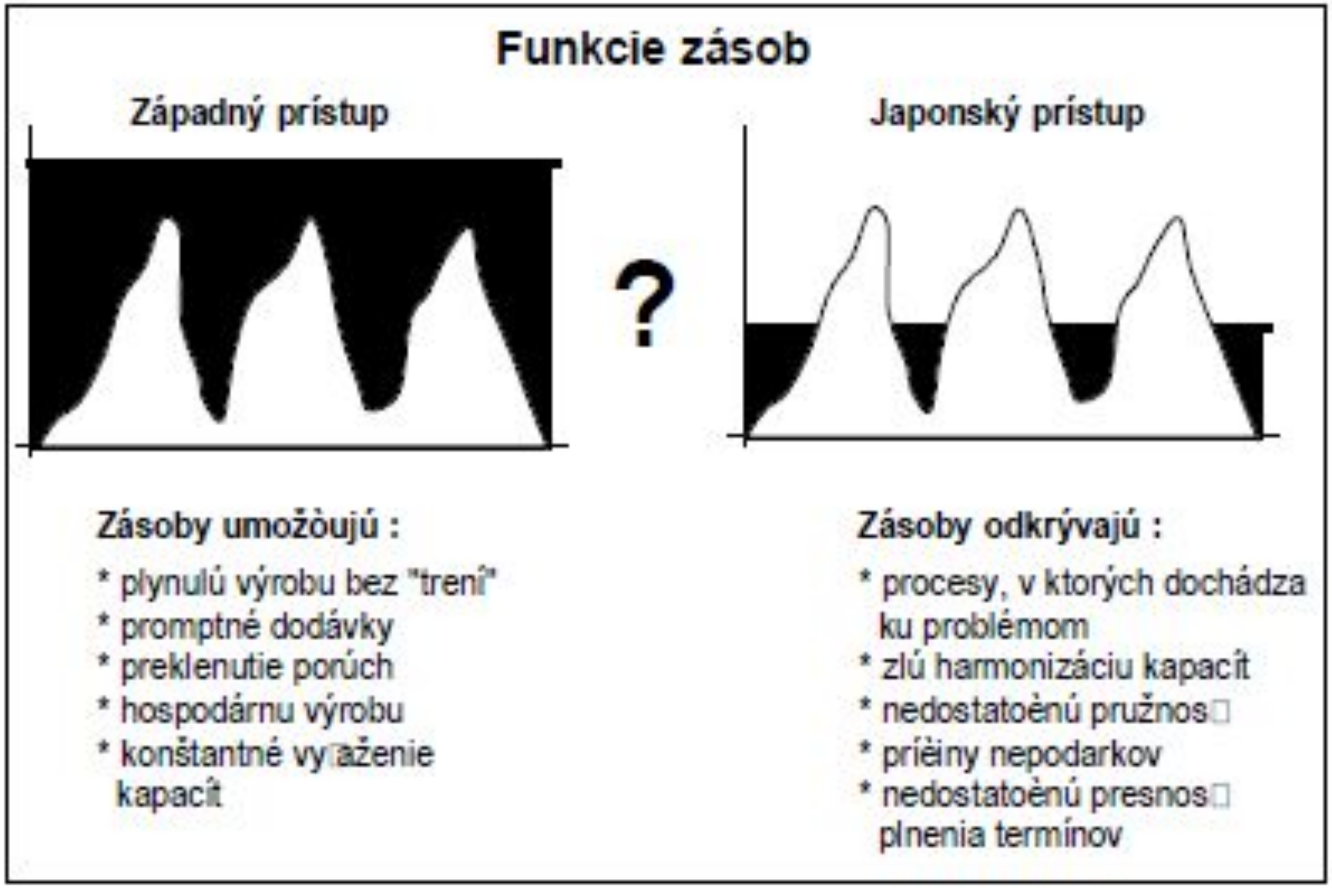
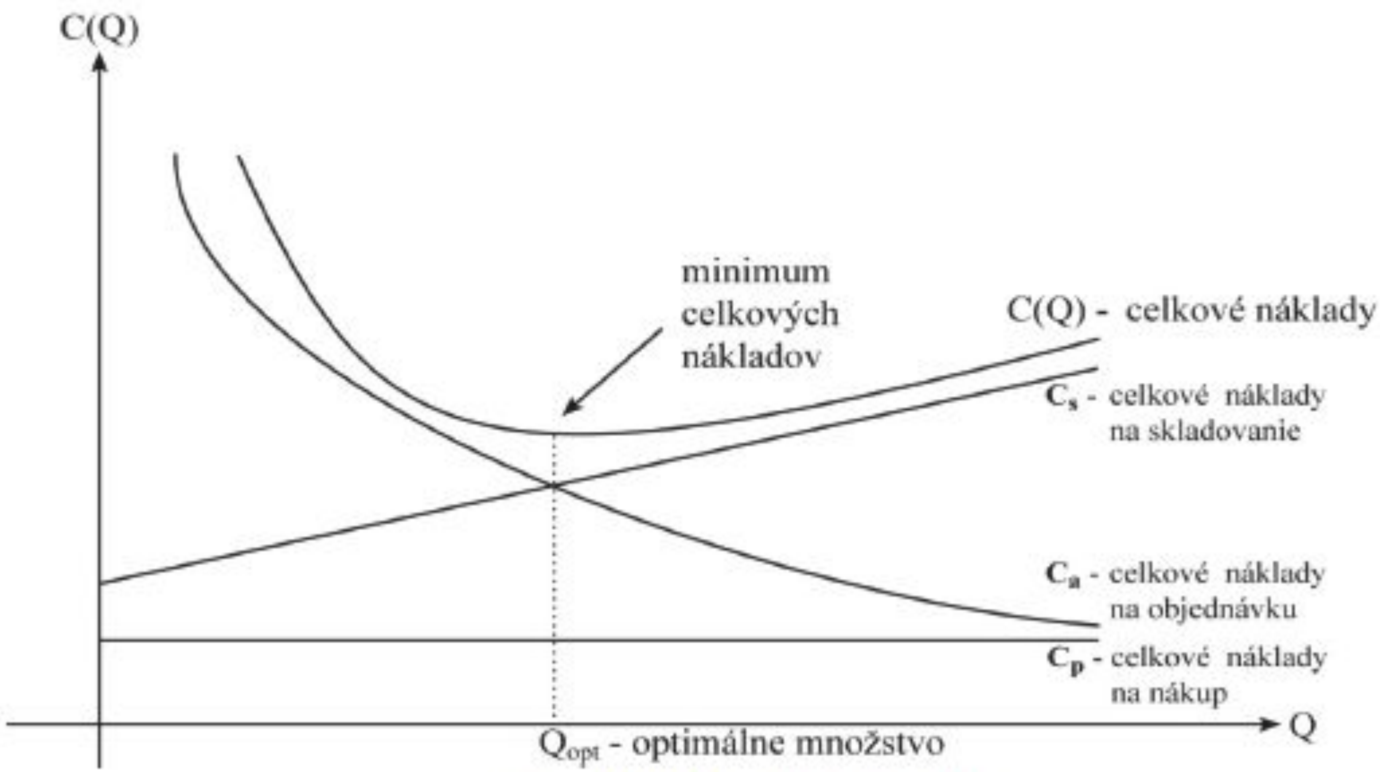
Optimálna veľkosť objednávky

Rôznorodosť prístupov k zásobám v Japonsku a v západných krajinách



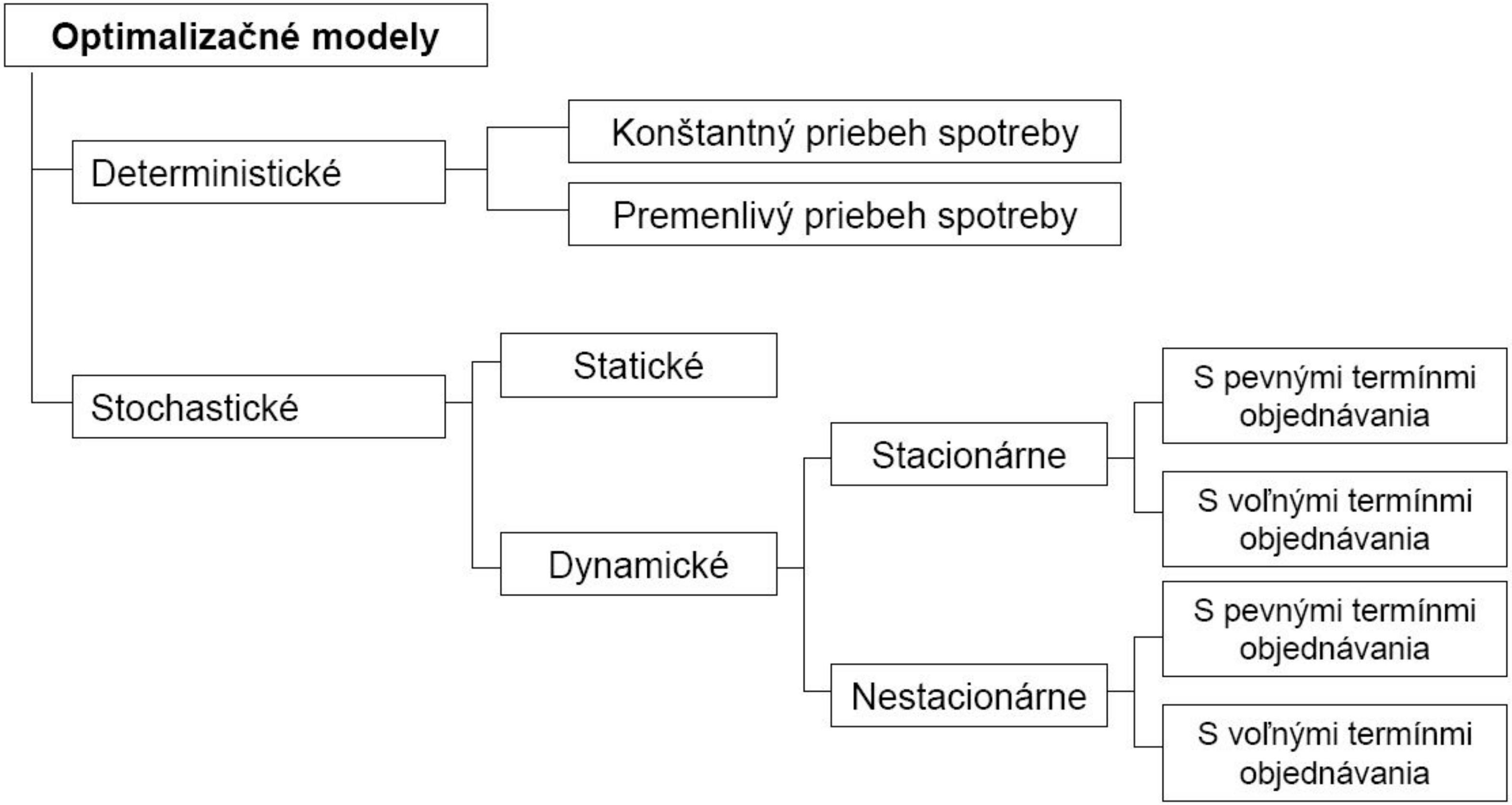
optimálna zásoba = zásoba pri ktorej sú celkové náklady na zásoby minimálne

•základné parametre optimálneho režimu doplňovania: *veľkosť dávky, objednávací cyklus, počet objednávok/dodávok za rok, celkové náklady na zásoby*



obr. 1 - Nákladová funkcia *C (Q)*

ROZDELENIE OPTIMALIZAČNÝCH MODELOV RIADENIA ZÁSOB



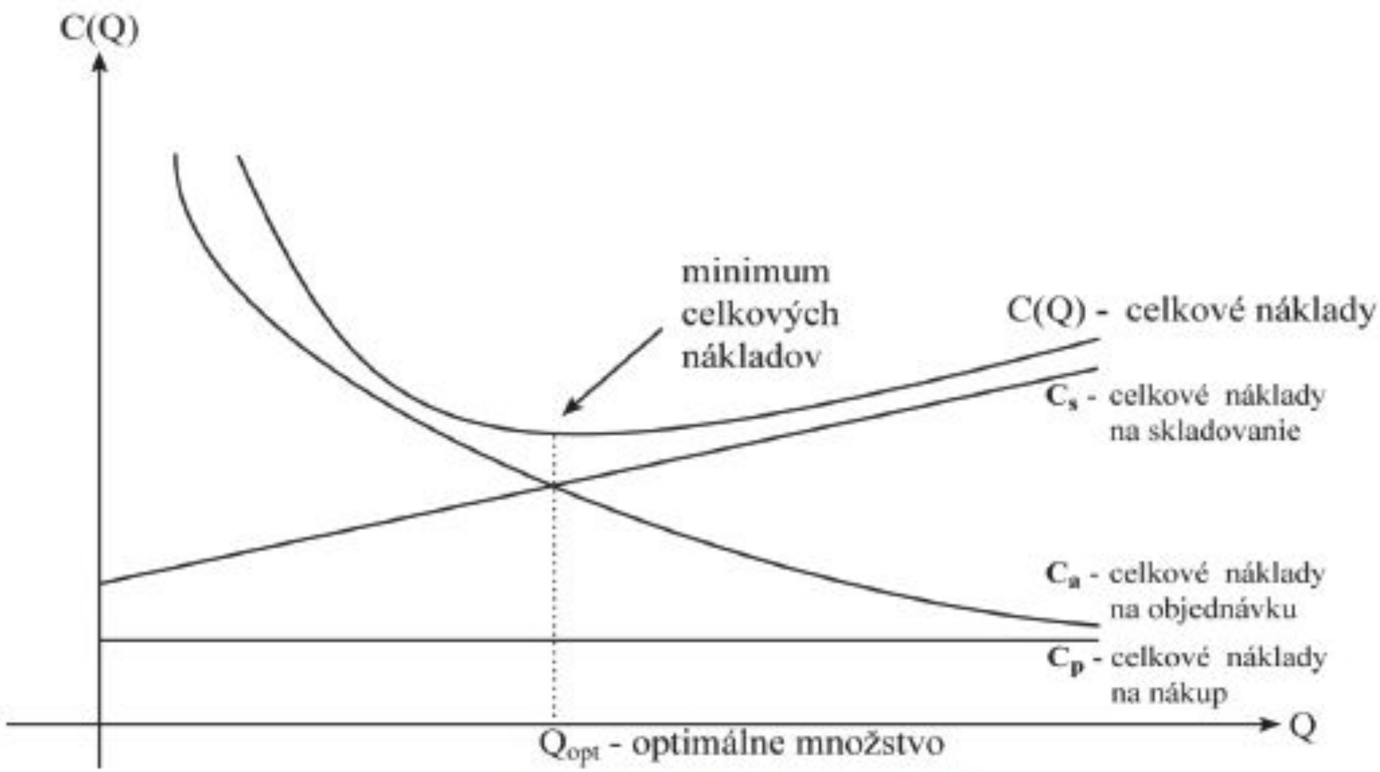
Optimálna veľkosť objednávky

- Cieľom je určenie takého množstva, ktoré vyhovuje minimu celkových nákladov spojených s objedávaním a skladovaním.

Najprv je vhodné formulovať najjednoduchší prípad, kde sa predpokladá:

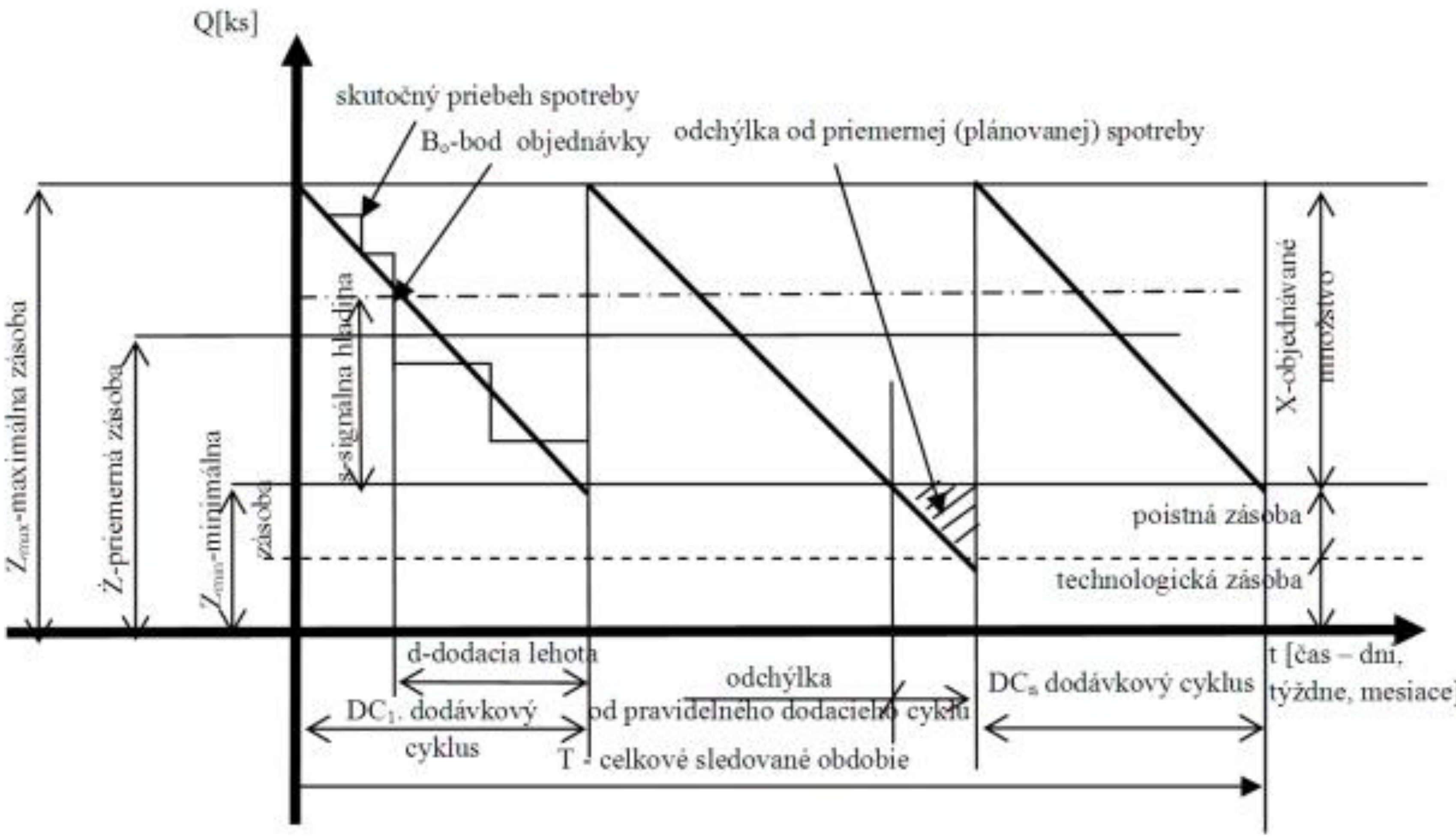
- dopyt po skladovanom tovare je v čase približne lineárne,
- sú známe náklady na realizáciu jednej objednávky, na náklady na skladovanie, včítane viazanosti kapitálu v zásobách
- zásoba na sklade je doplňovaná periodicky v dávkach rovných hľadanej optimálnej veľkosti objednávky,
- je známy celkový dopyt po objednávanom tovare v sledovanom období – jedná sa teda o absolútne determinovanú spotrebu, objednávané množstvo je v okamihu potreby k dispozícii a nie je braná do úvahy doba jeho zabezpečenia.

- Hľadanie lokálneho minima funkcie celkových nákladov zvyčajne vedie k použitiu diferenciálneho počtu – derivácii funkcie jednej premennej. **EOQ- ekonomické objednávacie množstvo** je potom bod v ktorom funkcia celkových nákladov je minimálna (v tomto bode sa náklady na obstarávanie a udržiavanie zásob rovnajú).



obr. 1 - Nákladová funkcia *C (Q)*

Pílový diagram



Systémy riadenia zásob

1. Q - systém riadenia zásob

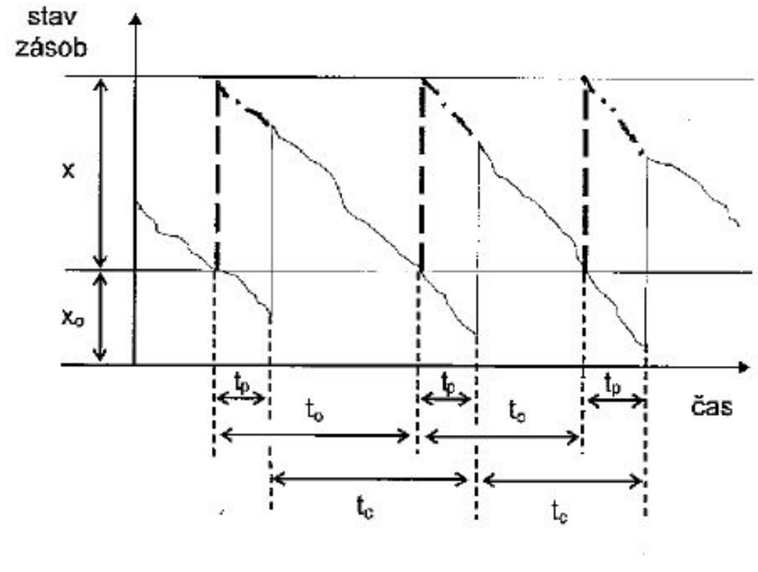
Fixná veľkosť objednávky, vhodný pre relatívne rovnomerný dopyt, uplatňuje sa pre dôležité položky

3. Systém dvoch zásobníkov

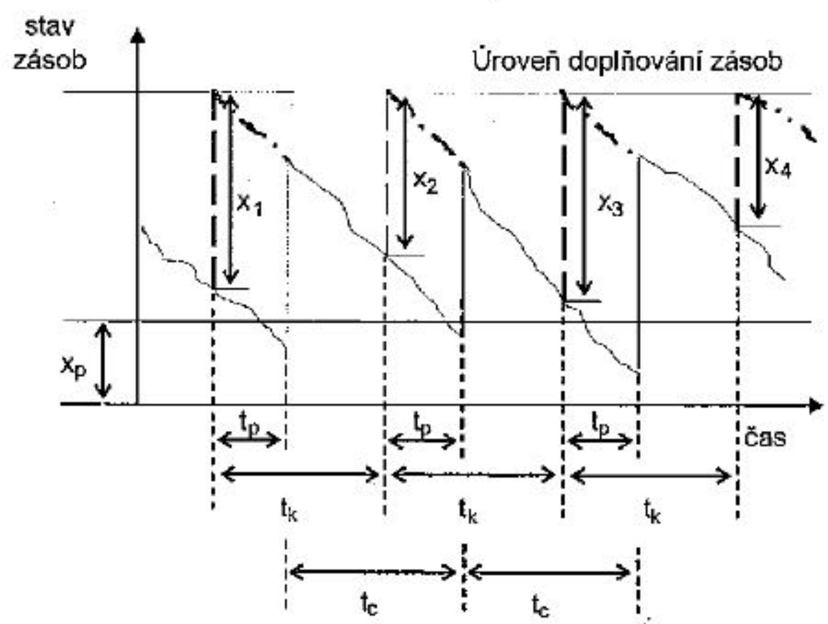
Existujú dva rôzne veľké zásobníky. Vo veľkom zásobník sa skladuje bežná zásoba, malý plní úlohu poistnej zásoby

2. P-systém riadenia zásob

Fixný interval objednávania, systém s periodickým sledovaním stavu zásob, vhodný ak podnik nakupuje väčší počet položiek od jedného dodávateľa



Obr. 4-4 Q-systém řízení zásob



Obr. 4-5 P-systém řízení zásob

Príklad: P-systém riadenia zásob

Dopyt po výrobku je 50ks/deň so smerodajnou odchýlkou 8ks, stav zásob je monitorovaný každých 15dní, dodacia lehota je 6dní. Platí zásada, že musí byť uspokojených 99% dopytovaného množstva ihneď zo skladovej zásoby. Na začiatku kontrolného intervalu bolo na sklade 120ks. Stanovte veľkosť objednávky.

Najprv je potrebné určiť veľkosť poistnej zásoby, ako súčin poistného faktoru a smerodajnej odchýlky σ_C veľkosti dopytu v priebehu intervalu neistoty. V tomto prípade sa jedná o súčet dĺžky dodacej lehoty a kontrolného intervalu, t.j. 6+5=21

$$\sigma_c = \sigma_p \cdot \sqrt{(t_p + t_k)} = 8 \cdot \sqrt{6+15} = 36{,}66 \text{ ks}$$

Za predpokladu, že sa náhodný dopyt po danom výrobku v priebehu intervalu dodacej lehoty riadi normálnym rozdelením, je možné poistný faktor definovať – ako príslušný kvantil distribučnej funkcie normovaného normálneho rozdelenia. Poistný faktor K hľadáme v Brownovej tabuľke.

$$\tau(K) = \frac{(1-\beta)\cdot\bar{p}\cdot t_k}{\sigma_c} = \frac{0{,}01\cdot 50\cdot 15}{36{,}66} = 0{,}2046 \text{ z tab. 4-10 vyplýva, že } K = 0{,}48$$

$$x_p = 0{,}48 \,.\, 36{,}66 = 17{,}60 \text{ ks}$$

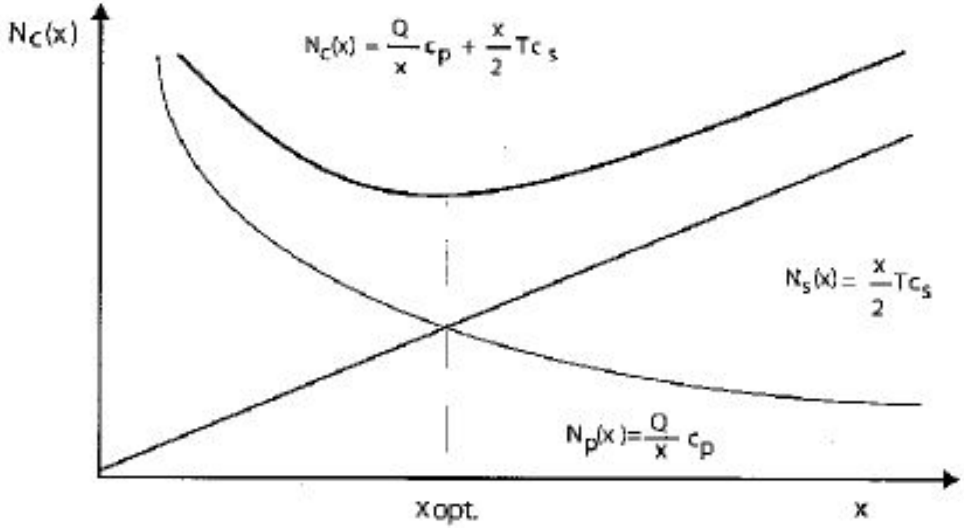
Veľkosť objednávky pre daný cyklus je vo výške:

$$x = (t_p + t_k)\,\bar{p} + x_p - x_d = (6+15)\cdot 50 + 18 - 120 = 948 \text{ ks}$$

K	,00	,01	0,02	,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-0,4	0,6304	0,6370	0,6436	0,6503	0,6569	0,6637	0,6704	0,6772	0,6840	0,6909
-0,3	0,5668	0,5730	0,5792	0,5855	0,5918	0,5981	0,6045	0,6109	0,6174	0,6239
-0,2	0,5069	0,5127	0,5186	0,5244	0,5304	0,5363	0,5424	0,5484	0,5545	0,5606
-0,1	0,4509	0,4564	0,4618	0,4673	0,4728	0,4784	0,4840	0,4897	0,4954	0,5011
-0,0	0,3989	0,4040	0,4090	0,4141	0,4193	0,4244	0,4297	0,4349	0,4402	0,4456
0,0	0,3989	0,3940	0,3890	0,3841	0,3793	0,3744	0,3697	0,3649	0,3602	0,3556
0,1	0,3509	0,3464	0,3418	0,3373	0,3328	0,3284	0,3240	0,3197	0,3154	0,3111
0,2	0,3069	0,3027	0,2986	0,2944	0,2904	0,2863	0,2824	0,2784	0,2745	0,2706
0,3	0,2668	0,2630	0,2592	0,2555	0,2518	0,2481	0,2445	0,2409	0,2374	0,2339
0,4	0,2304	0,2270	0,2236	0,2203	0,2169	0,2137	0,2104	0,2072	0,2040	0,2009
0,5	0,1978	0,1947	0,1917	0,1887	0,1857	0,1828	0,1799	0,1771	0,1742	0,1714
0,6	0,1687	0,1659	0,1633	0,1606	0,1580	0,1554	0,1528	0,1503	0,1478	0,1453
0,7	0,1429	0,1405	0,1381	0,1358	0,1334	0,1312	0,1289	0,1267	0,1245	0,1223
0,8	0,1202	0,1181	0,1160	0,1140	0,1120	0,1100	0,1080	0,1061	0,1042	0,1023
0,9	0,1004	0,0986	0,0968	0,0950	0,0933	0,0916	0,0899	0,0882	0,0865	0,0849
1,0	0,0833	0,0817	0,0802	0,0787	0,0772	0,0757	0,0742	0,0728	0,0714	0,0700
1,1	0,0686	0,0673	0,0659	0,0646	0,0634	0,0621	0,0609	0,0596	0,0584	0,0573
1,2	0,0561	0,5500	0,0538	0,0527	0,0517	0,0506	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465
1,3	0,0455	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0400	0,0392	0,0383	0,0375
1,4	0,0367	0,0359	0,0351	0,0343	0,0336	0,0328	0,0321	0,0314	0,0307	0,0300
1,5	0,0293	0,0286	0,0280	0,0274	0,0267	0,0261	0,0255	0,0249	0,0244	0,0238
1,6	0,0232	0,0227	0,0222	0,0216	0,0211	0,0206	0,0201	0,0197	0,0192	0,0187
1,7	0,0183	0,0178	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146
1,8	0,0143	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0126	0,0123	0,0119	0,0116	0,0113
1,9	0,0111	0,0108	0,0105	0,0102	0,0100	0,0097	0,0094	0,0092	0,0090	0,0087
2,0	0,0085	0,0083	0,0080	0,0078	0,0076	0,0074	0,0072	0,0070	0,0068	0,0066
2,1	0,0065	0,0063	0,0061	0,0060	0,0058	0,0056	0,0055	0,0053	0,0052	0,0050
2,2	0,0049	0,0047	0,0046	0,0045	0,0044	0,0042	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038
2,3	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028
2,4	0,0027	0,0026	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021

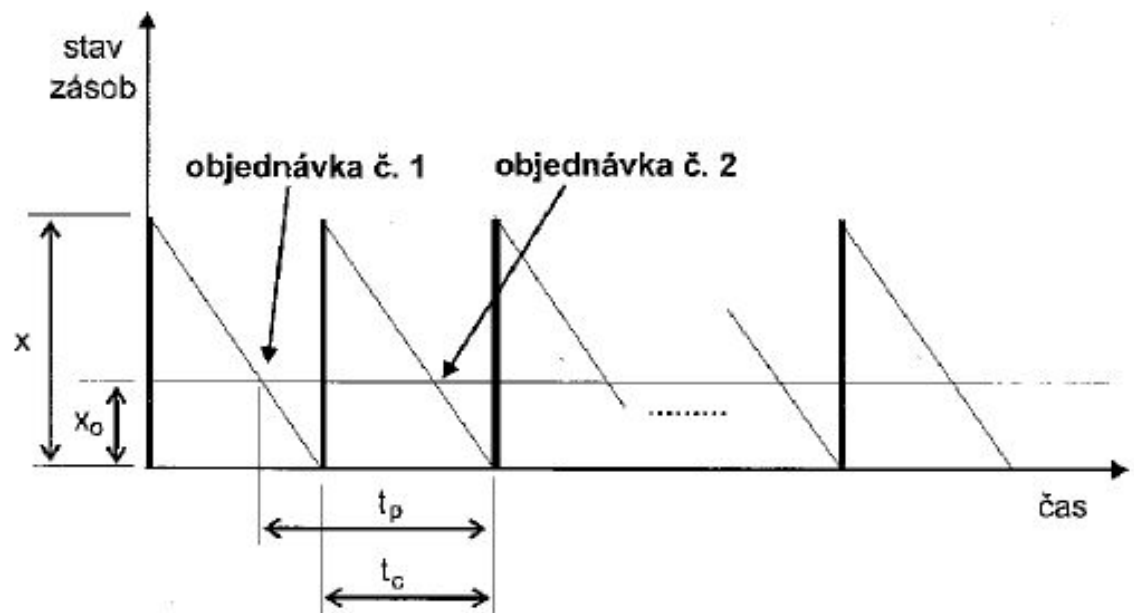
Tab. 4-10 Brownova tabulka[94]

Dynamické modely teórie zásob



Obr. 4-11 Bipolární nákladová struktura

x – optimálna veľkosť objednávky
T – sledované obdobie
C_p – náklady na obstaranie dodávky
C_s – náklady na skladovanie jednotky zásob za jednotku času
t_p – dodacia lehota
t_c – dodací cyklus
v – počet dodávok za sledované obdobie



Obr. 4-12 Objednávka na cestě

Dynamický model teórie zásob s absolútne determinovaným pohybom zásob

Příklad:

K zajištění výroby podnik potřebuje ročně 35 000 kg fólie PVC. Náklady na pořízení jedné dodávky jsou 700 Kč, náklady na udržování a skladování zásoby 14 Kč/kg za rok. Příprava a vystavení objednávky vyžaduje 1 den času, doručení objednávky dodavateli 1 den, vlastní dodací lhůta materiálu je 20 dnů, doprava materiálu trvá 2 dny a na kontrolu a uskladnění dodávky je počítán zhruba 1 den. Při propočtu se uvažuje, že rok má 360 dnů. Určeme optimální velikost dodávky, velikost celkových nákladů, počet dodávek, délku dodávkového cyklu a signální stav zásoby.

Harris – Wilsonov vzorec

$$x_{opt.} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}}$$

$$N_c(x_{opt}) = \sqrt{2QTc_p c_s}$$

$$x_o = Qt_p - mx_{opt}$$

Řešení:

1) *Optimální velikost dodávky:* $x_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}} = 1870{,}83\ \text{kg}$

2) *Velikost celkových nákladů:* $N_c(x_{opt}) = \sqrt{2 \cdot 35\,000 \cdot 1 \cdot 700 \cdot 14} = 26\,191{,}60\ \text{Kč}$

3) *Počet dodávek za rok:* $v_{opt} = \frac{35\,000}{1870{,}83} = 18{,}71\ \text{dodávky}$

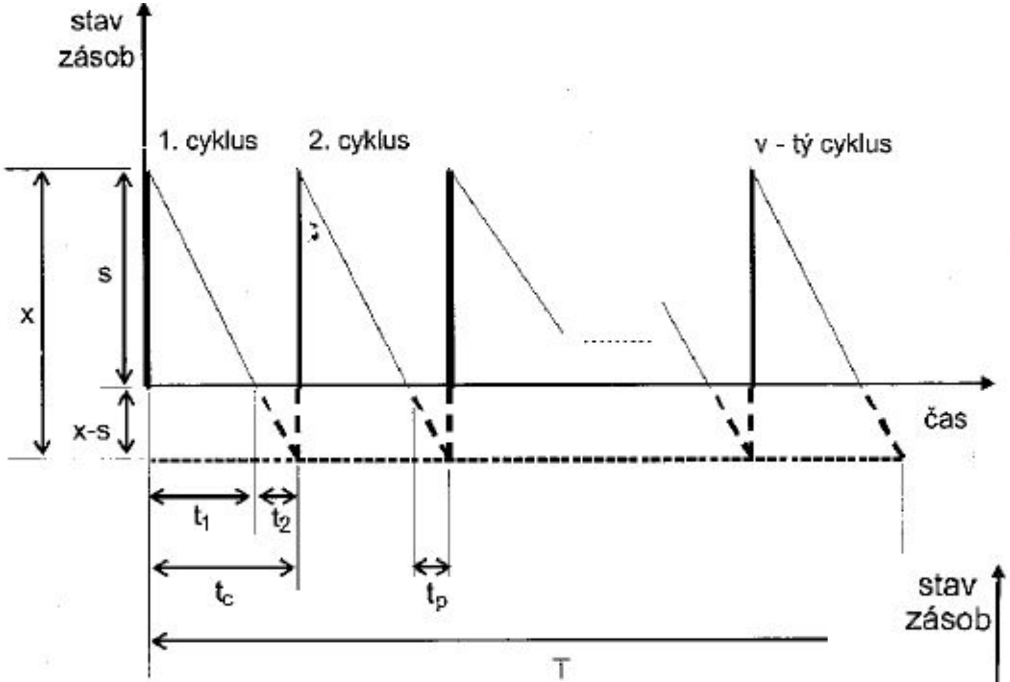
4) *Délka dodávkového cyklu:* $t_{c\,opt} = \frac{360}{18{,}71} = 19{,}24\ \text{dne}$

5) *Pro stanovení signálního stavu zásoby je nutno určit délku pořizovací lhůty. Pořizovací lhůta zahrnuje vlastní dodací lhůtu materiálu a časové úseky na začátku a na konci objednacího procesu. V našem případě činí délka pořizovací lhůty $t_p = 1 + 1 + 20 + 2 + 1 = 25$ dnů. Pořizovací lhůta je tedy delší než dodávkový cyklus a v okamžiku vystavení objednávky je ještě jedna dodávka na cestě. Signální stav zásoby je:*

$$x_o = 35\,000 \cdot (25/360) - 1 \cdot 1\,870{,}83 = 559{,}73\ \text{kg}$$

Pro minimalizaci chyb jsou výsledky uváděny s přesností na dvě desetinná místa. V praxi bychom samozřejmě museli přistoupit k zaokrouhlení. V zásadě můžeme zaokrouhlit velikost dodávky, počet dodávek nebo délku dodávkového cyklu. Pokud zaokrouhlíme např. počet dodávek na 19, bude se fólie PVC odebírat v množství 1 842 kg. Délka dodávkového cyklu bude 18,9 dne. V okamžiku, kdy skladová zásoba fólie klesne na 560 kg, je nutno vystavit novou objednávku. Velikost celkových nákladů by se při takovém způsobu objednávání zvýšila oproti minimu na 26 195 Kč.

Dynamický model teórie zásob s absolútne determinovaným pohybom zásob a možnosťou nedostatku pohotovej skladovej zásob



Priebeh čerpania a stavu zásob pri prechodnom nedostatku zásoby

$$x_{opt.} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}}\sqrt{\frac{c_s + c_z}{c_z}}$$

$$s_{opt.} = \sqrt{\frac{2Qc_p}{Tc_s}}\sqrt{\frac{c_z}{c_s + c_z}}$$

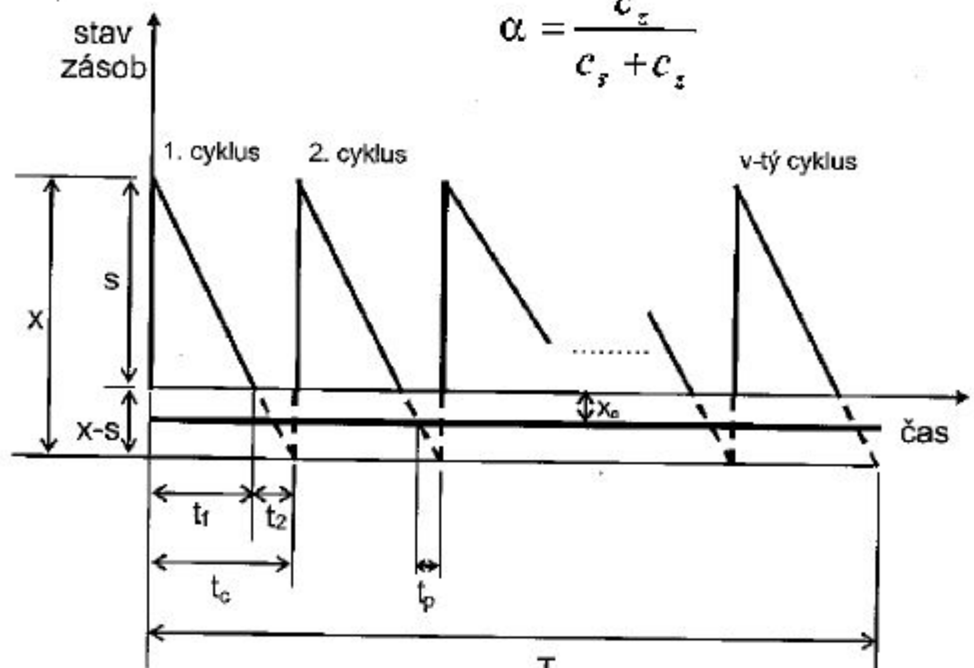
$$N_c(x_{opt.}, s_{opt.}) = \sqrt{2QTc_p c_s}\sqrt{\frac{c_z}{c_s + c_z}}$$

$$\alpha = \frac{c_z}{c_s + c_z}$$

Optimálny signálny stav zásoby

$$x_o = Qt_p - mx_{opt.} - (x_{opt.} - s_{opt.})$$

Najprv je potrebné určiť veľkosť poistnej zásoby, ako súčin poistného faktoru a smerodajnej odchýlky σ_c veľkosti dopytu v priebehu intervalu neistoty. V tomto prípade sa jedná o súčet dĺžky dodacej lehoty a kontrolného intervalu, t.j. 6+5=21



Záporný signálny stav zásob

Příklad:

Doplňme si zadání příkladu z kapitoly 4.6.1 o předpoklad, že při nedostatku zásoby na skladu vzniknou podniku ztráty, které byly vedením podniku odhadnuty na 200 Kč/kg a rok. Stanovme optimální velikost dodávky, optimální maximální skladovou zásobu, velikost celkových ročních nákladů a optimální signální stav zásoby.

Řešení:

Před vlastním propočtem je třeba zkontrolovat, že nákladové veličiny c_s *a* c_z *mají stejný rozměr, což je v našem příkladu splněno. Obě jsou vyjádřeny v Kč/kg a rok.*

1) *Optimální velikost dodávky:* $x_{opt.} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}}\sqrt{\frac{14+200}{200}} = 1\,935{,}20\ \text{kg}$

2) *Optimální maximální skladová zásoba:*

$$s_{opt.} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}}\sqrt{\frac{200}{14+200}} = 1808{,}60\ \text{kg}$$

3) *Velikost celkových ročních nákladů:*

$$N_c(x_{opt.}, s_{opt.}) = \sqrt{2 \cdot 35\,000 \cdot 1 \cdot 700 \cdot 14}\sqrt{\frac{200}{14+200}} = 25\,320{,}38\ \text{Kč}$$

4) *Pořizovací lhůta má délku 25 dnů. Za rok je realizováno v = 35 000/1 935,20 = 18,09 dodávek, tzn. jedna v průměru za* t_c *= 19,90 dne. Z toho důvodu je nutno uvažovat jednu objednávku na cestě.*

$$x_o = 35\,000 \cdot (25/360) - 1 \cdot 1935{,}20 - (1935{,}20 - 1808{,}60) = 368{,}76\ \text{kg}$$

Řešení:

1) *Optimální velikost dodávky:* $x_{opt.} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}} = 1870{,}83\ \text{kg}$

2) *Velikost celkových nákladů:* $N_c(x_{opt.}) = \sqrt{2 \cdot 35\,000 \cdot 1 \cdot 700 \cdot 14} = 26\,191{,}60\ \text{Kč}$

3) *Počet dodávek za rok:* $v_{opt.} = \dfrac{35\,000}{1870{,}83} = 18{,}71\ \text{dodávky}$

4) *Délka dodávkového cyklu:* $t_{c\,opt.} = \dfrac{360}{18{,}71} = 19{,}24\ \text{dne}$

5) *Pro stanovení signálního stavu zásoby je nutno určit délku pořizovací lhůty. Pořizovací lhůta zahrnuje vlastní dodací lhůtu materiálu a časové úseky na začátku a na konci objednacího procesu. V našem případě činí délka pořizovací lhůty $t_p = 1 + 1 + 20 + 2 + 1 = 25$ dnů. Pořizovací lhůta je tedy delší než dodávkový cyklus a v okamžiku vystavení objednávky je ještě jedna dodávka na cestě. Signální stav zásoby je:*

$$x_o = 35\,000 \cdot (25/360) - 1 \cdot 1\,870{,}83 = 559{,}73\ \text{kg}$$

Řešení:

Před vlastním propočtem je třeba zkontrolovat, že nákladové veličiny c_s a c_z mají stejný rozměr, což je v našem příkladu splněno. Obě jsou vyjádřeny v Kč/kg a rok.

1) *Optimální velikost dodávky:* $x_{opt.} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}} \sqrt{\dfrac{14+200}{200}} = 1\,935{,}20\ \text{kg}$

2) *Optimální maximální skladová zásoba:*

$$s_{opt.} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35\,000 \cdot 700}{1 \cdot 14}} \sqrt{\frac{200}{14+200}} = 1\,808{,}60\ \text{kg}$$

3) *Velikost celkových ročních nákladů:*

$$N_c(x_{opt.}, s_{opt.}) = \sqrt{2 \cdot 35\,000 \cdot 1 \cdot 700 \cdot 14} \sqrt{\frac{200}{14+200}} = 25\,320{,}38\ \text{Kč}$$

4) *Pořizovací lhůta má délku 25 dnů. Za rok je realizováno $v = 35\,000/1\,935{,}20 = 18{,}09$ dodávek, tzn. jedna v průměru za $t_c = 19{,}90$ dne. Z toho důvodu je nutno uvažovat jednu objednávku na cestě.*

$$x_o = 35\,000 \cdot (25/360) - 1 \cdot 1\,935{,}20 - (1\,935{,}20 - 1\,808{,}60) = 368{,}76\ \text{kg}$$

V okamžiku, kdy skladová zásoba klesne zhruba na 369 kg, je třeba vystavit novou objednávku. Všimněme si, že velikost celkových nákladů je nižší o 871 Kč ročně oproti modelu, který neuvažoval nedostatek zásob. To lze však snadno vysvětlit – odmocnina ve vzorci (4-31) je vždy menší než jedna, a proto celkové náklady musí být nižší. Logicky lze rozdíl vysvětlit tak, že oproti modelu bez nedostatku zásob se prodloužila délka dodávkového cyklu (o cca 0,7 dne) a tím se realizuje méně dodávek a klesají náklady na pořízení zásob, dále se snížila velikost průměrné zásoby (o cca 31 kg), čímž klesly náklady na udržování a skladování zásob. Nově vznikly náklady z nedostatku zásoby. Úspory prvních dvou nákladových druhů jsou však vyšší než náklady z nedostatku zásob, a proto jsou celkové náklady nižší.

Stupeň úplnosti dodávky při dané úrovni nákladů je středně vysoký, přes 93 %. To znamená, že pravděpodobnost neuspokojení poptávky je cca 7 %.

$$\alpha = \frac{200}{14+200} = 0{,}9346 \ (93{,}46\,\%)$$

Pokud by vedení podniků usoudilo, že daný stupeň úplnosti dodávek je nízký a ohrožuje dobré jméno podniku, vedlo by to k závěru, že reálné náklady z nedostatku zásob musí být vyšší. Například při požadované míře 95 % budou:

$$c_z = 0{,}95 \times (14 + c_z)$$

$$c_z = 266 \text{ Kč/kg a rok}$$

Změna výše nákladů z nedostatku zásob by samozřejmě způsobila změnu všech charakteristik systému i změnu výše celkových nákladů.