



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Stokastinen optimointi taktisessa toimitusketjujen riskienhallinnassa (valmiin työn esittely)

*Esitelmöijä Olli Rentola
päivämäärä 21.1.2013*

*Ohjaaja: TkL Anssi Käki
Valvoja: Prof. Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Työn tavoite

- Kirjallisuuskatsaus toimitusketjuista ja niiden riskienhallinnasta
- Implementoida stokastinen optimointimalli toimitusketjun ja tuotannon ohjaamiseen
 - Sodhi, 2011. Determining supply requirement in the sales-and-operations-planning (S&OP) process under demand uncertainty: a stochastic programming formulation and a spreadsheet implementation. *Journal of the Operational Research Society*, 526-536.
- Tutkia mallin herkkyyttä alkuarvojen suhteen
- Verrata odotusarvoista tuoton maksimointia vs. riskien minimointia

Yleistä

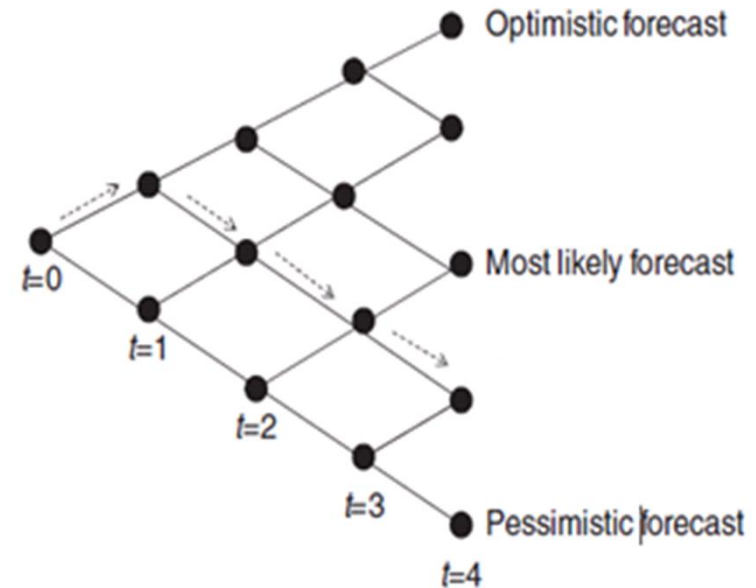
- Yritysten toiminta perustuu suunnitteluun
 - Malleja käytetään ennustamiseen ja päätöksenteon tukena
- Sales & Operations Planning prosessissa yrityksen myynti ja tuotanto sopivat keskenään tulevaisuuden tuotanto- ja myyntimääristä
- Riskienhallinta S&OP prosessissa yhä tärkeämpää, sillä toimitusketjujen kompleksisuus ja epävarmuus on lisääntynyt

Päätöksentekotilanne

- Päätöksentekijällä tiedossa:
 - Tuotantokustannukset
 - Varastointikustannukset
 - Toimittamattomasta tavarasta aiheutuva menetys
 - Myyntihinta
 - Suunnittelujakson pituus
 - Kysyntäskenaariot joka viikolle
- Ongelma: kuinka määrittää tuotantokapasiteetti jokaiselle viikolle?

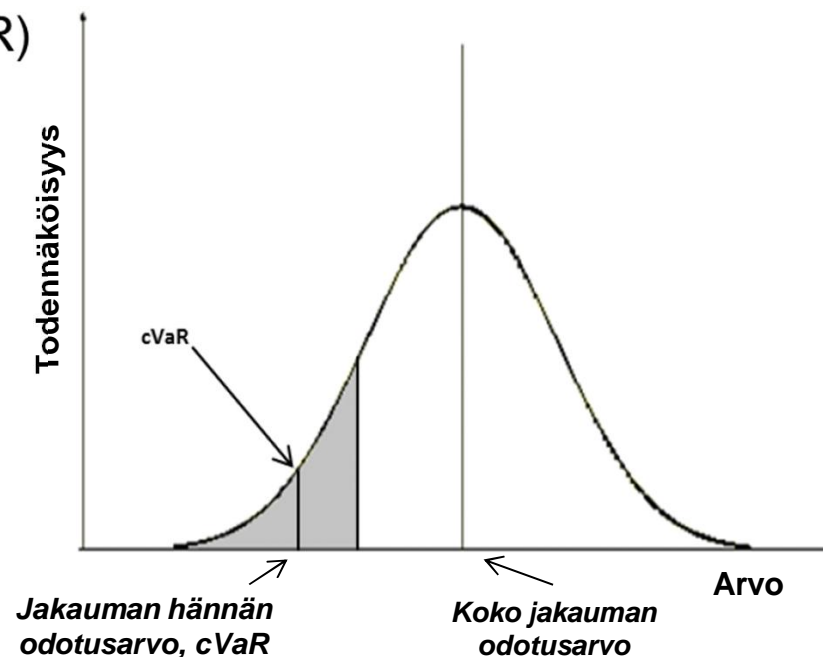
Kysynnän ennustaminen

- Kysynnän taso eri tiloissa arvioidaan binomipuun avulla
- Eri tilojen kysyntä arvioidaan kolmen kysyntäskenaarion perusteella
 - Optimistinen
 - Todennäköisin
 - Pessimistinen
- Välitilojen arvot lasketaan lineaarisesti interpoloiden suhteessa ääritiloihin
- Kasvun ja laskun todennäköisyydet ovat samat
 - Tilojen todennäköisyydet noudattavat binomijakaumaa



Mallin perusasetelma

- Kohdefunktio = $\min \{ \lambda_1 \cdot cBaR + \lambda_2 \cdot cIaR + \lambda_3 \cdot cDaR \}$
- cXaR tarkoittaa jakauman hännän odotusarvoa
- Summatermi ovat
 - velkarahan määrä lopussa (cBaR)
 - varaston arvo lopussa (cIaR)
 - menetetyt kysynnän kustannus (cDaR)
- Painokertoimilla λ_i päätöksentekijä voi painottaa eri riskien tärkeyttä



Mallin dynamiikka

– Tilamuuttujat:

- Materiaalin tasapaino eri tiloissa
- Varaston taso eri tiloissa
- Menetetty myynti
- Myydyt tuotteet
- Rahatilanne eri tiloissa

– Päätösmuuttujat:

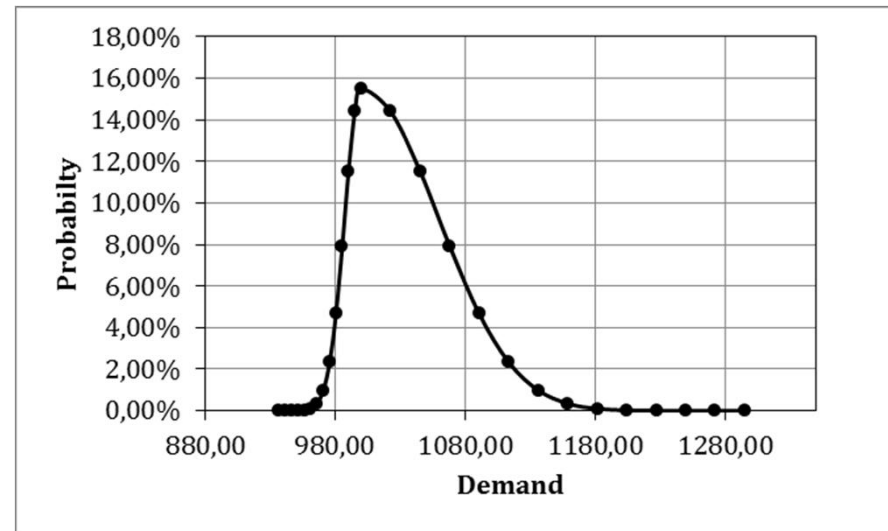
- Optimaalinen tuotanto eri ajanhetkillä (huom. ei eri tiloissa!)

Mallin lähtöarvot (1/2)

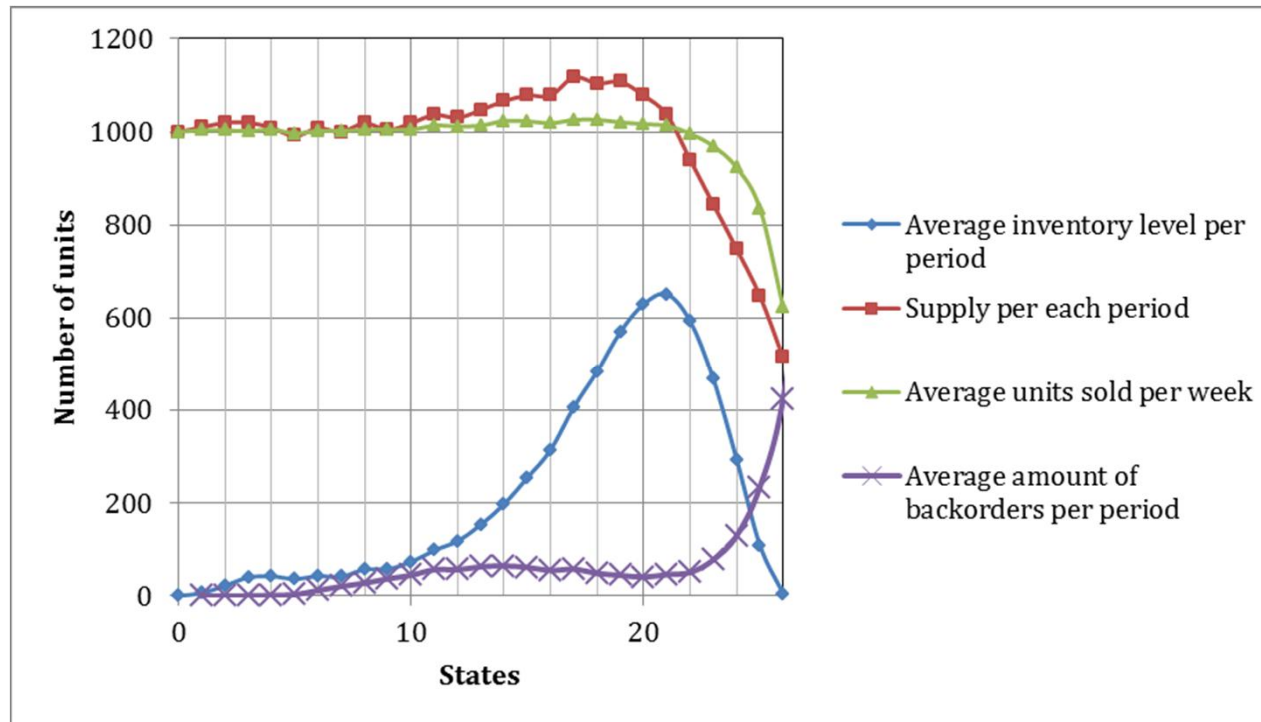
- Yksikkökohtaiset tiedot:
 - Myyntihinta = 3,5
 - Tuotantokustannus = 2,5
 - Varastointikustannus = 2
 - Menetetyn myynnin kustannus = 2
- Suunnitteluajanjakson pituus = 26
- Kohdefunktion muuttujat
 - Odotettu velkarahan määrä hetkellä $t = 26$ huonoimmissa skenaarioissa (7,6% häntä)
 - Odotettu varaston arvo lopussa hetkellä $t = 26$ huonoimmissa skenaarioissa (8,4% häntä)
 - Odotettu menetety kysynnän kustannus hetkellä $t = 26$ huonoimmissa skenaarioissa (8,4% häntä)

Mallin lähtöarvot (2/2)

- Kysyntä alussa 1000 yksikköä
 - Optimistisessa kasvua 1% per viikko
 - Pessimistisessä laskua 0,25% per viikko
 - Todennäköisimmässä kysyntä ei muutu viikoittain
- Optimaalinen tuotanto ratkaistaan Excelin solverilla
- Lasketaan optimaaliset arvot kahdelle eri tavoitetilalle:
 - Minimaalet riskit
 - Maksimaalinen voitto

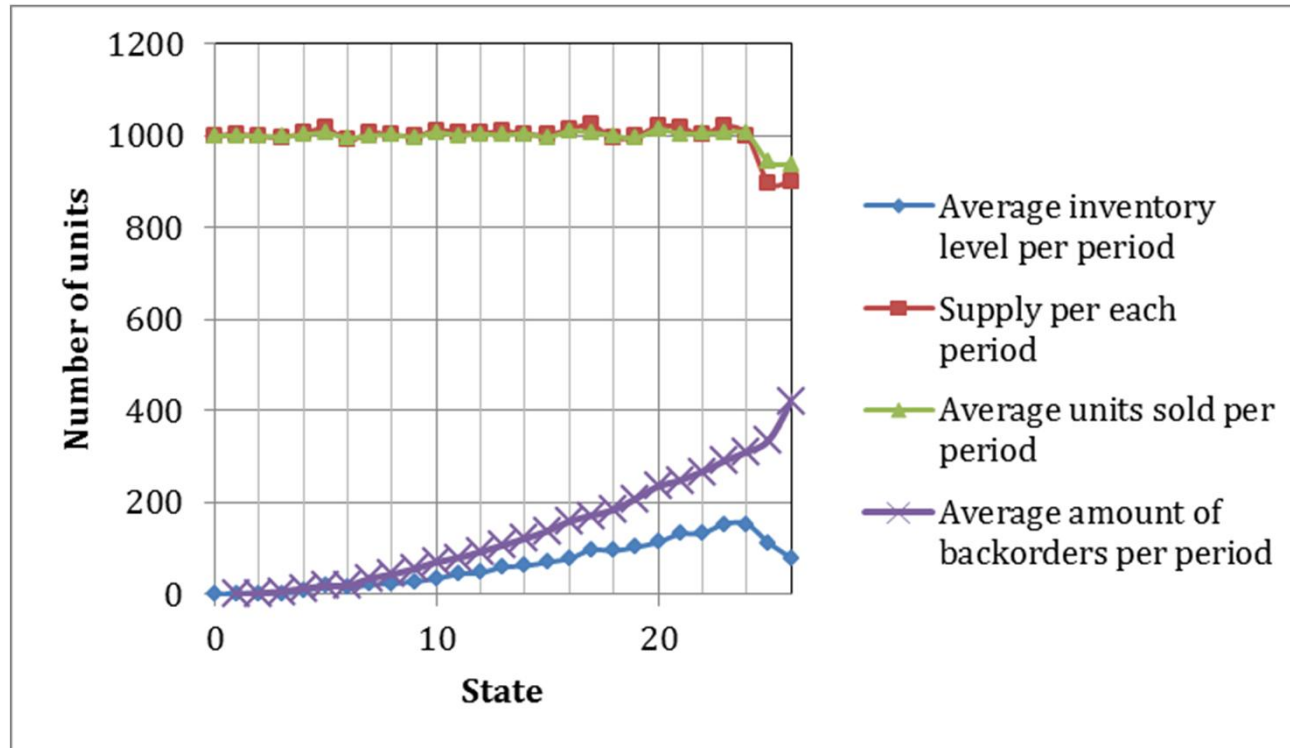


Tulokset (1/2) – Riskien minimointi



- Odotettu tuotto: 7480
- Todennäköisyys jäädä voitolle: 82%

Tulokset (2/2) – Voiton maksimointi



- Odotettu tuotto: 11669
- Todennäköisyys jäädä voitolle: 72%

Johtopäätökset (1/2)

- Malli vaikuttaa toimivan järkevästi tulosten perusteella
 - Tuottojen ehdoton maksimointi vähentää voitollisen toiminnan todennäköisyyttä
 - Tuotantoarvot vaikuttavat olevan järkeviä suhteessa muihin muuttujiin
- Riskien minimoinnissa tarkoituksena on vähentää menetettyä arvoa, jos päädytään kaikkein epätodennäköisimpiin tiloihin
- cBaR periaatteessa sisältää myös muut kohdefunktion muuttujat
 - cBaR:ia laskettaessa lasketaan cl_aR :n sekä $cDaR$:n arvot yhteen muiden arvojen lisäksi
 - cBaR:n painoarvo suurempi kuin muiden
 - Ongelmallinen mallin kannalta

Johtopäätökset (2/2)

- Mallissa pystytään huomioimaan päätöksentekijän preferenssit
 - Painokertoimien keskinäisen suhteen muuttaminen
- Malli voisi toimia hyvin sellaisten tuotteiden tuotantomäärän määrittämisessä, joiden kysyntä on melko tasaista pitkällä aikavälillä
- Mallin implementointi Excelillä mahdollista
 - Helpompi vakuuttaa päätöksentekijät sen luotettavuudesta