

12

Varastointi

Luennon sisältö

- Varastojen tärkeys
- Varastoinnin numerot
- Varastojen vähentäminen
- Varastointi käytännössä

Varastoinnin rooli, vaikutukset ja haastavuus

- **Materiaalin hallinta ja varastointi “välttämätön” osa tuotteen saamista kuluttajan käsiin**
 - atomien siirtäminen bittejä merkittävästi hankalampaa
- **Tärkeässä roolissa operaatioita johdettaessa**
 - suora vaikutus yrityksen investointeihin ja kustannuksiin, kapasiteettiin ja resurssien käyttöasteisiin, työntekijöihin, asiakaspalveluun ja strategiseen menestykseen
 - monella toimialalla suurin yksittäinen tase-erä
- **Operatiivinen puoli aivan oma taiteen lajinsa**
 - käytetyt tilaratkaisut, teknologiat, työkalut, materiaalit jne.
 - automaatio lisääntynyt kaiken aikaa (kustannukset ja rajallinen joustavuus vieläkin nykyistä laajemman yleistymisen rajoitteina)
 - organisatoriset ratkaisut ja ulkoistaminen lisääntynyt (3PL, 4PL...)

Varastoilla myös strategista merkitystä!



• Dell

- tilaustuotannosta ja suorajakelusta johtuen Dell sai 5-7% kustannusedun kilpailijoihin nähden kun sillä oli vain yhden viikon tarvetta vastaava varasto toimitusketjussa verrattuna kilpailijoiden kahdeksaan viikkoon

• Walmart

- erinomaisen varastohallinta- ja kuljetusjärjestelmän vuoksi Walmartilla oli 2-4 kertaa kilpailijoita parempi varaston kierto ja myynti/m²-luvut (nopeammat toimitukset ja parempi palvelu)



Varastoihin on useita eri näkemyksiä



Varasto on hyvä asia
(just in case)



Riippuu kustannuksista
(EOQ)



Varasto on paha asia
(just in time)

Varastoilla saavutetaan monia etuja...

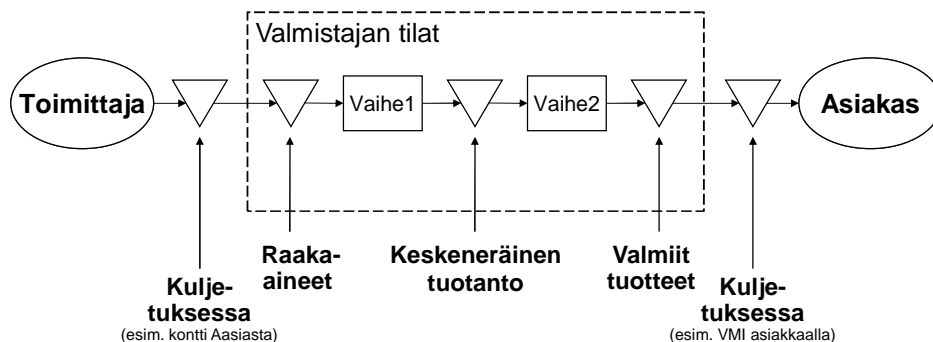
- **Mahdollistavat kysyntään vastaamisen**
 - tavalliset kysynnän vaihtelut sekä täysin odottamaton kysyntä
 - asiakastyytyväisyyden varmistaminen (esim. tarjotaan laaja valikoima)
- **Turvaavat epävarmuudelta**
 - ongelmat raaka-aineiden toimituksissa (laatu, aika, hinta)
 - mahdollistavat töidenjärjestelyn joustavuuden (esim. kysyntävaihtelut)
 - tuotannon riippumattomuus säilyy (esim. lakkotilanteissa)
 - talouden muutokset (esim. inflaatio)
- **Mahdollistavat skaalaetujen hyödyntämisen**
 - suuremmat tuotanto- ja ostoerät (esim. volyymialennukset)
 - mahdollistavat myös mm. hintaspekulaation
- **Tukevat yritysstrategiaa ja toimintatapoja**
 - esim. tuotanto voi olla tasaista kysynnän kausivaihteluista huolimatta ja työntekijöitä ei tarvitse lomauttaa kysyntäkuoppien aikana

...mutta ne ovat kalliita ja niitä on liikaa!

- **Varastoihin sitoutuu paljon pääomaa**
 - voi olla jopa 90 % käyttöpääomasta (working capital)
 - tuotantoyrityksillä liki 40 % vaihto-omaisuudesta (current assets)
 - tukku- ja vähittäiskaupassa 50-60 %
- **Varastoja on paljon**
 - maailman kokonaisvarastot yli 10 biljoonaa euroa (~15% BKT:stä)
 - è vuosittaiset säilytyskustannukset useita biljoonia L
 - Euroopassa jokaista tuotantosektorin BKT-euroa kohti 40 % varastoja
- **Suomessa yritysten logistiikkakustannukset 13 % liikevaihdosta (17 % BKT:stä)**
 - kansainvälisesti korkeat ja kasvamaan päin (pysyvä ongelma)
- **Suomessa toimivien yritysten maailmanlaajuiset logistiikkakustannukset ovat n. 27 miljardia**
 - kuljetus 37 %, varastointi 23 %, pääoma 27 % ja hallinto 13 %

Varastoja voidaan luokitella monella tavalla

- **Jalostusprosessin vaiheen mukainen luokittelu**
 - tyypillinen varsinkin "laskentaimisille" (pääoma, lisäarvo...)



+ kaikki tukivarastot
(huolto- ja varaosat, tarvittavat välineet ja tarvikkeet)

Jalostusprosessi vaihe luokittelu on vajavainen

Kanadalaisia toimialoja	Raaka-aineet	Keskeneräinen tuotanto	Valmiit tuotteet
Raakateräsvalmistajat	46 % (räätälöinti)	25 %	29 %
Liikkuvan rautatiekaluston valmistajat	35 %	61 % (joustavuus ja nopeus)	4 %
Kumi-tuotevalmistajat	27 %	12 %	61 % (isot asetuskustannukset)

*Suhteellinen jakautuminen kertoo vain jotain toimialasta ja yritysstrategiasta! L
(ei oikein auta varastohallinnan kehittämisessä)*

Varastoja voidaan luokitella monella tavalla

*"Hyödyllisin"
luokittelutapa!*

- **Tarkoituspohjainen luokittelu** (eli miten "eri" varastot syntyvät)
 - syklivarasto (cycle inventory)
 - syntyvät varastojen eräpohjaisesta täydennyksestä, joka vuorostaan johtuu tasapainottelusta säilytys- ja tilauskustannusten välillä, teknologiarajoitteista, määräalennuksista ym.
 - varmuusvarasto (safety stock)
 - tarvitaan tarjonnan ja kysynnän epävarmuuden hallintaan (suorassa suhteessa haluttuun palvelutasoon)
 - ennakoitivarasto (anticipation stock)
 - vaihtuvasta tarjonnasta (kausivaihtelu, toimitusaikataulu, ennakoitutyöntekijöiden lakot, jne.) ja kysyntäpiikin ennakoinnista (kausivaihtelu, markkinointikampanja, taloussuhdanne, jne.) johtuen kerrytetyt varastot
 - "kanavavarasto" (pipeline inventory)
 - hankinta- ja jakeluketjussa paikasta toiseen siirtymässä olevat nimikkeet (suorassa suhteessa käyttömäärään ja toimitusaikaan).

Varastoja voidaan luokitella monella tavalla - erilaisia muita tilannekohtaisia jaotteluja -

- **Itsenäisen vs. riippuvan kysynnän nimikkeet**
 - itsenäisten kysynnän nimikkeiden varastohallinta perustuu kysyntäennusteisiin, riippuvan kysynnän nimikkeiden tuotantosuunnitelmaan (MRP)
- **Pilaantuvat vs. ei-pilaantuvat nimikkeet**
 - säilyvyys tärkeä muuttuja esim. päivittäistavara kaupassa
- **Varmuusvarasto vs. "spekulointivarasto"**
 - spekulatiiviset erät hankittu esim. valuuttakurssimuutoksilta suojautumiseksi
- **Konkreettinen varasto vs. ylimääräinen kapasiteetti**
 - kumpikin auttaa satunnaisuuden hallinnassa mutta käsittely yrityksen taseessa aivan erilainen
- **Arvopohjainen kategorisointi**
 - perustuen ABCD-analyysin (huomioi myynnin) tai kustannuksiin

Palveluissakin useita varastoitavia asioita

- **Vaikka palvelua ei itsessään voi varastoida, se ei tarkoita ettei varastotaitoja tarvita**
 - palvelun "perustarvikkeet"
 - esim. pizzariassa täytteet ja virvokkeet
 - palvelun "tukitarvikkeet"
 - esim. pizzariassa aterimet ja kassanauha
 - palvelun "tuottamisresurssit"
 - esim. pizzariassa osa-aikatyöntekijät
 - kysynnän hallinta / tasaaminen
 - esim. pizzariassa jonottaminen ja yield management
- **Varastointi siis osaltaan kapasiteetin optimointi ja toisaalta kustannus vs. palvelutaso -ongelma**



"Palveluvarastoja" voi analysoida myös palveluprosessin näkökulmasta!

"Kaikki prosessivaiheet jotka on tehty ennen asiakkaan saapumista"



(taustalla prosessisuunnittelu, tietokannat, itsepalvelu, automatisointi...)

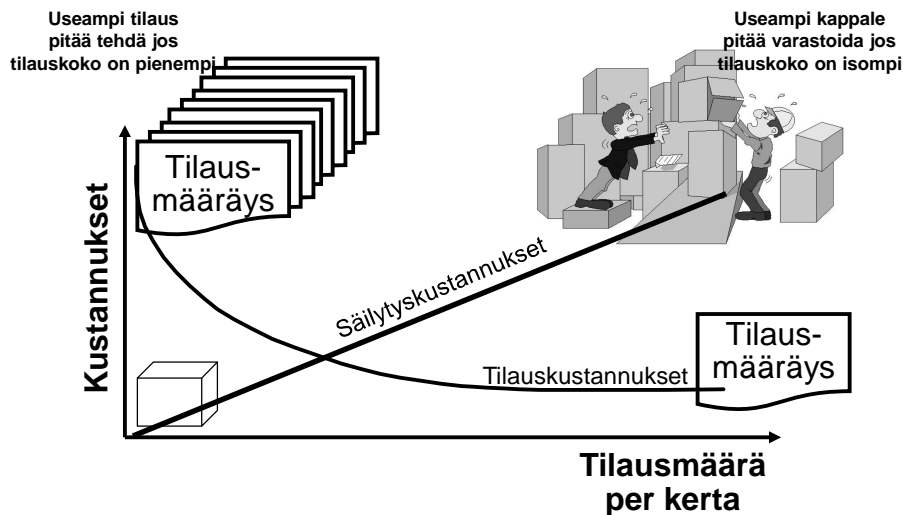
Varastoinnin kustannuskomponentit

H_{C_h} Säilytyskustannukset - holding / carrying costs - ICC	<ul style="list-style-type: none"> • pääomakustannukset <ul style="list-style-type: none"> • korko- / vaihtoehtoiskustannus (kumpi on suurempi) <ul style="list-style-type: none"> - usein suurin säilytyskustannuserä • varasto- ja käsittelykustannukset <ul style="list-style-type: none"> • tilat; kiinteät ja muuttuvat kustannukset, teknologia (esim. IT) • henkilöstö; työntekijät ja hallinto • ”säilytysriski” (joskus unohdettu!) <ul style="list-style-type: none"> • varkaudet (sekä asiakkaat että työntekijät) • vanhentuminen / arvon aleneminen <ul style="list-style-type: none"> - merkittävää mm. teknologiatuotteissa ja vaatteissa • elinkaaren loppu ja tarpeettomuus, pilaantuminen / hävikki • vakuutukset ja verot <p style="text-align: right;">HUOM! säilytyskustannus on tosiaan vain yksi varastoinnin kustannuskomponenteista</p>
--	--

Varastoinnin kustannuskomponentit

S_{C_o} Tilaukskustannukset - supply / ordering costs -	<ul style="list-style-type: none"> • valintakustannukset <ul style="list-style-type: none"> • toimittajien etsintä, valinta ja neuvottelujen käyminen, tilauseräkokopäätökset • tilaus- ja maksuprosessikustannukset <ul style="list-style-type: none"> • kaikki vaaditut paperityöt ja valtuutukset • piirustukset ja työjärjestysohjeet • lähetys- ja kuljetuskustannukset • tilauksien seuranta, vastaanotto ja tarkastus • maksuliikenne • asetuskustannukset (kun sisäinen tilaus) <ul style="list-style-type: none"> • asetusten palkka- ja aikakustannukset, osien putsaus • koe-erät ja niiden testaus, hukka, uudelleen työstämisen kustannukset • vaaditut paperityöt
--	---

Kustannusfunktioiden muoto looginen

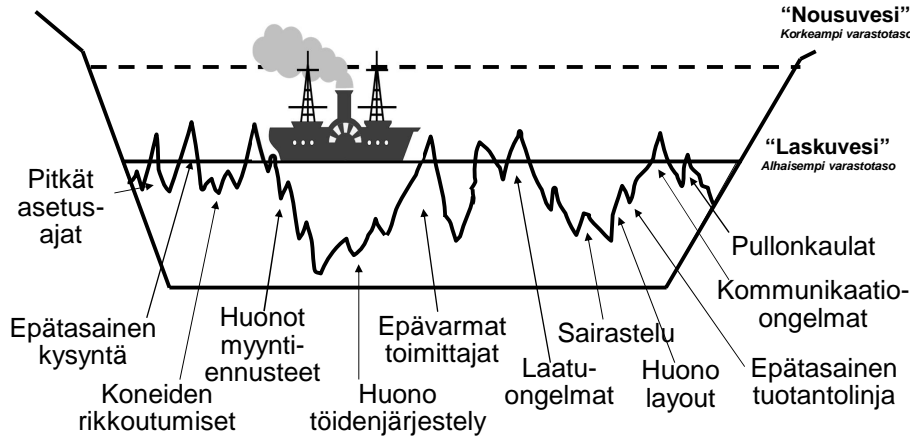


Varastoinnin kustannuskomponentit

Muut kustannuserät	<ul style="list-style-type: none"> • puutekustannukset (voi olla jopa suurin kustannuserä!) <ul style="list-style-type: none"> • tuotantokatkokset (jotka johtuvat varastopuutteista) • kiirehtimis- ja informaationkustannukset (esim. jälkitoimitukset) • menetetty myynti (kate), imagotappiot, mahdolliset sakot • ylivarastoinnin kustannukset <ul style="list-style-type: none"> • esim. tarvittavat ylimääräiset mainoskampanjat • hintatakuun kustannukset (price protection) <ul style="list-style-type: none"> • jakeluketjulle maksettavat palautukset aiemmista varastotäydennyksistä jos myyntihintoja pudotetaan <ul style="list-style-type: none"> - riippuvat paljon sopimusteknisistä yksityiskohdista • tehottomuuden kustannukset <ul style="list-style-type: none"> • niin kauan kun voidaan turvautua varastoihin, johto ei havaitse operaatioissa olevia ongelmia ja tehottomuuksia
---------------------------	---

Varastot aiheuttavat myös tehottomuutta!

- case ”varasto peittää alleen monia ongelmia” -



Varastojen vähentäminen auttaa havaitsemaan piilossa olevat ongelmat ja poistamaan ne
(eli varastot luovat johdolle helposti vääranlaista hyvinolontunnetta)

Kierto varaston keskeinen tunnusluku

Varaston kierto:

myynti vuodessa (€)
(ostohinnat/hankinta-arvo/omakustannushinnat/cost of goods sold)

keskimääräinen varasto (€)
(kaikki varastot huomioidaan)

HUOM!
lasketaan siis katteettomilla hinnoilla

Riitto / päivää varastossa:

päiviä ”vuodessa”

varaston kierto

Corporations	Inventory Turnover Ratio	Days Sales in Ending Inventory	Cost of Goods Sold %	Gross Profit %
Lumber & building materials		73	73.4%	26.6%
Hardware Stores	3.5	109	67.4%	32.6%
Retail Nurseries & Garden Supply	3.3	115	72.2%	27.8%
General Merchandise Stores	4.7	81	70.3%	29.7%
Grocery Stores	12.7	30	75.6%	24.4%
Other Food Stores	12.2	31	61.8%	38.2%
New & Used Car Dealers	6.8	56	88.3%	11.7%
Gas stations & mini-marts	39.3	10	84.5%	15.5%
Auto parts & Accessories	3.8	106	72.2%	27.8%
Apparel & Accessories	3.5	109	58.7%	41.3%
Furniture & home furnishings	4.1	93	64.7%	35.3%
Drug Stores	5.3	71	74.7%	25.3%
Liquor Stores	6.6	57	80.0%	20.0%
Other Retail Stores	4.3	89	64.9%	35.1%
Wholesale - Groceries & related	17.8	21	87.6%	12.4%
Wholesale - Machinery & Equipment	4.8	78	75.3%	24.7%
Wholesale - Vehicles & automotive	6.9	55	77.8%	22.2%
Wholesale - Furniture & fixtures	5.5	69	70.4%	29.6%
Wholesale - lumber & construction	9.9	38	82.0%	18.0%
Wholesale - sporting goods & related	4.8	79	72.0%	28.0%
Wholesale - electrical goods	6.8	56	81.1%	18.9%
Wholesale - hardware & plumbing	5.2	72	75.8%	24.2%
Wholesale - other durable goods	7.0	54	79.4%	20.6%
Wholesale - paper & related products	10.7	35	76.0%	24.0%
Wholesale - Drug store items	8.5	44	87.5%	12.5%
Wholesale - apparel & related	5.5	69	75.3%	24.7%
Wholesale - chemical & related	9.4	40	77.7%	22.3%
Wholesale - petroleum & related	42.4	9	88.9%	11.1%
Wholesale - alcoholic beverages	8.5	45	74.7%	25.3%
Wholesale - misc non-durable	7.8	48	79.0%	21.0%

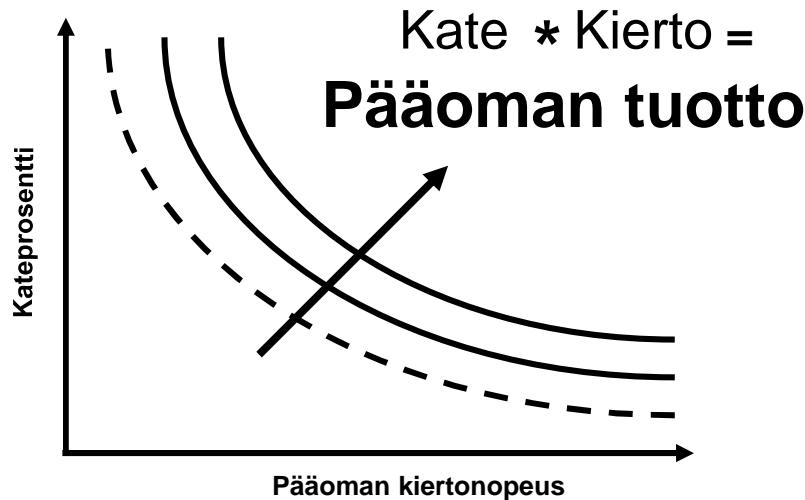
Kiertoluvut ovat liiketoimintavetoisia!

ZARA 16

H&M 10

Seppälä 5

Strategia vaikuttaa kiertolukuihin!



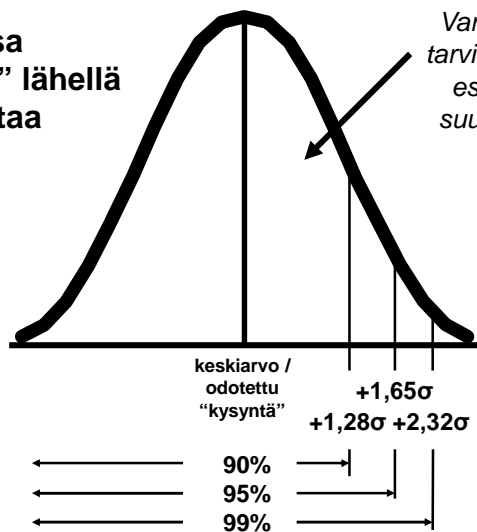
Kiertonopeuteen katetta helpompi vaikuttaa!

Varastopäätöksillä vaikutus talousnumeroihin



Vaihtelu ajatellaan usein normaalijakaumalla

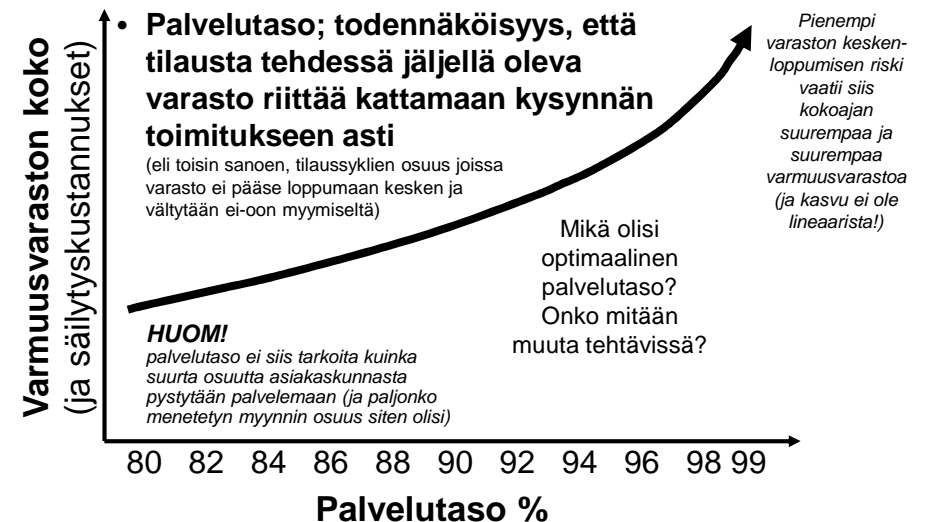
- Suurin osa "arvoista" lähellä keskikohtaa



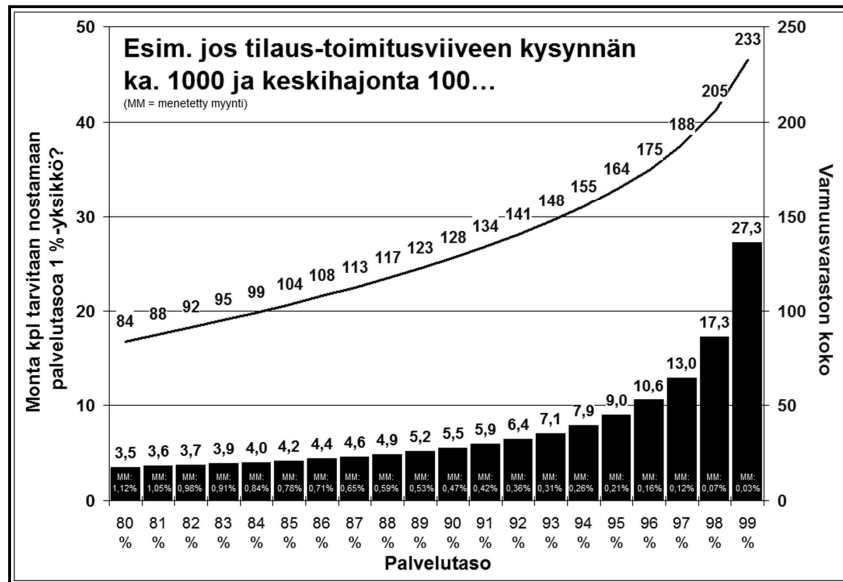
Varmuusvarastoa tarvitaan kattamaan esim. odotettua suurempi kysyntä

- esim. jos jakauman ka. 1000 ja keskihajonta 100
- kysyntä alle 1128 90% todennäköisyydellä
 - kysyntä alle 1165 95% todennäköisyydellä
 - kysyntä alle 1232 99% todennäköisyydellä

Palvelutaso ja kustannukset ovat ristiriidassa



Palvelutaso ja kustannukset ovat ristiriidassa



TUTA 20

Luento 12

43

Varmuusvarastojen peruslogiikka

- **Yritykset varautuvat kysyntä- ja toimitusaika-epävarmuuteen pitämällä varmuusvarastoja**
 - erot tuotteiden kysynnän määrässä ja hajonnassa, kustannuksissa ja katteissa, toimitusaajoissa ja sen vaihtelussa, asiakas-segmentin tärkeydessä jne. vaikuttavat varaston suuruuteen
 - käytetyt määrät pitää luonnillisesti päivittää muutosten tapahtuessa!
- **Teoreettisesti haluttu palvelutaso (z-arvo) saadaan yhtälön $MR=MC$ avulla,...**
 - lisänimikkeen säilyttämisen hyöty = säilyttämisen kustannus
- **...käytännössä useimmiten ”epätieteellisesti”**
 - esim. johdon näkemys; ”95 % kuulostaa hyvältä”
- **Palvelutason avulla varmuusvaraston koko**
 - palvelutaso (z) * tilaus-toimitusajan kysynnän keskihajonta (σ_L)
 - heikkoja heuristiikkoja käytetään liian usein (tyyliin viikon myynti)

TUTA 20

Luento 12

44

Vaihtelu vaikuttaa myös taktisiin päätöksiin - case kysynnän vaikutus sijainti- ja toimittajavalinta -

- **Ennustettavuus ohjaa päätöksentekoa**
 - tuotteet, joiden kysyntä on paremmin ennustettavissa (vähemmän vaihtelua), on järkevää valmistaa / ostaa kauempanakin vaikka toimitusajat olisivat pidemmät
 - esim. halpatuotanto Aasiassa (low-cost country production / sourcing)
 - tuotteet, joiden kysynnässä on enemmän epävarmuutta, on järkevää tuottaa / hankkia läheltä (lyhyemmät toimitusajat) vaikka kustannukset ovat korkeammat
 - ns. joustava yksikkö / toimittaja (reactive unit)
- **Hybridistrategiaa kannattaa harkita**
 - jos mahdollista, on järkevää tuottaa ”varma kysyntä” pitkä toimitusaika & alhainen kustannus -paikassa ja ”kysynnän muuttuva osuus” lyhyt toimitusaika & korkeampi kustannus -paikassa (è alhaisemmat suorat kustannukset ja pienemmät epäsuorat kustannukset (yli jäämät, puutteet, varmuusvarastot))

TUTA 20

Luento 12

46

Varastojen vähentämisen keinovalikoiman pohjalla laaja varastomääritelmä!

$$Inventory = \frac{\textit{The stock of any item or resource used in an organization}}$$

(eli osat, tuotteet, ihmiset, koneet, tilat, raha, aika...)

TUTA 20

Luento 12

49

Varastotasoja voidaan laskea ja -kustannuksia vähentää monella tavalla (I)

- **Parannetaan ennustamista ja reaktiivisuutta**
 - parempi arvio tarjonnasta ja kysynnästä helpottaa optimoinnissa
 - kyky reagoida aikaiseen myyntidataa vaatii hyviä prosesseja
 - è suora sykli- ja varmuusvarastovaikutus
- **Tehostetaan tilaus- ja asetusprosesseja**
 - uutta teknologiaa hyväksikäyttämällä tilaamisen kustannus laskee (joilloin pienempien erien tilaaminen on kannattavampaa)
 - nopeutetaan asetuksia siirtämällä sisäistä asetusaikaa ulkoiseksi
 - è suora erä koko- ja syklivarastovaikutus
- **Lyhennetään toimitusaikaa ja epävarmuutta**
 - esim. suositaan paikallisia toimittajia, jaetaan kumppaneille tietoa (more info, less stuff), kehitä tuotantoprosesseja
 - è suora varmuusvarastovaikutus

Varastotasoja voidaan laskea ja -kustannuksia vähentää monella tavalla (II)

- **Asetetaan tarkoituksenmukaiset palvelutasot**
 - turhan korkea palvelutaso/vanhoilla tasoilla toimiminen ”hukkaa”
 - è suora varmuusvarastovaikutus
- **Satsataan laite- ja työntekijäpuskureihin**
 - esim. pidetään ylimääräisiä koneita, koulutetaan työntekijöitä
 - è suora varmuus- ja ennakointivarastovaikutus
- **Tasoitetaan kysyntää ja tarjontaa**
 - vastasyklinen tuotevalikoima, kampanjat, sesonkihinnointelu
 - palkkaus, ylityöt, alityöt, lomautukset, erottamiset, alihankinta
 - è suora ennakointivarastovaikutus
- **Analysoidaan jakelun tehokkuutta**
 - töidenjärjestely, lastaus & laitteet, toimittajavalinta, kuljetusajat...
 - è suora kanavavarastovaikutus

Varastotasoja voidaan laskea ja -kustannuksia vähentää monella tavalla (III)

- **Ymmärretään tuotantoprosessin vaikutukset**
 - tilaus- (MTO) vs. varastotuotanto (MTS)
 - modularisointi ja myöhäinen räätälöinti vs. valmiit tuotteet
 - è pienentää varastoitavien nimikkeiden määrää
- **Muistetaan tuotesuunnittelun varastovaikutus**
 - esim. standardikomponentit, rajoitettu tuotevalikoima
 - è pienentää varastoitavien nimikkeiden määrää
- **Nopeutetaan tuotantoa ja jakelua**
 - è suora sykli-, varmuus- ja kanavavarastovaikutus
- **Tunnistetaan toimitusketjusta johtuvat kulut**
 - solmukohtien lukumäärä, toimitusten laatu, ketjukannusteet...
 - vältetään osa-optimointia laatimalla kokonaiskustannusmittareita
 - è suora sykli-, varmuus- ja kanavavarastovaikutus

Varastotasoja voidaan laskea ja -kustannuksia vähentää monella tavalla (IV)

- **Harkitaan ulkoisia palveluntarjoajia**
 - ulkoistamisen ja varastojen vendorisoinnin avulla voidaan saada skaala- ja osaamishyötyjä
 - è laskee varastoinnista aiheutuvia kustannuksia
- **Keskitetään varastoja jos mahdollista**
 - skaalaetujen (EOQ) lisäksi koordinointi helpottuu
 - è alentaa varastotasoja, varmuusvarastoja ja kaikkia kustannuksia