,75	105,03
Pro SD LT	SS	11,49	42,74	7,54	28,05	4,67	17,36
	Q(o)	126,99	138,04	123,04	123,35	120,17	112,67
Kombinace	SS	12,75	48,98	8,37	32,15	5,18	19,90
	Q(o)	128,25	144,29	123,87	127,45	120,68	115,20

Stanovení bezpečnostních zásob (SS)

- **Hodnověrnost dat je důležitější než metoda!**
- Existuje mnoho modelů
- Lze jít až do stupně kdy každou položku řešíme pomocí AI.
- Nízké objemy d - „na jistotu“
- Vysoké objemy d – „Kombinace“
- Bez dat od LT – „normální rozdělení a d_{SD} “

MRP I výpočet

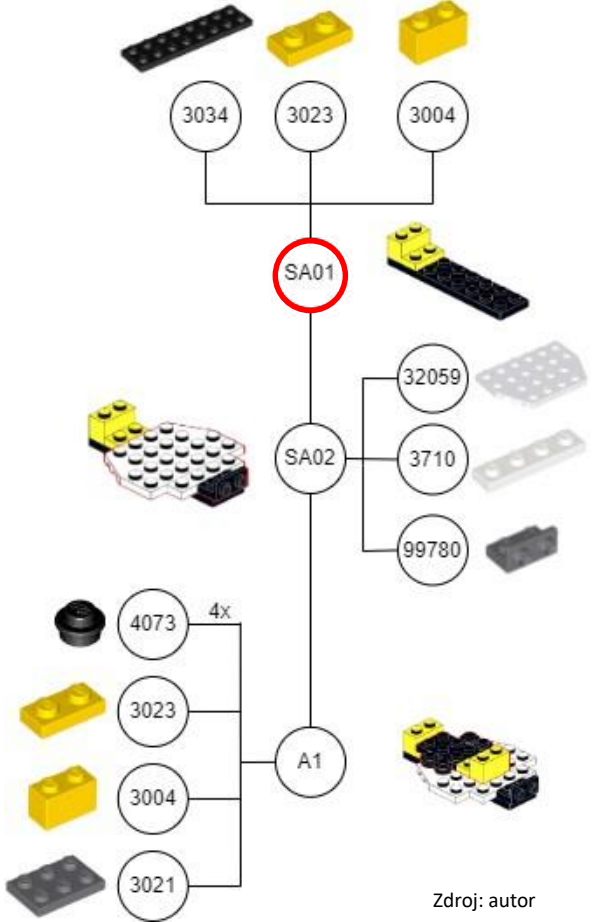
Mechanismus nepodobný výpočtu MPS uvažuje:

- Rozpad kusovníku
- Dispoziční a výrobní stupně
- Slučování zakázek
- Aj.

Výpočet

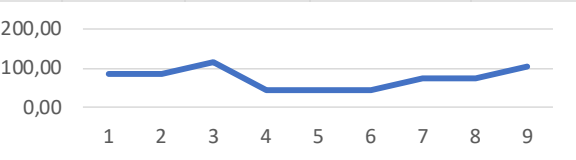
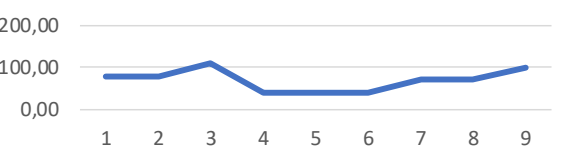
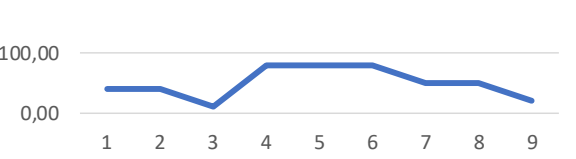
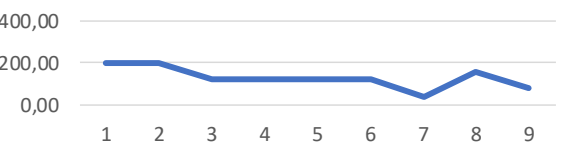
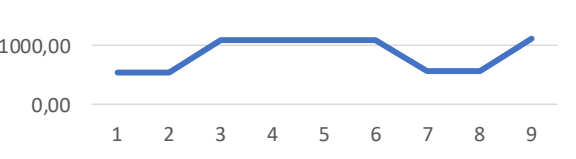
- Hrubá potřeba
- Čistá potřeba
- Počáteční zásoba
- Plánovaná objednávka
- Konečná zásoba

Item	KS	V	A	Description	QTY
31001	KS			Mini Sky Flyer Jet	01
31001_A05	KS	1,000	0 V N	Mini Sky Flyer Jet A5 - Main frame v Top frame	02
2450	KS	1,000	0 V A	White Wedge, Plate 3 x 3 Cut Corner	03
31001_A03	KS	1,000	0 V N	Mini Sky Flyer Jet A3 - Main frame v bot wings	03
31001_A02	KS	1,000	0 V N	Mini Sky Flyer Jet A2 - Main frame v lights	04
31001_A01	KS	1,000	0 V A	Mini Sky Flyer Jet A1 - Main frame plain bot	05
3034	KS	1,000	0 V N	Black Plate 2 x 8	06
32059	KS	1,000	0 V N	White Wedge, Plate 4 x 6 Cut Corners	06
3710	KS	1,000	0 V N	White Plate 1 x 4	06
99780	KS	1,000	0 V N	Dark Bluish Gray Bracket 1 x 2 - 1 x 2 Inverted	06
3004y	KS	2,000	0 N	Yellow Brick 1 x 2	06
3021	KS	1,000	0 N	Dark Bluish Gray Plate 2 x 3	06
3023y	KS	2,000	0 N	Yellow Plate 1 x 2	06
	KS	4,000	0 N	Black Plate, Round 1 x 1	06



Pro případ, že by se 3023y vyráběl, ne nakupoval,

MRP I příklad

(V/N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednací množství	ID	Název/spotřeba	Týden									
V	1	35	100	31001	Mini Sky Flyer Jet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						Hrubá potřeba	70	0	70	70	0	0	70	0	70
						Počáteční zásoba	55	85,00	85,00	115,00	45,00	45,00	45,00	75,00	75,00
						Čistá potřeba	15	-85	-15	-45	-45	-45	25	-75	-5
						Plánovaná objednávka	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00
						Konečná zásoba	85,00	85,00	115,00	45,00	45,00	45,00	75,00	75,00	105,00
V	1	35	100,00	31001_A02	Letadlo Sestava A1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						Hrubá potřeba	70	0	70	70	0	0	70	0	70
						Počáteční zásoba	150	80,00	80,00	110,00	40,00	40,00	40,00	70,00	70,00
						Čistá potřeba	-80	-80	-10	-40	-40	-40	30	-70	0
						Plánovaná objednávka	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00
						Konečná zásoba	80,00	80,00	110,00	40,00	40,00	40,00	70,00	70,00	100,00
V	1	35	70,00	31001_A01	Letadlo podsestava S01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						Hrubá potřeba	0	0	100	0	0	0	100	0	100
						Počáteční zásoba	40,00	40,00	40,00	10,00	80,00	80,00	80,00	50,00	50,00
						Čistá potřeba	-40	-40	60	-10	-80	-80	20	-50	50
						Plánovaná objednávka	0,00	0,00	70,00	70,00	0,00	0,00	70,00	0,00	70,00
						Konečná zásoba	40,00	40,00	10,00	80,00	80,00	80,00	50,00	50,00	20,00
V	2	70	120	3023y	Yellow plate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						Hrubá potřeba	0	0	200	0	0	0	200	0	200
						Počáteční zásoba	200,00	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00
						Čistá potřeba	-200	-200	0	-120	-120	-120	80	-40	40
						Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00
						Konečná zásoba	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00	80,00
N	2,7	540	1100,00	ABS_LEGO	01_ABS_LEGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						Hrubá potřeba	0	0	540	0	0	0	540	0	540
						Počáteční zásoba	540,00	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00
						Čistá potřeba	-540	-540	0	-1100	-1100	-1100	-560	-560	-20
						Plánovaná objednávka	0,00	0,00	1100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1100,00
						Konečná zásoba	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00	1120,00

Hlavní plán výroby (MPS – hrubá potřeba)

Určil jsem jako 1 denní zásobu pro zpoždění

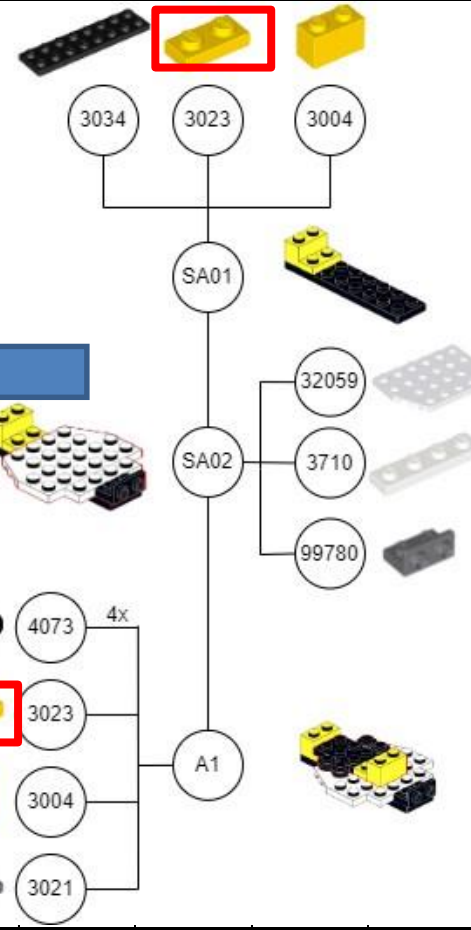
Týdenní „ideální“ objednávkové množství

BOM
Materiálový/ výrobní požadavek může být sloučený!
Stejný disp. stupeň (6)
Jinak potřeba položky vyšší (2)

Vyráběná /nakupovaná položka

Pilový diagram zobrazuje stav konečné zásoby v každém z týdnů

V(N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednávkové množství	Týden										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
V	1	35	100	70	0	70	70	0	0	70	0	70	0	70
				55	85,00	85,00	115,00	45,00	45,00	45,00	75,00	75,00		
							-45	-45	-45	25	-75	-5		
V	1	35	100,00	1001_A02	Letadlo Sestava A1									
					Hrubá potřeba									
					Počáteční zásoba									
					Čistá potřeba									
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	100,00	0,00					
					Konečná zásoba	80,00	80,00	110,00	40,00					
V					Letadlo podsestava S01	1	2	3	4					
					Hrubá potřeba									
					Počáteční zásoba									
					Čistá potřeba									
					Plánovaná objednávka									
					Konečná zásoba									
V					Yellow plate	21	70	120	3023y					
					Hrubá potřeba									
					Počáteční zásoba									
					Čistá potřeba									
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00					
					Konečná zásoba			120,00	120,00					
N	2,7	540	1100,00		ABS_LEGO_01_A									
					Hrubá potřeba			540	0					
					Počáteční zásoba			540,00	1100,00					
					Čistá potřeba			0	-1100					
					Plánovaná objednávka			1100,00	0,00					
					Konečná zásoba			1100,00	1100,00					



MRP I – Hrubá potřeba

(V/N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednáací množství	ID		1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	2	70	120	3023y	Yellow plate	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Hrubá potřeba	0	0	200	0	0	0	200	0	200
					Počáteční zásoba	200,00	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00
					Čistá potřeba	-200	-200	0	-120	-120	-120	80	-40	40
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00
					Konečná zásoba	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00	80,00
N	2,7	540	1100,00	ABS LEGO	01_ABS_LEGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Hrubá potřeba	0	0	540	0	0	0	540	0	540
					Počáteční zásoba	540,00	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00
					Čistá potřeba	-540	-540	0	-1100	-1100	-1100	-560	-560	-20
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	1100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1100,00
					Konečná zásoba	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00	1120,00

Hrubá potřeba R_g odpovídá požadavku z MPS (resp. položky vyšší) a Potřeby výrobku.

$$R_g(t) = \text{MPS}(t) * M_r = 200 * 2,7 = 540$$

MRP I – Počáteční zásoba

(V/N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednáací množství	ID		1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	2	70	120	3023y	Yellow plate									
					Hrubá potřeba	0	0	200	0	0	0	200	0	200
					Počáteční zásoba	200,00	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00
					Čistá potřeba	-200	-200	0	-120	-120	-120	80	-40	40
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00
					Konečná zásoba	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00	80,00
N	2,7	540	1100,00	ABS_LEGO	01_ABS_LEGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Hrubá potřeba	0	0	540	0	0	0	540	0	540
					Počáteční zásoba	540,00	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00
					Čistá potřeba	-540	-540	0	-1100	-1100	-1100	-560	-560	-20
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	1100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1100,00
					Konečná zásoba	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00	1120,00

- Počáteční zásoba (I_s) v prvním týdnu byla zvolena.
- Počáteční zásoba v následujících týdnech odpovídá konečné (I_e) zásobě v předchozím týdnu.

$$I_s(t) = I_e(t-1)$$

MRP I – Konečná zásoba

(V/N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednáací množství	ID		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
V	2	70	120	3023y	Yellow plate										
					Hrubá potřeba	0	0	200	0	0	0	200	0	200	
					Počáteční zásoba	200,00	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00
					Čistá potřeba	-200	-200	0	-120	-120	-120	80	-40	40	
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00	
					Konečná zásoba	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00	80,00	
N	2,7	540	1100,00	ABS_LEGO	01_ABS_LEGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
					Hrubá potřeba	0	0	540	0	0	0	540	0	540	
					Počáteční zásoba	540,00	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00
					Čistá potřeba	-540	-540	0	-1100	-1100	-1100	-560	-560	-200	
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	1100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1100,00	
					Konečná zásoba	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00	1120,00	

- Konečná zásoba odráží počáteční zásobu I_s ,
Plánovanou objednávku O_p a Hrubou potřebu R_g

$$I_e(t) = I_s(t) + O_p(t) - R_g(t) = 560 + 1100 - 540 = 1120$$

Čistá potřeba a Plánovaná objednávka

V(N)	Potřeba (V/N)	Pojistná zásoba	Objednáací množství	ID		1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	2	70	120	3023y	Yellow plate									
					Hrubá potřeba	0	0	200	0	0	0	200	0	200
					Počáteční zásoba	200,00	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00
					Čistá potřeba	-200	-200	0	-120	-120	-120	80	-40	40
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	120,00	120,00	120,00
					Konečná zásoba	200,00	200,00	120,00	120,00	120,00	120,00	40,00	160,00	80,00
N	2,7	540	1100,00	ABS_LEGO	01_ABS_LEGO									
					Hrubá potřeba	0	0	540	0	0	0	540	0	540
					Počáteční zásoba	540,00	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00
					Čistá potřeba	-540	-540	0	-1100	-1100	-1100	-560	-560	-20
					Plánovaná objednávka	0,00	0,00	1100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1100,00
					Konečná zásoba	540,00	540,00	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	560,00	560,00	1120,00

Čistá potřeba odráží nutnost skutečného naplnění plánu.

$$R_n(t) = R_g(t) - I_s(t);$$

V případě když je čistá potřeba R_n navýšená o pojistnou zásobu I_{si} nedostatečná (rovna nebo větší než 0) vyvolává se plánovaná objednávka ve výši požadovaného násobku výrobní či objednáací dávky.

$$R_n(t) + SS(t) \geq 0 \Rightarrow O_p = EOQ \text{ nebo } n \cdot VD$$

Omezení vs Realita

- Zjednodušený příklad.
- Dodací lhůty obvykle delší než jeden týden je nutné sledovat Hrubou potřebu v odpovídajícím horizontu.
- U položek které se plánují obvykle shromadněně pro celou výrobu (hutní materiál, spojovací materiál atd.)
- Může ve zjednodušeném případě dojít k neadekvátním objednacím dávkám a lhůtám.

Úkoly

- Pro jednu variantu výrobku vytvořte MRP I na celý rok (52 týdnů) pro všechny položky vašeho BOM.
- Propojte jednotlivá data tak, aby při změně čerpaných dat (např. v BOM, MPS a pod) došlo ke změně MRP