

# Vrednost informacije u lancu snabdevanja; Bullwhip efekat

---

## Literatura

1. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., and E. Simchi-Levi, 2009., *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, Irwin McGraw Hill, Boston, MA,

# Vrednost informacije u LS

□ U savremenim lancima snabdevanja se navodi “informacija zamenjuje zalihe” – komentar:

▪ **Tačno!**

Potpune i pravovremene informacije omogućavaju bolje upravljanje lancem snabdevanja, a jedan od efekata je i smanjenje zaliha! (problem koji nastaje – veoma kompleksno upravljanje)

▪ **Netačno!**

Korisnici traže **robu**, a ne informacije!

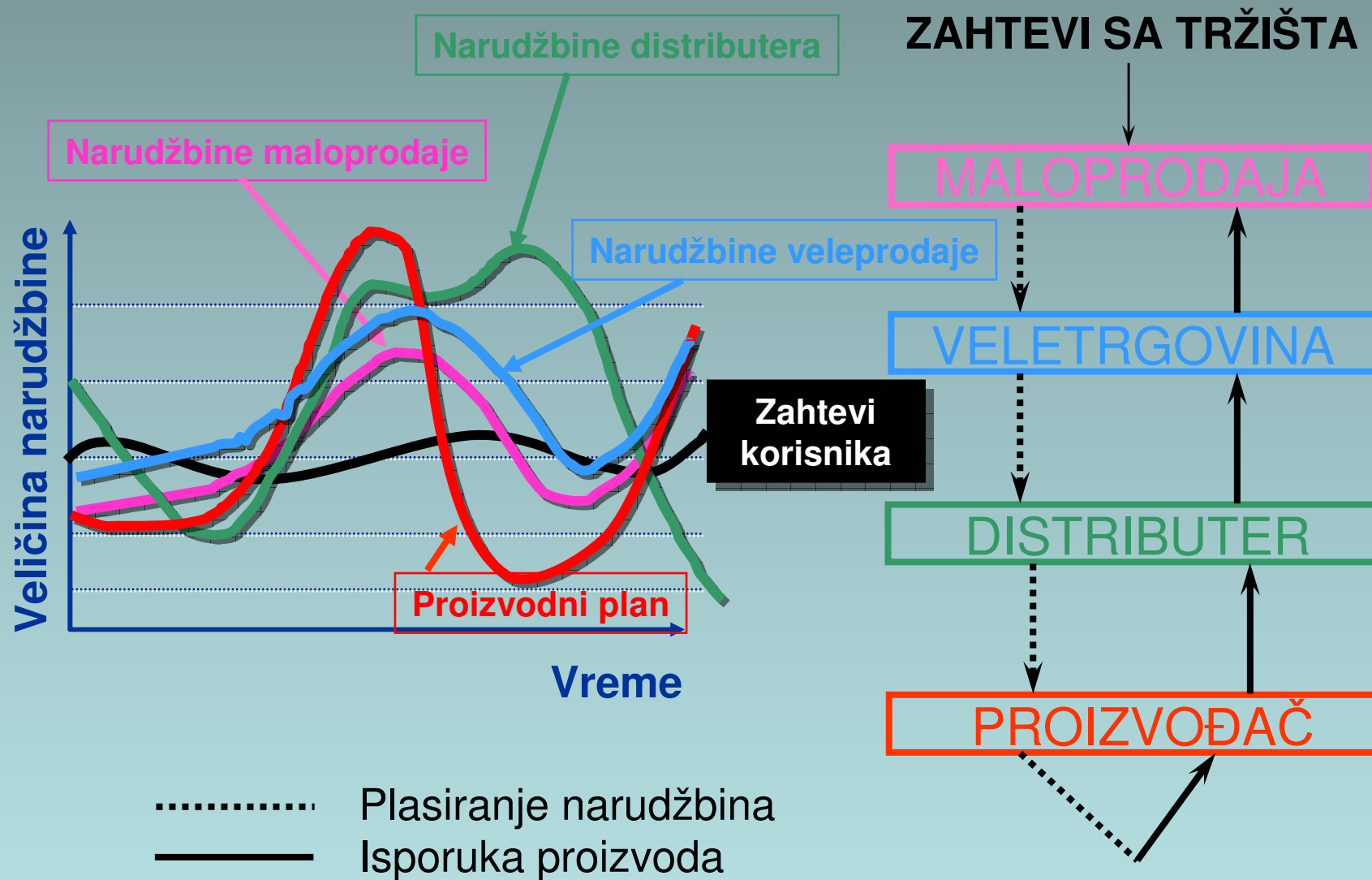
□ Koji efekti mogu da se postignu pravovremenom i potpunom informacijom?

- Smanjenje stohastičnosti
- Povećavanje tačnosti prognoziranja
- Omogućavanje koordinacije tokova i rada sistema, primenjenih strategija
- Povećanje nivoa opsluge korisnika
- Omogućavanje smanjenja vremena od lansiranja narudžbine do isporuke robe
- Omogućavanje bržeg odziva lanca na promene na tržištu.

# Vrednost informacije u LS

- ❑ Zapaženo je u praksi da *zahtevi korisnika za određenim proizvodom ne variraju mnogo tokom vremena, ali zalihe tog proizvoda znatno fluktuiraju duž lanca snabdevanja.*
- ❑ Primer – P&G: sprovedeno je ispitivanje zahteva za *Pampers pelenama* duž lanca snabdevanja; uočeno je po nivoima
  - Maloprodajni nivo – skoro ravnomerna potražnja
  - Distributivni nivo – količine koje se naručuju mnogo više fluktuiraju od zahtva na maloprodajnom nivou
  - Proizvodni nivo - količine koje se naručuju još više fluktuiraju od zahteva na distributivnom nivou
  - Snabdevački nivo – najveća fluktuacija količina koje se naručuju
- ❑ Povećanje odstupanja potražnje duž lanca snabdevanja (*distorzija zahteva*) naziva se **BULLWHIP** efekat

# Četvorofazni lanac snabdevanja – dinamika



# Komentar Bullwhip efekta

---

- ❑ Na koji način maloprodaja utvrđuje koliku količinu proizvoda da naruči od veleprodaje?
  - Prognoziranjem budućih zahteva korisnika na bazi podataka o prodaji iz prethodnih perioda.
  
- ❑ Šta se dešava kod veleprodaje?
  - Veleprodaja dobija narudžbenice od maloprodaje, a svoje narudžbenice plasira distributeru.
  
- ❑ Na koji način veleprodaja utvrđuje koliku količinu proizvoda da naruči od distributera?
  - **Prognoziranjem** budućih narudžbenica maloprodaje na bazi podataka iz prethodnih perioda.

# Komentar/objašnjenje Bullwhip efekta

---

- Kakav je odnos varijabilnosti (odstupanja) zahteva i zaštitnih zaliha kod maloprodaje i veleprodaje?
  - Kod veleprodaje je veće odstupanje zahteva
  - Nivo zaštitnih zaliha je veći kod veleprodaje za isti nivo opsluge kao u maloprodaji
  
- Šta se dešava kod ostalih članova lanca snabdevanja?
  - Sve više se povećava odstupanje zahteva
  - Sve više se povećava nivo zaštitnih zaliha

# Moguće posledice pojave Bullwhip efekta

---

- Povećan nivo zaštitnih zaliha, a time i ukupnih troškova zaliha
- Smanjen nivo opsluge korisnika
- Neefikasna alokacija resursa
- Povećanje transportnih troškova u nekim situacijama

# Uzroci Bullwhip efekta

---

## □ Prognoziranje zahteva

- Kod primene nekih strategija upravljanja zalihama u lancima snabdevanja - za utvrđivanje srednjeg nivoa tražnje (zahteva korisnika) i odstupanja - se obično koriste standardne tehnike prognoziranje (metode eksponencijalnog izravnjanja);

pojavljuju se greške prognoze usled prisustva različitih faktora

⇒ *uticaj na količine koje se naručuju i povećanje odstupanja.*



# Uzroci pojave Bullwhip efekta

---

## □ Rok isporuke

- Što je duži rok isporuke, to je veće odstupanje zahteva
  - ⇒ uticaj na nivo zaštitnih zaliha, nivo zaliha pri kome se plasira narudžbina i količine koje se naručuju.

## □ Fluktucija cena

- Ako je prisutna fluktucija cena, maloprodaja teži da poveća zalihe kada su nabavne cene niske (tokom promotivnih perioda, diskonta i sl.)

# Uzroci pojave Bullwhip efekta

---

- Zbirna narudžbina (grupisanje narudžbenica)
  - Grupisanje narudžbina nastaje zbog:
    - težnje za smanjenjem transportnih troškova;
    - neadekvatne primene nekih strategija upravljanja zalihama;
    - primene periodičnog naručivanja većih količina proizvoda (zbog fiksnih troškova naručivanja).
  - **Posledice**: snabdevač se suočava sa periodima sa jako velikim narudžbinama i periodima bez ijedne narudžbine
    - ⇒ **visoko odstupanje tražnje** (količina koje se naručuju sa aspekta snabdevača (bilo kog u lancu))

# Uzroci pojave Bullwhip efekta

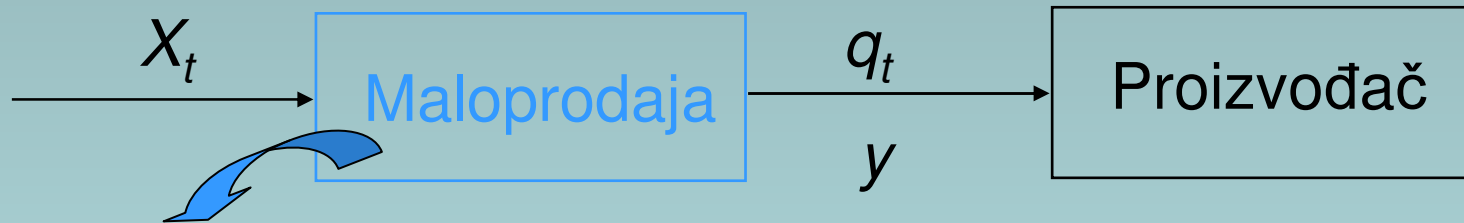
---

## □ Prekomerne narudžbine

- Ako dođe do situacije da se u nekom periodu pojavi nedostatak određenih perioda na tržištu, maloprodaja, veleprodaja, distributeri naručuju prekomerne količine kako bi pokrili te periode sa nestabilnim snabdevanjem; nakon tih perioda, vraćaju se na standardne količine (narudžbine)
  - ⇒ **visoka odstupanja pri proceni tražnje** (količine koje se naručuju sa aspekta snabdevača i
  - ⇒ **distorzija zahteva** duž lanca snabdevanja

# Kvantifikacija Bullwhip efekta

- *Distorzija* zahteva se sve više povećava gledano od krajnjeg korisnika ka snabdevačima
- Razmotrimo prost dvofazni lanac snabdevanja (maloprodaja koja se snabdeva od proizvođača, koristi  $(M, r_n)$  strategiju upravljanja zalihama); rok isporuke  $y$  je fiksni (maloprodaja plasira narudžbinu na kraju perioda  $t$ , a isporuka se realizuje u trenutku  $(t+y)$ )



$$r_n = y \times \mu_x + z \times \sigma_x \times \sqrt{y}$$

Količina koja se naručuje ( $q_t$ ) se određuje na bazi procenjene srednje vrednosti ( $\mu_t$ ) i standardnog odstupanja ( $\sigma_t$ ) dnevnih zahteva korisnika u trenutku  $t$

$$q_t = y \times \mu_t + z \times \sigma_t \times \sqrt{y}$$

# Kvantifikacija Bullwhip efekta

Pretpostavimo da maloprodaja koristi najjednostavniju tehniku prognoziranja – *tehnika pokretnih sredina* (procenjuje se srednja vrednost za svaki naredni period na bazi prethodnih  $p$  opservacija (zapažanje, posmatranje) zahteva korisnika); prognozirane vrednosti su različite za svaki period prognoziranja

mesec $i$	zahtev za mesec $i$	ukupni zahev tokom 3 poslednja meseca	pokretna sredina za 3 meseca
...	...	...	...
20	120	....	....
21	130	360/3	120
22	110	380/3	126,66
23	140	360/3	120
24	110	380/3	126,66
25	130		
26	?		

# Kvantifikacija Bullwhip efekta

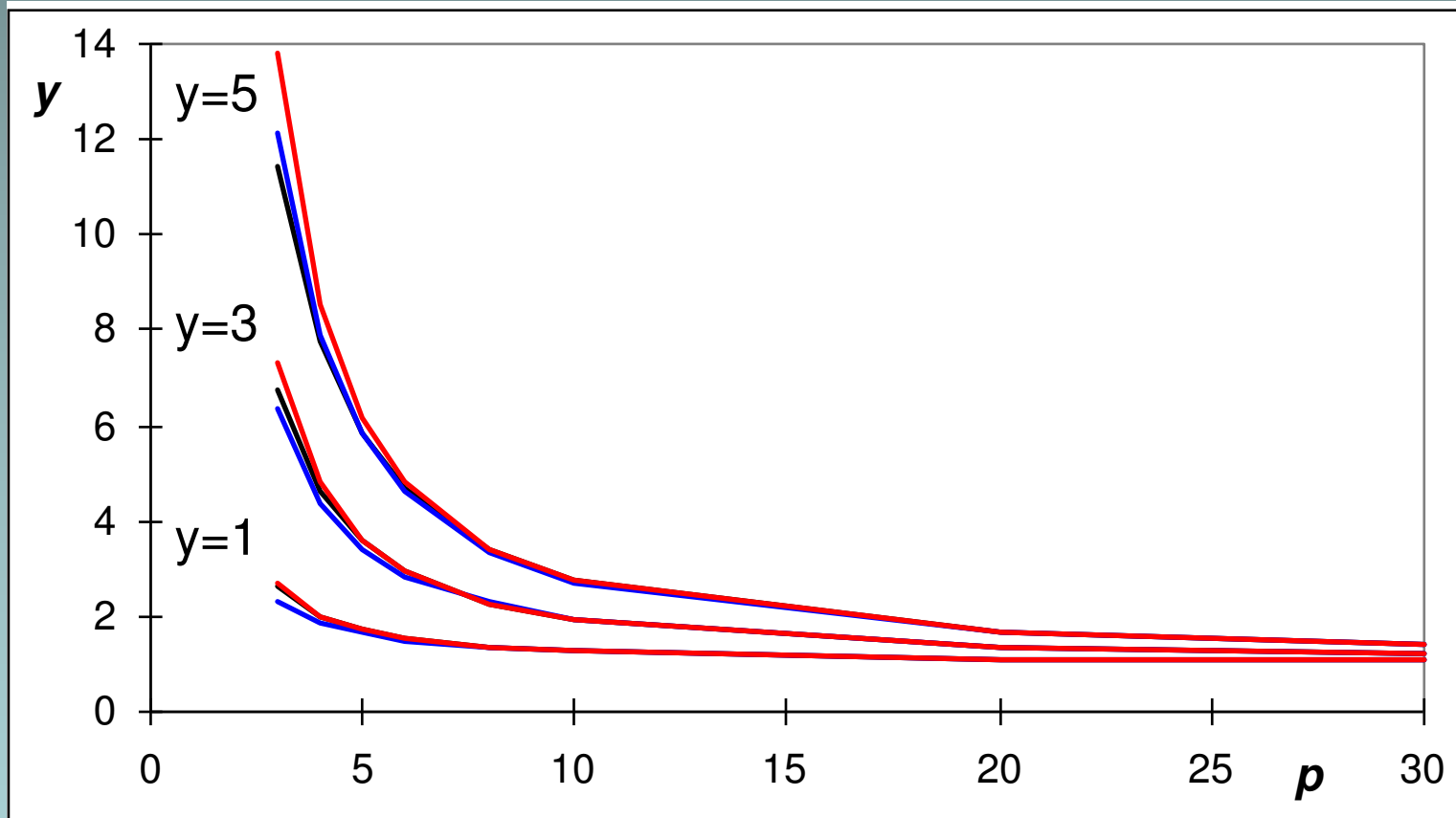
$$\mu_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} X_i}{p}$$

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} (X_i - \mu_t)^2}{p-1}$$

Može se kvantifikovati povećanje odstupanja (može da se izračuna odstupanje kod proizvođača i da poredi sa odstupanjem kod maloprodaje); ako je *odstupanje zahteva korisnika kod maloprodaje*  $\sigma(X_i)$  i *odstupanje narudžbina koje maloprodaja plasira proizvođaču*  $\sigma(q_i)$  onda je

$$\frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \geq 1 + \frac{2y}{p} + \frac{2y^2}{p^2}$$

# $\sigma(q)/\sigma(X)$ za različite vrednosti roka isporuke



Ako pretpostavimo da je narudžbina plasirana u trenutku  $t$ , a roba primljena u trenutku  $(t+1)$  (znači da je  $y = 1$ ):

$$p = 5 \Rightarrow \frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \geq 1,4$$

$$p = 10 \Rightarrow \frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \geq 1,2$$

$$p \nearrow \Rightarrow \frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \searrow$$

# Uticaj centralizovane informacije na Bullwhip efekat

---

- Kako uticati na smanjenje Bullwhip efekta?
  - Najčešće sugestije – *centralizovati informacije o tražnji korisnika u lancima snabdevanja* (omogućiti svakom učesniku u lancu dobijanje potpune informacije o stvarnim zahtevima korisnika)
  
- Zašto centralizacija informacija omogućava smanjenje Bullwhip efekta?
  - Svaki učesnik koristi informacije o stvarnim zahtevima ⇒ omogućava se utvrđivanje *tačnije prognoze zahteva*
  
- Kakva je vrednost razmene informacije u lancu snabdevanja?
  - Centralizovane informacije o zahtevima
  - Decentralizovane informacije o zahtevima

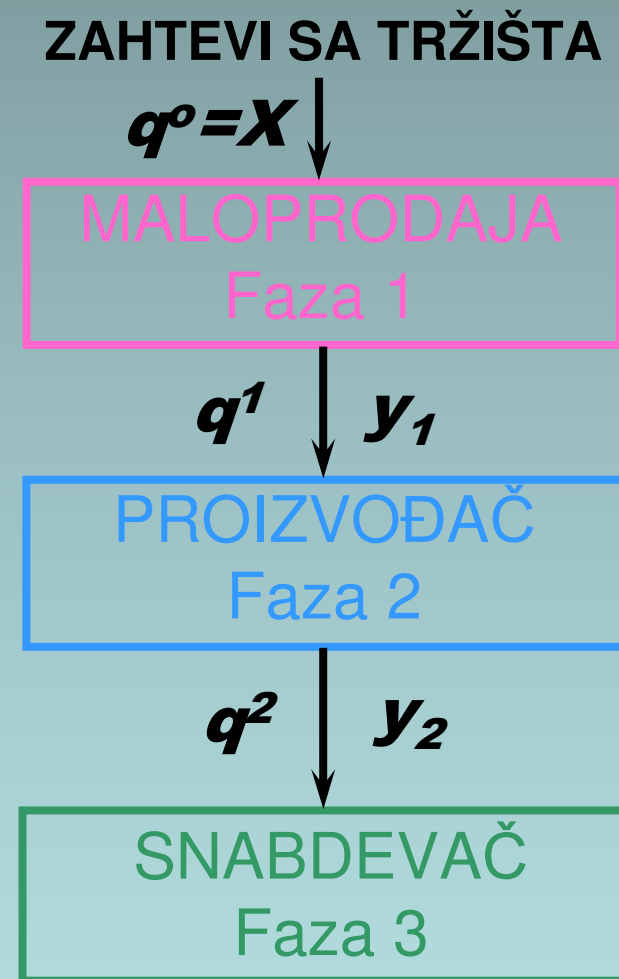


# Višefazni lanac snabdevanja

Faza  $i$  plasira narudžbinu sa količinom  $q_i$  fazi ( $i+1$ ).

$y_i$  predstavlja rok isporuke između faza  $i$  i ( $i+1$ ).

Svaki učesnik u lancu realizuje prognoziranje zahteva na bazi  $p$  observacija tražnje iz prethodnih perioda



# Lanac snabdevanja sa centralizovanim informacijama o zahtevima

Svaka faza (učesnik) u lancu od maloprodaje dobija srednju vrednost prognoziranih zahteva korisnika na bazi  $p$  prethodnih observacija i primenjuje  $(M, r_n)$  strategiju upravljanja zalihama

U  $k$ -toj fazi lanca snabdevanja, odnos odstupanja količina u narudžbinama  $k$ -tog učesnika ( $q^k$ ) i zahteva korisnika ( $X$ ) je:

$$\frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq 1 + \frac{2 \sum_{i=1}^k y_i}{p} + \frac{2 \left( \sum_{i=1}^k y_i \right)^2}{p^2}$$

Primer: ako  $k$  variramo a  $p = 4, y = 2$

$$k = 2 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq 1 + \frac{2 \times (2+2)}{4} + \frac{2 \times (2+2)^2}{4^2} = 1 + 2 + 2 = 5$$

$$k = 3 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq 1 + \frac{2 \times (2+2+2)}{4} + \frac{2 \times (2+2+2)^2}{4^2} = 1 + 3 + 4,5 = 8,5$$

$$k = 4 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq 1 + \frac{2 \times (2+2+2+2)}{4} + \frac{2 \times (2+2+2+2)^2}{4^2} = 1 + 4 + 8 = 13$$

Zaključak:  $k \gg \Rightarrow \frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \gg$

# Lanac snabdevanja sa decentralizovanim informacijama o zahtevima

Svaka faza (učesnik) u lancu na bazi  $p$  prethodnih observacija količina koju naručuje prethodna faza (učesnik) prognozira tražnju i utvrđuje srednju količinu koja se naručuje

U  $k$ -toj fazi lanca snabdevanja, odnos odstupanja količina u narudžbinama  $k$ -tog učesnika i zahteva korisnika je:

$$\frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq \prod_{i=1}^k \left[ 1 + \frac{2y_i}{p} + \frac{2y_i^2}{p^2} \right]$$

Primer: ako  $k$  variramo a  $p = 4, y_i = 2, i = 1, 2, 3, \dots, k$

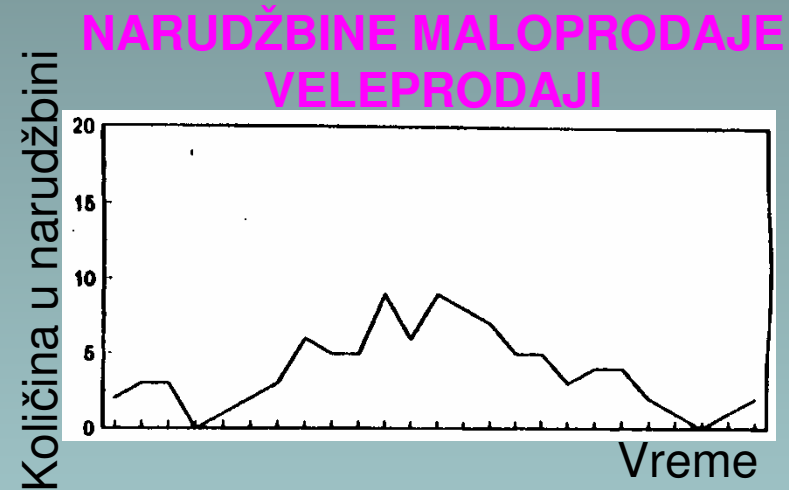
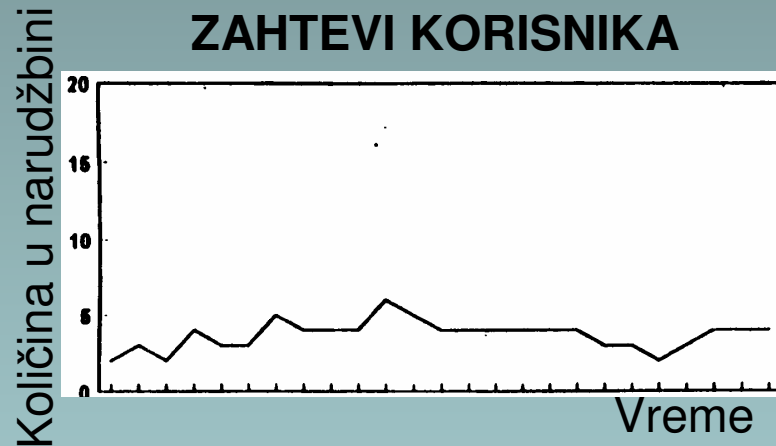
$$k = 2 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] = 6,25$$

$$k = 3 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] = 15,625$$

$$k = 4 \quad \frac{\sigma(q^k)}{\sigma(X)} \geq \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] \times \left[ 1 + \frac{2 \times 2}{4} + \frac{2 \times 2^2}{4^2} \right] = 39,0625$$

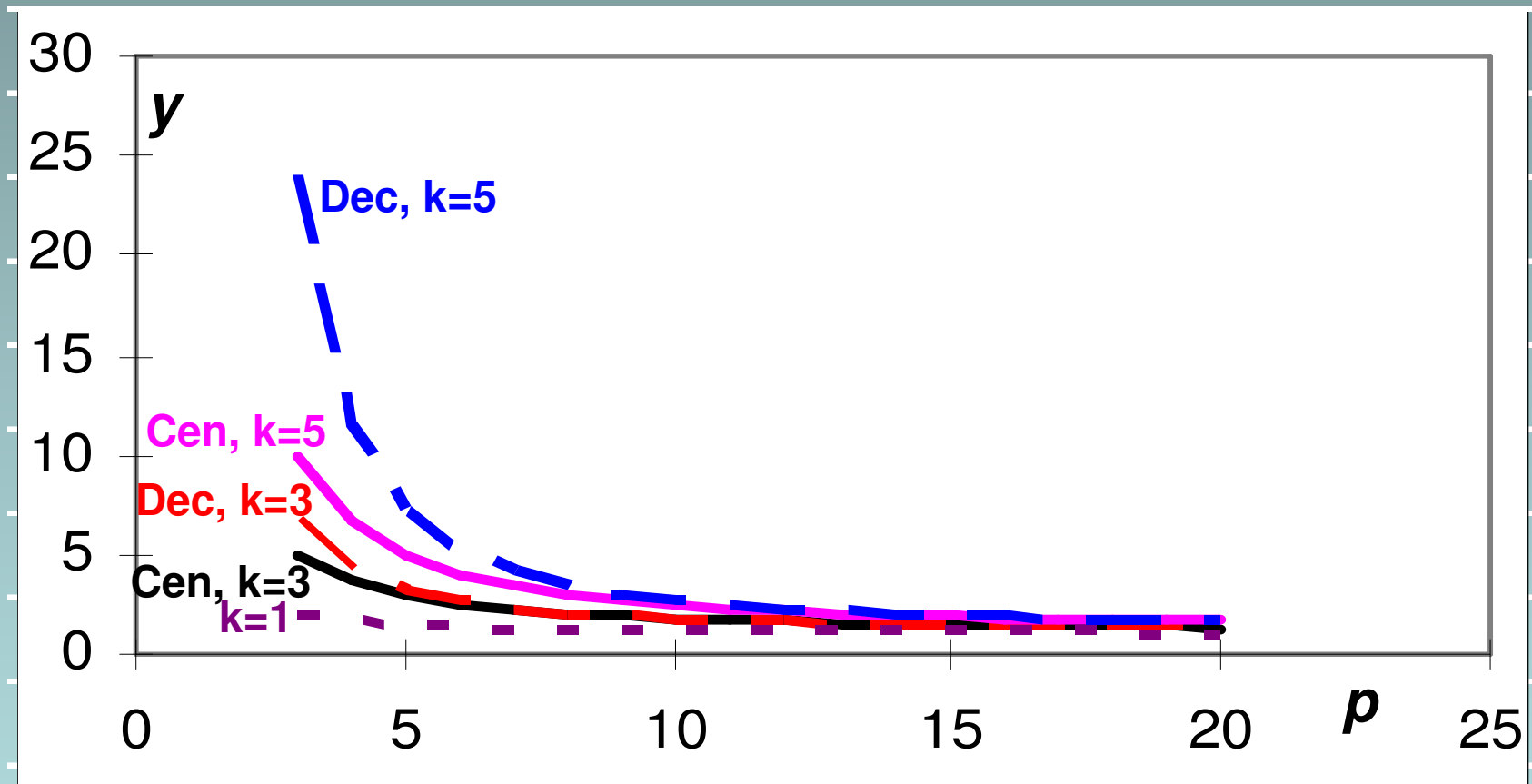
**Zaključak:**  $k \gg \Rightarrow \frac{\sigma(Q)}{\sigma(X)} \gg \gg$

# Povećanje odstupanja u narudžbinama duž lanca snabdevanja



Lee, H, P. Padmanabhan and S. Wang (1997), Sloan Management Review <sub>20</sub>

# $\sigma(q^k)/\sigma(X)$ u višefaznim lancima snabdevanja



# Vrednost centralizovane informacije

Na primeru je pokazano:

- Primena najjednostavnije **tehnike prognoziranja** kod svih članova lanca (pri primeni složenijih modela za prikaz zahteva korisnika i složenijih tehnika prognoziranja veća su odstupanja); svi korisnici primenjuju isti **model upravljanja zalihama**
- *povećavanje odstupanja je rastuća funkcija u zavisnosti od roka isporuke*

*Odstupanje odnosa količina koje se naručuju kod nekog učesnika i količina u maloprodaji raste u oba slučaja (gledajući duž lanca snabdevanja), ali se njihove veličine razlikuju*

- lanac sa centralizovanim informacijama – **aditivan** porast
- lanac sa decentralizovanim informacijama – **multiplikativan** porast

⇒ **Centralizovanost informacija može značajno da smanji veličinu Bullwhip efekta, ali ga ne može i eliminisati !!!**

# Metodi za smanjenje ili eliminisanje Bullwhip efekta

## □ *Smanjenje neodređenosti*

Najveći efekti smanjenja neodređenosti se postižu *centralizacijom informacija*, slanjem podataka sa mesta prodaje, razmenom informacija, prognoza, ... ⇒ *smanjenje* veličine Bullwhip efekta

## □ *Smanjenje odstupanja*

Najveći efekti smanjenja odstupanja se mogu postići ako se *utiče na zahteve korisnika* (uz primenu odgovarajućih strategija)

- na primer, ako se u maloprodaji koriste *povremene promocije* kako bi se smanjio nivo zaliha, *zahtevi korisnika će značajno odstupati*;
- međutim, ako maloprodaja usvoji strategiju *every day low prices* (svakodnevno niske cene), onda će i *zahtevi korisnika biti ravnomeriniji* ⇒ manja odstupanja kod svih učesnika u lancu) ⇒ *smanjenje* veličine Bullwhip efekta

# Metode za smanjenje ili eliminisanje Bullwhip efekta

---

## □ *Smanjenje roka isporuke*

Ako rok isporuke posmatramo kroz dve komponente:

- vreme za koje se roba fizički isporuči ⇒ smanjenje kroz primenu neke od distributivnih strategija (kao što je cross-docking)
- vreme za koje se narudžbenica plasira i obradi ⇒ smanjenje kroz primenu savremenih informacionih sistema (PoS, EDI, Internet,...)  
⇒ **smanjenje** veličine Bullwhip efekta

## □ *Strateška partnerstva*

Bilo koji vid partnerstva u lancu snabdevanja menja način na koji se informacije razmenjuju i upravlja zalihama u lancu snabdevanja (na primer, primenom VMI strategije (upravljanje zalihama od strane “snabdevača” – proizvođač upravlja zalihama u maloprodaji, odlučuje koliko će zaliha sam držati a koliku količinu otpremiti maloprodaji), JIT otpreme, ⇒ **eliminisanje** Bullwhip efekta u potpunosti)



# Metode za smanjenje/eliminisanje Bullwhip efekta

---

## □ *Operativna poboljšanja*

Koja se mogu postići kroz:

- primenu JIT filozofije uopšte,
- povećanje fleksibilnosti proizvodnje
- primenu efikasnijih distributivnih strategija
- sistemski pristup upravljanju lancem snabdevanja

⇒ **smanjenje** veličine Bullwhip efekta

## □ *Efikasna primena informacionih tehnologija i sistema*

- ERP (Enterprise Resource Planning), WMS (Warehouse Management System, DRP (Distribution Resource Planning) uz primenu EDI
- Primena EDI u sistemima za realizaciju narudžbine, prijem narudžbine, u skladišnim sistemima
- Primena sistema za podršku odlučivanju

⇒ **smanjenje** veličine Bullwhip efekta

# Važnost raspoloživosti i kvaliteta informacije

---

## □ za prognoziranje

- što je veći kvalitet informacija, više faktora je uzeto u obzir pri prognoziranju budućih zahteva ⇒ to su tačnije prognozirane vrednosti
- mnogi lanci snabdevanja teže *kooperativnim sistemima za prognoziranje* – sofisticirani informacioni sistemi omogućavaju iterativan proces prognoziranja u kome svi učesnici lanca saraduju na izboru zajedničkog metoda prognoziranja i usaglašavaju prognozirane vrednosti sa ciljem da smanje Bullwhip efekat

## □ za koordinaciju u lancu snabdevanja

- koordinacija omogućava globalnu optimizaciju lanca snabdevanja
- postizanje *troškovno-efikasne koordinacije* nije moguće bez razmene informacija o proizvodnom planu, programu i troškovima, transportnim mogućnostima i tarifama, nivou i troškovima zaliha, kapacitetu, zahtevima korisnika i sl.

## □ za visok nivo opsluge korisnika

## □ za smanjenje dužine roka isporuke

# Integracija lanca snabdevanja

❑ **konfliktni ciljevi** različitih učesnika u lancu snabdevanja ⇒ potrebna njihova integracija

❑ primenom raspoloživih informacija se mogu izbalansirati različiti ciljevi i smanjiti ukupni troškovi – lako u centralizovanim sistemima, ali moguće i u decentralizovanim sistemima

## UČESNICI LANCA SNAB.

Snabdevač sirovinama

Proizvođač

Transport

Skladišta

Veleprodaja

Maloprodaja

Krajnji korisnici

## MOGUĆI CILJEVI (KONFLIKTNI)

Ravnomerni zahtevi njegovih korisnika  
Fleksibilni rokovi isporuke  
Velike narudžbine korisnika

Poznati budući zahtevi korisnika sa malim odstupanjima (minimizacija troškova proizvodnje i postizanje visoke produktivnosti)

Minimiziranje troškova transporta

Minimiziranje nivoa zaliha

Male narudžbenice, a česta isporuka

Kratka vremena isporuke i tačna isporuka tražene robe

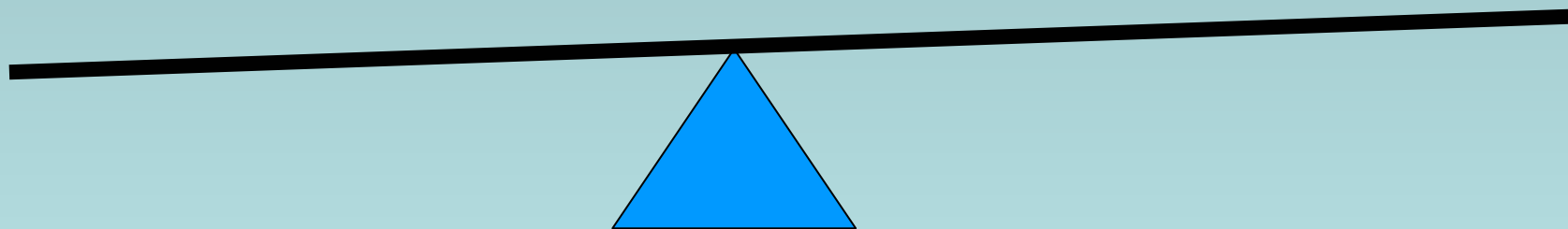
Veliki asortiman i raspoloživost robe  
Niska prodajna cena

# Dizajniranje lanca snabdevanja uvažavajući konfliktne ciljeve njegovih učesnika

---

- Proizvodna serija
- Zalihe
- Rok isporuke
- Asortiman proizvoda
- Troškovi

- Zalihe
- Transportni troškovi
- Transportni troškovi
- Zalihe
- Nivo kvaliteta opsluge korisnika



**BALANSIRANJE**

# Prevazilaženje konfliktnih ciljeva

## ❑ **Proizvodna serija – zalihe:**

- Razvijeni proizvodni sistemi
- PoS podaci

## ❑ **Zalihe – transport:**

- Smanjenje roka isporuke pri grupnom naručivanju
- Informacioni sistemi (planiranje isporuka)
- Cross docking
- Razvijeni sistemi za podršku odlučivanju

## ❑ **Rok isporuke – transport:**

- Niži transportni troškovi
- Tačnije prognoziranje
- Brža obrada i prenos naružbenice, kao i isporuka robe

## ❑ **Asortiman proizvoda – zalihe:**

- Odložena diferencijacija

## ❑ **Troškovi – Nivo opsluge korisnika:**

- Transshipment