



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Kandidaatintyön esittely: Epätäydellisen preferenssi-informaation huomioon ottavien päätöksenteon tukimenetelmien vertailu

Vilma Virasjoki

19.11.2012

Ohjaaja: DI Jouni Pousi

Valvoja: Professori Raimo P. Hämäläinen

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

Sisältö

1. Tavoitteet
2. Teoreettinen tausta
3. Tutkimusongelma
4. Tutkimusmenetelmät ja -ohjelmistot
5. Tulokset
6. Yhteenveto
7. Viitteet

Tavoitteet

- **Vertailla** päätöksenteon tukimenetelmiä, jotka ottavat huomioon epätäydelliset preferenssit
- **Tutkia** näitä hyödyntäviä ohjelmistoja

→ Painopiste käytännössä

→ Tavoitteena käsitys tutkittavien menetelmien

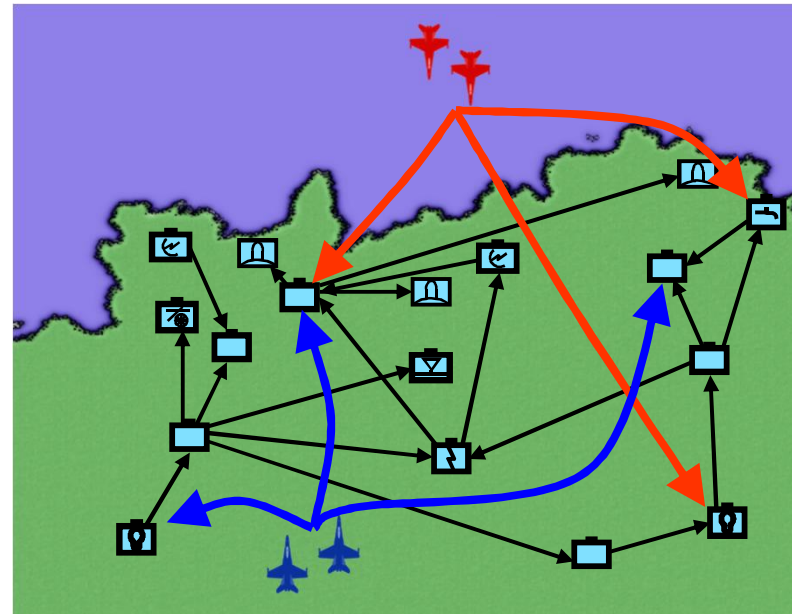
- Käytettävyydestä
- Vaatimuksista
- Tuloksista

Teoreettinen tausta

- **Päätösanalyysi** monitavoitteisen päätöksenteon tukena
 - Useita toimintavaihtoehtoja
 - Useita kriteereitä
 - Usein haastavaa määritellä **kriteerien suhteellisia tärkeyksiä**
- Epätäydellisten preferenssien mallit
- Menetelmät eivät vaadi täsmällisiä lukuja

Tutkittava päätösongelma

- **Päätösongelma**, jossa kaksi osapuolta [Pousi, 2009]
- **Päätettävä**
 - Torjuntahävittäjien sijainti
 1. Voimala 1
 2. Voimala 2 (kaasuvoimala)
 3. Kaasuputki
 4. Polttoainevarasto
 5. Tukikohta
 - Ilmataistelutaktiikka
A, B tai C



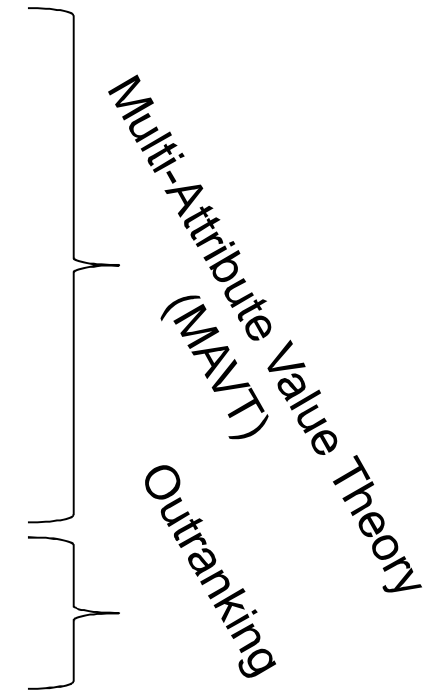
→ **15 toimintavaihtoehtoa**

Tutkittava päätösongelma

- **Kriteerit:** Maksimoidaan
 1. Punaisen tappiot (0-4 konetta)
 2. Sinisen jäljellä olevat koneet (0-4 konetta)
 3. Sähköntuotannon toimintakyky (Luku välillä 0-1)
 4. Polttoainevaraston toimintakyky (Luku välillä 0-1)
 5. Tukikohdan toimintakyky (Luku välillä 0-1)
- Toimintavaihtoehtojen seuraukset kriteereille asiantuntija-arvioista
- Päätöksentekijän preferensseistä oletettu **arviona suhteellinen tärkeysjärjestys**, jota sovelletaan menetelmien vaatimalla tavalla

Menetelmät ja -ohjelmistot

- 1. SWING** [von Winterfeldt & Edwards, 1986]
 - Ohjelmisto: Web-HIPRE
- 2. PRIME** [Salo & Hämäläinen, 2001]
 - Ohjelmisto: PRIME Decisions
- 3. Even swaps** [Hammond, Keeney & Raiffa, 1998]
 - Ohjelmisto: Smart-Swaps
- 4. PROMETHEE I & II** [Brans & Mareschal, 2005]
 - Ohjelmisto: Visual PROMETHEE



Tulokset: Preferenssi-informaatio

MAVT: $V(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x_i)$ Outranking: $\pi(x,y) = \sum_{j=1}^k P_j(x,y) w_j$

 = epätäydelliset preferenssit	Kriteerit	Kriteerien välinen	
SWING / Web-HIPRE	1. Arvofunktiot graafisesti, tai 2. Suora pisteytys	Suhteellinen pisteyttäminen lukuarvoin, 0-100 p	MAVT
PRIME / PRIME Decisions	Tasojen asettaminen 1. Ordinaalijärjestykseen, tai 2. Kardinaalijärjestykseen, ylä- ja alarajoineen	Suhteellinen pisteyttäminen lukuarvoin, 0-100p intervalleina	
Even swaps / Smart-Swaps	Vaihtokauppojen tekeminen (preferenssiohjelmointi)	Vaihtokauppojen tekeminen (preferenssiohjelmointi)	
PROMETHEE I & II / Visual PROMETHEE	Parivertailut preferenssifunktioiden avulla	Suhteellinen pisteyttäminen vapain lukuarvoin	Outranking

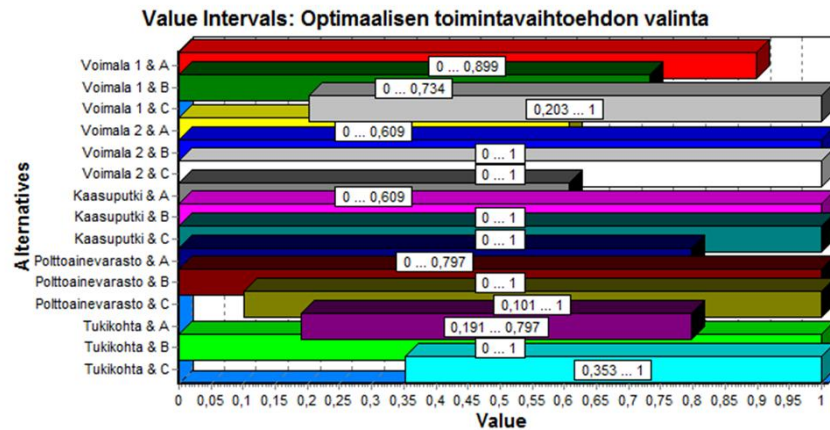
Tulokset: Web-HIPRE

→ Kardinaalinen paremmuusjärjestys

	1.	2.	3.	4.	5.
Toimintavaihtoehto	TK & C	V1 & C	TK & B	V2 & C	KP & C
Punaisen tappiot	0.092	0.012	0.043	0.018	0.018
Sinisiä jäljellä	0.054	0.185	0.108	0.162	0.162
Sähköntuotanto	0.135	0.246	0.108	0.234	0.234
Tukikohta	0.308	0.167	0.295	0.124	0.124
Polttoainevarasto	0.084	0.043	0.076	0.043	0.043
Kokonaispistemäärä	0.673	0.653	0.629	0.581	0.581

Tulokset: PRIME Decisions

1. Vaihtoehtojen arvojen mahdolliset vaihteluvälit
2. Dominanssirelaatiot vaihtoehtojen välillä
3. Neljän eri päätöksentekosäännön tulokset



	Maximax	Maximin	Central Values	Minimax Regret	Possible Loss
Voimala 1 & A					0,941
Voimala 1 & B					1,000
Voimala 1 & C	✓				0,594
Voimala 2 & A					1,000
Voimala 2 & B					1,000
Voimala 2 & C					0,831
Kaasuputki & A					1,000
Kaasuputki & B					1,000
Kaasuputki & C					0,831
Polttoainevarasto & A					0,831
Polttoainevarasto & B	✓				0,809
Polttoainevarasto & C	✓				0,597
Tukikohta & A					0,809
Tukikohta & B	✓				0,809
Tukikohta & C		✓	✓	✓	0,523

Tulokset: Smart-Swaps

→ Paras toimintavaihtoehto sekä tämän dominanssit muihin

Voimala 1 & A	3.4	1.4	0.66	0.4	0.6	Prac. Dom.
Voimala 1 & B	1	1	0.93	0.57	0.74	Dominated
Voimala 1 & C	1.4	3.4	1	0.61	0.78	
Voimala 2 & A	3.1	1.6	0.61	0.4	0.5	Dominated
Voimala 2 & B	1.2	1.2	0.89	0.57	0.66	Dominated
Voimala 2 & C	1.6	3.1	0.96	0.61	0.71	
Kaasuputki & A	3.1	1.6	0.61	0.4	0.5	Dominated
Kaasuputki & B	1.2	1.2	0.89	0.57	0.66	Dominated
Kaasuputki & C	1.6	3.1	0.96	0.61	0.71	Dominated
Polttoainevarasto	1.7	2.8	0.2	0.89	0.69	
Polttoainevarasto	2	2	0.55	0.98	0.82	
Polttoainevarasto	2.8	1.7	0.64	1	0.85	
Tukikohta & A	1.7	4	0.2	0.65	0.88	
Tukikohta & B	2.4	2.4	0.55	0.77	0.98	
Tukikohta & C	4	1.7	0.64	0.81	1	

Tulokset: Visual PROMETHEE

1. PROMETHEE I: Positiivinen ja negatiivinen outranking-virtaus
2. PROMETHEE II: Toimintavaihtoehtojen kardinaalijärjestys

	action	Phi	Phi+	Phi-
1	V1 & C	0,4174	0,6138	0,1964
2	TK & C	0,3728	0,5915	0,2188
3	TK & B	0,3170	0,5848	0,2679
4	V2 & C	0,2634	0,4978	0,2344
5	KP & C	0,2634	0,4978	0,2344
6	PV & C	0,2500	0,5089	0,2589
7	TK & A	0,1451	0,4978	0,3527
8	PV & B	0,0938	0,4330	0,3393
9	V1 & B	-0,1205	0,3214	0,4420
10	PV & A	-0,1563	0,3036	0,4598
11	V2 & B	-0,2634	0,2545	0,5179
12	KP & B	-0,2634	0,2545	0,5179
13	V1 & A	-0,4085	0,1897	0,5982
14	V2 & A	-0,4554	0,1496	0,6049
15	KP & A	-0,4554	0,1496	0,6049

Päätösongelman tulokset

- Web-HIPRE → **Tukikohta & C**
- PRIME Decisions → **Tukikohta & C**
- Smart-Swaps → **Voimala 1 & C**
- Visual PROMETHEE → **Voimala 1 & C**

- Epätäydellisen preferenssi-informaation käyttö vaikuttaa tuloksiin, kun vaihtoehdot lähellä toisiaan

→ **Oleellista tukea päätöksentekoon**

Tulokset: Johtopäätöksiä

- Preferenssi-informaation soveltaminen
 - Smart-Swaps yksinkertaisin? → Prosessi ei läpinäkyvä
 - SWING & PRIME Decisions: Selkeä, mutta vaatii teoriatietoa
 - Visual PROMETHEE: Ei painotulkintaa, ymmärrys funktioista
- Tekniset ominaisuudet
 - Laskenta-aika riippuu ohjelmistosta ja dominanssirakenteista
- Ymmärrettävyys ja käytettävyys
 - Smart-Swaps: Kriteeritasojen tuominen ulkoisesta lähteestä?
 - PRIME Decisions, (Smart-Swaps): Liian pitkälinen prosessi?

Yhteenveto

- Epätäydellisen preferenssi-informaatio oleellista tukea päätöksentekoon
- Tutkittujen menetelmien erot
 - Preferenssien epätäydellisyys
 - Preferenssi-informaation ja tulosten muoto muoto
 - Käyttöliittymä
 - Tekniset ominaisuudet
 - Ymmärrettävyys ja uskottavuus päätöksentekijän kannalta

→ **Menetelmä tutkimustilanteen mukaan**

Viitteet

- Brans J.P., Mareschal B., PROMETHEE Methods, in Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (eds.), Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, 2005, pp. 163 - 196.
- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H., Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions, 1998
- Pousi J., Decision Analytical Approach to Effects-Based Operations, 2009
- Salo, A., Hämäläinen, R.P., Preference Ratios in Multiattribute Evaluation (PRIME) – Elicitation and Decision Procedures Under Incomplete Information, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part A: Systems and Humans 31(6), 2001
- von Winterfeldt, D., Edwards, W., Decision Analysis and Behavioral Research, Cambridge University Press, 1986
- Web-HIPRE: Global Decision Support: <http://www.hipre.hut.fi/> (12.10.2012)
- PRIME Decisions: <http://www.sal.tkk.fi/en/resources/downloadables/prime> (12.10.2012)
- SMART-SWAPS: Smart Choices with the Even Swaps Method: <http://www.smart-swaps.hut.fi/> (12.10.2012)
- PROMETHEE-GAIA: <http://www.promethee-gaia.net/> (12.10.2012)