

# Luento 10

# Kustannushyötyanalyysi

Jan-Erik Holmberg  
Systeemanalyysin laboratorio  
Matematiikan ja systeemanalyysin laitos  
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu  
PL 11100, 00076 Aalto  
[jan-erik.holmberg@aalto.fi](mailto:jan-erik.holmberg@aalto.fi)

# Päätösanalyysistä

- **Päätöksenteon teoriat**
  - Deskriptiiviset teoriat kuvaavat sitä, miten päätöksiä tehdään joko yksilö- tai organisaatiotasolla
    - » Teorioiden empiiristä oikeellisuutta voidaan testata
    - » Pyrkimys ei välttämättä päätöksenteon 'parantaminen'
    - » Esim. prospektiteoria (Kahneman & Tversky, 1979): Vaihtoehtoja arvioidaan referenssipisteen suhteen, jonka suhteen tapahtuvista samansuuruisista muutoksista tappiot koetaan merkittävimmiksi kuin voitot
  - Normatiiviset teoriat perustuvat rationaalisuus-vaatimukseen, joita 'hyvä' päätöksenteko täyttää
    - » Päätökset epävarmuuden vallitessa  $\Leftrightarrow$  hyötyteoria (utility theory; von Neumann & Morgenstern, 1944)
    - » Päätökset varmuuden vallitessa  $\Leftrightarrow$  arvoteoria (value theory; Debreu 1961; Luce et al., 1971)
    - » Vrt. MS-E2134 Päätöksenteko ja ongelmanratkaisu
- **Menetelmäluokittelua**
  - Taloudelliset menetelmät
    - » Pyrkivät riskien kvantifointiin ja hinnoitteluun
  - Ei-taloudelliset menetelmät
    - » Eivät yhteismitallista päätösvaihtoehtoja rahana
    - » Soveltavat monikriteerisen päätöksenteon menetelmiä (esim. arvopuuanalyysi, analyttinen hierarkiaprosessi (AHP), päätöspuut)
- **Analyysin käyttötarkoituksia**
  - Ylittääkö riski annetut rajat? (vrt. edellinen luento)
  - Jos, niin mikä vaihtoehdoista kustannustehokkain?

# Kustannushyötyanalyysi

- Engl. cost-benefit analysis (CBA)
  - Riskihallintatoimenpiteen odotusarvoiset kustannukset ja hyödyt arvioidaan
  - Toimenpide hyväksyttävissä, jos hyödyt ylittävät riskienhallintatoimenpiteet kustannukset
  - Hyödyt ja kustannukset voivat olla välittömiä (direct) tai välillisiä (indirect)
    - » Esim. riskienhallintatoimenpiteiden välittömät hyödyt koituvat tyypillisesti riskeille altistujien eduksi, välittömät kustannukset maksajien osaksi
    - » Välilliset vaikutukset voivat ilmetä eri tavoin – esim. sähkön toimitusvarmuuden paranemisen kautta saavutettavina hyötyinä
    - » Rajanveto kuitenkin usein tulkinnanvaraista
- Priorisointi
  - Vaihtoehtoiset riskienhallintatoimenpiteet voidaan priorisoida hyötykustannussuhteen perusteella

$$R = \frac{B}{C},$$

- missä  $B$  viittaa hyötyihin ja  $C$  kustannuksiin
- Näin tehtynä tarkastelu ei kuitenkaan huomioi eri riskienhallintatoimenpiteiden yhteisvaikutuksia

# Esimerkki polttoainetankin suojaus

- Päätilanne
  - Sivutörmäys voi aiheuttaa polttoainetankin hajoamiseen ja räjähtämisen; valmistajalla 3 vaihtoehtoa
    - » A: Teräksisen suojalevyn asentaminen, maksaa \$14 ja estää olennaisesti kaikki räjähdykset
    - » B: Suojaavan muovilevyn asentaminen, maksaa \$4 ja estää 95% räjähdyksistä
    - » C: Tankin vuoraaminen muovilla, maksaa \$2 ja estää 85% räjähdyksistä
  - Ajoneuvoja valmistetaan arviolta 6 milj.kpl
    - » Ilman toimenpiteitä sivutörmäyskolareiden aiheuttamien räjähdysten tuloksena menehtyy 180 henkilöä, loukkaantuu 200 henkilöä ja vaurioituu 3000 autoa
    - » Menetetyn ihmishengen kustannus \$500 000, loukkaantumisen \$70 000, ajoneuvon korjaamisen \$1200
- Hyötykustannussuhteet
  - A: Kustannukset  $\$14 \times 6 \text{ milj.} = \$84 \text{ milj.}$   
Hyödyt  $180 \times \$0.5 \text{ milj.} + 200 \times \$0.07 \text{ milj.} + 3000 \times \$1200 = \$107 \text{ milj.}$   
Hyötykustannussuhde  $107/84 = 1.28$
  - B: Kustannukset  $\$4 \times 6 \text{ milj.} = \$24 \text{ milj.}$   
Hyödyt  $95\% \times \$107 \text{ milj.} = \$102.2$   
Hyötykustannussuhde  $102/24 = 4.25$
  - C: Kustannukset  $\$2 \times 6 \text{ milj.} = \$12 \text{ milj.}$   
Hyödyt  $85\% \times \$107 \text{ milj.} = \$91.4 \text{ milj.}$   
Hyötykustannussuhde  $91.4/12 = 7.62$

C siis suhteeltaan suurin  $\Rightarrow$  valittaisiin tällä tarkastelulla


# Kustannushyötyanalyysistä

- Laajuuden vaikutukset
  - Kokonaishyötyjen oltava kokonaiskustannuksia suuremmat
  - Välittömät ja välilliset hyödyt ja kustannukset määrittävät toimenpiteiden realistisuutta
    - » Jos välittömät hyödyt ovat välittömiä kustannuksia suuremmat, mutta välilliset kustannukset välillisiä hyötyjä suuremmat, yhteiskunnan on tarkoituksenmukaista asettaa rajoituksia  $\Rightarrow$  sääntely
      - esim. päästörajoitukset
    - » Jos välittömät kustannukset välittömiä hyötyjä suuremmat, toimijan ei kannata toteuttaa toimenpidettä, vaikka sen välilliset hyödyt olisivat välillisiä kustannuksia suuremmat  $\Rightarrow$  subventointi
      - esim. puhdistusteknologian verohelpotukset
    - » Näissä välittömyys rajattu toimijan mukaan – so. välittömät hyödyt ja kustannukset koituvat samalle toimijalle

TABLE 8.1  
 Decision Criteria in Benefit–Cost Analysis

Case	Direct Balance	Indirect Balance	Decision
1	$C_D < B_D$	$C_I < B_I$	Acceptable
2	$C_D > B_D$	$C_I > B_I$	Unacceptable
3	$C_D < B_D$	$C_I > B_I$	Unacceptable (unless allowed by regulation)
4	$C_D > B_D$	$C_I < B_I$	Unacceptable (unless subsidized)

Etusivu > Yritykset > Lainsäädännön yritysvaikutukset > Ohjeet ja menetelmät  
> Menetelmät

Haku:  

[Vuoden 1999 ohje](#)

[Tarkistuslista](#)

[Muut vaikutusarviointiohjeet](#)

[Menetelmät](#)

[Yrityspaneeli](#)

## Menetelmät

Lainsäädännön yritysvaikutusten arvioimiseksi on käytettävissä erilaisia kvantitatiivisia menetelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi staattiset ja dynaamiset laskelmat, ekonometrinen mallittaminen, taloudelliset tasapainomallit, kustannus-hyötyanalyysi ja kustannustehokkuusanalyysi. Käytännössä säädöshankkeen vaikutuksia etukäteen arvioitaessa joudutaan kuitenkin usein käyttämään lähinnä laadullista arviointia. Tällöinkin olisi pyrittävä arvioimaan ainakin sitä, mitkä ovat yritysvaikutusten kohderyhmät sekä sitä, miten merkittäviä ja minkä suuntaisia erilaiset välittömät ja välilliset vaikutukset yrityksiin ovat.

Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VATT) tutkimusprofessorin Jaakko Kianderin muistiossa luodaan käytännönläheinen katsaus yritysvaikutusten arvioinnin menetelmiin ja arvioinnissa huomioon otettaviin keskeisiin tekijöihin. Muistion tavoitteena on tukea säädösvalmistelijaa yritysvaikutusten arvioinnin suunnittelussa ja suorittamisessa.

Yritysvaikutusten arviointi edellyttää perustietoa yrityskentän rakenteesta sekä yritystoiminnasta ja sen reunaehdoista. Yritystietoa-osioon on koottu tietoa yritystoiminnasta ja linkkejä yritystiedon lähteisiin (Tilastokeskus, Eurostat, Patentti- ja rekisterihallitus, verohallinto).

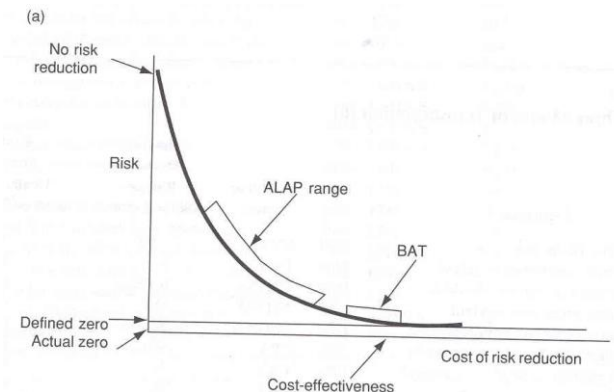
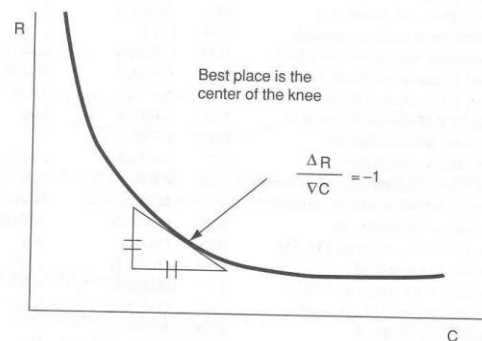
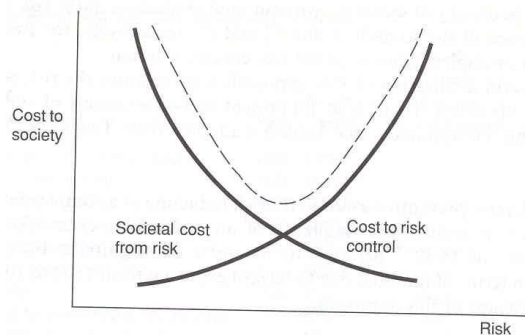
Yritysvaikutusten yhtenä menetelmänä voidaan myös käyttää yrityspaneelia, sähköisesti toteuttavaa kyselyä määritellyille kohdeyrityksille. Yrityspaneelia voidaan käyttää esimerkiksi säädöshankkeiden esiselvityksen tietolähteenä tai jo vireillä olevassa hankkeessa eri vaihtoehtojen testaamiseksi.

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus,  
Kiander: Lainsäädännön yritysvaikutukset ja

- > [Asiasanahaku](#)
- > [Henkilöstöhaku](#)
- > [Sivukartta](#)
- > [Yhteystiedot](#)
- > [Palaute](#)
- > [Käyttöohje](#)

# Kustannustehokkuusanalyysi

- Engl. cost-effectiveness analysis (CEA)
  - Riskit ja riskienhallintatoimenpiteet aiheuttavat kustannuksia
    - » Riskien lähes täydellinen eliminointi erittäin kallista
    - » Toisaalta suuret riskit voivat johtaa suuriin tappioihin
  - Kustannustehokkuusanalyysissä haetaan riskien-hallintatasoa, joka minimoi kokonaiskustannukset



- BAT = Best Available Technology
- ALAP = As Low As Practicable

# Riskitehokkuusanalyysi

- Engl. risk-effectiveness analysis
  - Kuvaa, miten tehokkaasti riskienhallintatoimenpiteet alentavat riskitasoa
  - Voidaan perustaa suhdelukuun

$$RE = \frac{S}{\sum_{i=1}^n F_i C_i - \sum_{i=1}^n F'_i C'_i}$$

missä  $S$  on riskienhallintatoimenpiteen vuosittainen kustannus,  $F$  ja  $F'$  riskien esiintymistajuuudet sekä  $C$  ja  $C'$  niiden seuraamukset ennen toimenpidettä ja sen jälkeen

- Esim. teollinen tuotantolaitos
  - Ennaltaehkäisevän riskienhallintatoimenpiteen vuosikustannus \$1.5 milj. Toimenpide alentaa onnettomuusriskiä tasolta  $1 \times 10^{-5}$  kertaluokalla siten, että onnettomuudessa menehtyvien määrä alenee 1500:sta 100:aan. Onko toimenpide tehokas?

- Tehokkuusluvuksi saadaan

$$RE = \frac{\$1.5 \times 10^6}{5 \times 10^{-5} \times 1500 - 1 \times 10^{-6} \times 100} \cong \$1 \times 10^8$$

- Eli yhden hengen säästö maksaisi \$100 milj



# Esimerkkejä riskivertailuista (1/2)

Regulation	Year	Health or Safety	Baseline Mortality Risk per Million Exposed	Cost per Premature Death Averted (US\$ millions 1990)
Unvented space heater ban	1980	CPSC	1,890	0.1
Aircraft cabin fire protection standard	1985	FAA	5	0.1
Auto passive restrain/seat belt standards	1984	NHTSA	6,370	0.1
Steering column protection standard	1967	NHTSA	385	0.1
Underground construction standards	1989	OSHA-S	38,700	0.1
Trihalomethane drinking water standards	1979	EPA	420	0.2
Aircraft seat cushion flammability standard	1984	FAA	11	0.4
Alcohol and drug control standard	1985	FRA	81	0.4
Auto fuel-system integrity standard	1975	NHTSA	343	0.4
Standards for servicing auto wheel rims	1984	OSHA-S	630	0.4
Aircraft floor emergency lighting standards	1984	FAA	2	0.6
Concrete and masonry construction standards	1988	OSHA-S	630	0.6
Crane-suspended personnel platform standard	1988	OSHA-S	81,000	0.7
Passive restraints for trucks and buses	1989	NHTSA	6,370	0.7
Side-impact standards for autos (dynamic)	1990	NHTSA	NA	0.8
Children's sleepwear flammability ban	1973	CPSC	29	0.8
Auto side door support standards	1970	NHTSA	2,520	0.8
Low-altitude windshear equipment and training	1988	FAA	NA	1.3
Electrical equipment standards (metal mines)	1970	MSHA	NA	1.4
Trenching and excavation standards	1989	OSHA-S	14,310	1.5
Traffic alert and collision avoidance (TCAS)	1988	FAA	NA	1.5
Hazard communication standard	1983	OSHA-S	1,800	1.6
Side-impact standards for trucks and MPVs	1989	NHSTA	NA	2.2
Gain dust explosion prevention standards	1987	OSHA-S	9,450	2.8
Rear lap/shoulder belts for autos	1989	NHSTA	NA	3.2
Standards for radio nuclides in uranium mines	1984	EPA	6,300	3.4
Benzene NESHAP (original: fugitive emissions)	1984	EPA	1,470	3.4
Ethylene dibromide drinking water standards	1991	EPA	NA	5.7

## Esimerkkejä riskivertailuista (2/2)

Regulation	Year	Health or Safety	Baseline Mortality Risk per Million Exposed	Cost per Premature Death Averted (US\$ millions 1990)
Benzene NESHAP (revised: coke by-products)	1988	EPA	NA	6.1
Asbestos occupational exposure limit	1972	OSHA-S	3,015	8.3
Benzene occupational exposure limit	1987	OSHA-S	39,600	8.9
Electrical equipments standards (coal mines)	1970	MSHA	NA	9.2
Arsenic emission standards for glass plants	1986	EPA	2,660	13.5
Ethylene oxide occupational exposure limits	1984	OSHA-S	1,980	20.5
Arsenic/copper NESHAP	1986	EPA	63,000	23.0
Hazardous waste listing for petroleum refining sludge	1990	EPA	210	27.6
Cover/move uranium mil tailings (inactive sites)	1983	EPA	30,100	31.7
Benzene NESHAP (Revised: transfer operations)	1990	EPA	NA	32.9
Cover/move uranium mil tailings (active sites)	1983	EPA	30,100	45.0
Acrylonitrile occupational exposure limit	1978	OSHA-S	42,300	51.5
Coke ovens occupational exposure limit	1976	OSHA-S	7,200	63.5
Lockout/tagged	1989	OSHA-S	4	70.9
Asbestos occupational exposure limit	1986	OSHA-S	3,015	74.0
Arsenic occupational exposure limit	1978	OSHA-S	14,800	106.9
Asbestos ban	1989	EPA	NA	110.7
Diethylstilbestrol (DES) cattlefeed ban	1979	FDA	22	124.8
Benzene NESHAP (revised waste operation)	1990	EPA	NA	168.2
1,2-Dichloropropane drinking water standard	1991	EPA	NA	653.0
Hazardous waste land disposal ban (1st to 3rd)	1988	EPA	2	4,190.4
Municipal solid waste landfill standards (proposed)	1988	EPA	<1	19,107.0
Formaldehyde occupational exposure limit	1987	OSHA-S	31	86,201.8
Atrazine/alachlor drinking water standard	1991	EPA	NA	92,069.7
Hazardous waste listing for wood preserving chemicals	1990	EPA	<1	5,700,000.0