

Päätöksenteko ja tulevaisuus

Päätösanalyttinen näkökulma
epävarmuuksien hallintaan



Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu

Juuso Liesiö

5.1.2019

Tulevaisuus on epävarma

Lämpeneekö ilmasto yli 5 astetta?

Kasvaako Suomen talous tänä vuonna yli 1.5%?

Valitaanko USAn presidentti toiselle kaudelle?

Heitänkö nopalla kuutosen?



Epävarmuus ja päätöksenteko

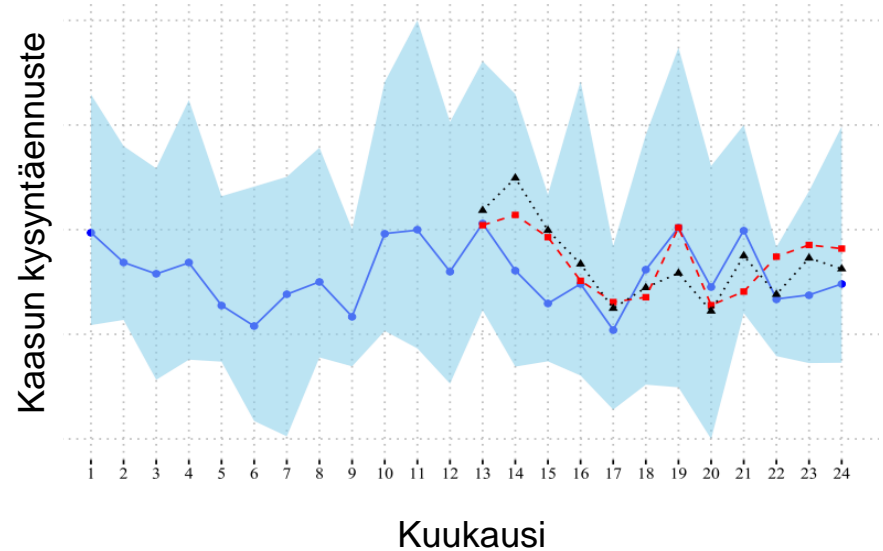
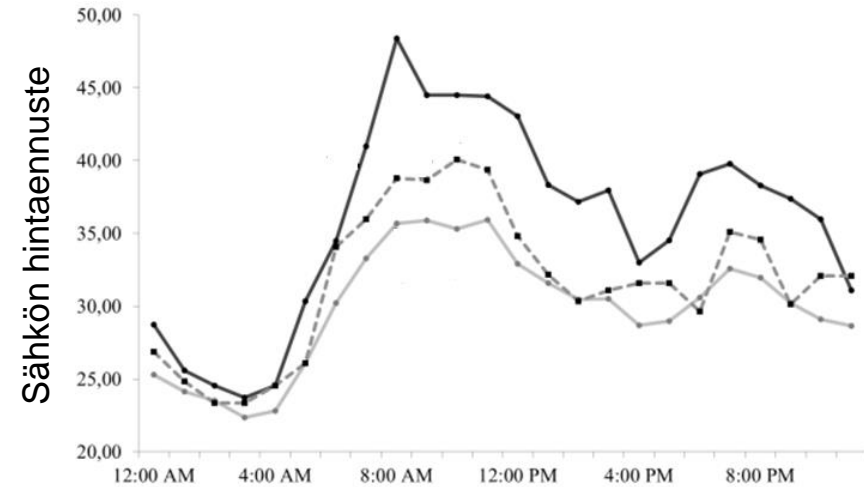
Epävarmuudet
Mitä voi tapahtua?

Arvot ja tavoitteet
Mitä haluamme?

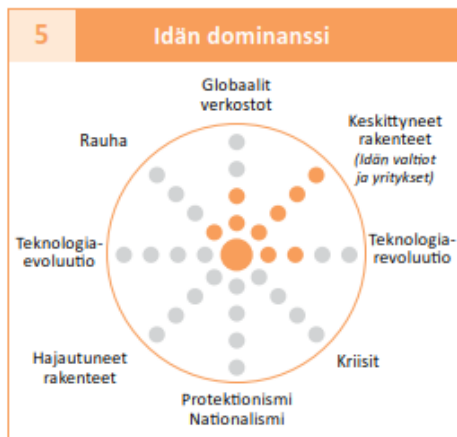
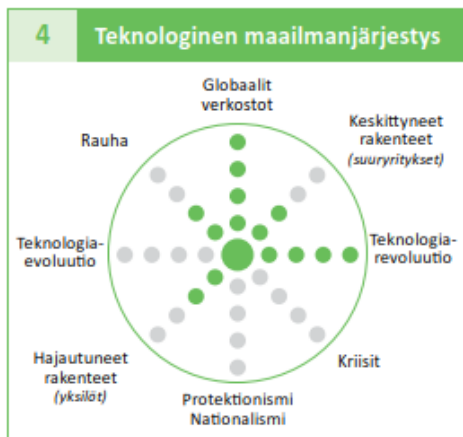
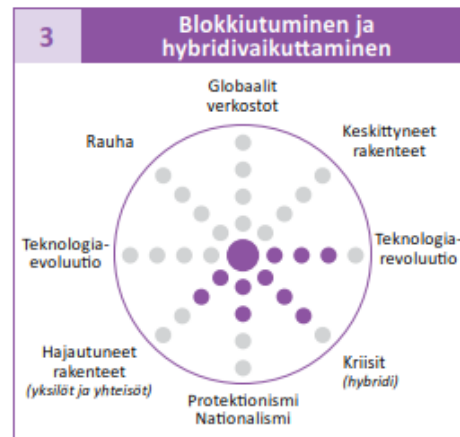
Päätösvaihtoehdot
Mitä voimme tehdä?

Päätösanalyysi:
Tavoitteiden,
päätösvaihtoehtojen ja
epävarmuuksien
matemaattinen
mallintaminen
päättösuositusten
tuottamiseksi

Epävarmuuksien kartoittaminen



Epävarmuuksien kartoittaminen



Epävarmuuksien kartoittaminen

- #3 “Rise of the consumer society in Asia”: In China and India, middle classes grow considerably and their consumer spending power exceeds that of Europe and the US combined....
- #1 “Healthy food only”: Markets for unhealthy food and drink products diminish due to consumer preferences, production regulation or taxation...
- #4 “Local food only”: Environmental regulation, high energy prices, trade wars or consumers preferring local food make it infeasible to transport products to foreign markets...
- #5 “Sustainability through new technology”: Technological change significantly increases the yield and quality of production, without damaging reputation for sustainable, ethical production...
- #7 “Ruined reputation”: Scotland’s reputation as a ‘Land of Food & Drink’ is ruined because of a health scare. Food and drink sales and, in particular, exports suffer massively...
- #2 “Basic needs”: The share of income that consumers globally can afford to spend on Food and Drink decreases due to global economic depression (c.f. 1930s)...
- #6 “Sustainability through revolution in consumption”: Sustainability is achieved through transformational change of consumption habits in western countries (grain to humans not animals)...
- #8 “Decreased natural wealth”: Scotland’s reputation as a ‘Land of Food & Drink’ is ruined because of a health scare. Food and drink sales and, in particular, exports suffer massively...

Epävarmuuksien kartoittaminen ≠ Tulevaisuuden valinta

“Developing strategies based on narrow predictions about the future is entirely the wrong mind-set for an inherently uncertain world.”

Beinhocker (1999), Robust adaptive strategies, Sloan Management Review

“If a consensus emerges around one possible future..., management will not have mitigated but instead exacerbated the problems associated with unjustified confidence about what lies ahead.”

Raynor (2007), Strategy paradox

Voidaanko tulevaisuudessa tuottaa virheettömiä ennusteita?

- + **Datan määrän kasvu**
 - + **Analytiikka/koneoppiminen/tekoäly**
 - **Systemien herkkyys alkuarvoista**
 - **Epävarmuus osa todellisuutta**
 - **Edellytyksenä ennustaa ennusteen vaikutukset**
-

Arvot ja tavoitteet

Joskus lista tavoitteista on pitkä,...

...joskus taas ei

”Maksimoi tuotot”

Perimmäiset tavoitteet ja tavoitteet, joilla pyritään niihin	
1. Alueen taloudellisen hyvinvoinnin parantaminen	
1.1 Rantojen kunnostuskustannusten vähentäminen ja maan arvon säilyminen	
1.1.1 Rantavyörymien vähentäminen	
1.1.2 Rantojen tehokas kunnossapito	
1.2 Voimatalouden toimivuuden parantaminen	
1.2.1 Sopuratkaisurakentamisen edistämisen	
1.2.2 Ohijuuksutus- ja kunnostus- ja kunnossapitotöiden edistämisen	
1.2.3 Kunnostus- ja kunnossapitotöiden edistämisen	
1.3 Muiden elinkeinojen edistämisen	
1.3.1 Matkailuelinkeinon edistämisen	
1.3.2 Ammattikalastuksen edistämisen	
1.4 Erityisten vesiosuuskuntien edistämisen	
1.4.1 Tulvavahinkon vähentämisen	
1.4.2 Patoturvallisuuden parantamisen	
2. Sosiaalisten haittojen vähentämisen	
2.1 Virkistyskäyttöolosuhteiden parantamisen	
2.1.1 Rantojen ja rantavyörymien vähentämisen	
2.1.2 Kalastusolosuhteiden parantamisen	
2.1.3 Veneilyturvallisuuden parantamisen	
2.2 Koitereelle luontaisuuksien edistämisen	
2.2.1 Hiekkarantatöiden edistämisen	
2.2.2 Rantojen eristämisen	
2.3 Terveellisen ympäristön edistämisen	
2.3.1 Ravinnosta saatavien ravintoainepitoisuuksien edistämisen	
3. Vesiluonnon tilan parantaminen	
3.1 Rantavyöhykkeen monimuotoisuuden parantaminen	
3.1.1 Rantavyöhykkeen kasvillisuuden ja eliöstön tilan parantaminen	
3.1.2 Matalien lahtien vedenlaadun parantaminen	
3.2 Eliöiden lisääntymisolosuhteiden parantaminen	
3.2.1 Kalojen lisääntymisolosuhteiden ja kalakantojen parantaminen	
3.2.2 Lintujen pesintätappioiden vähentäminen	
3.3 Häiriölle herkkien luontotyyppien ja elinympäristöjen suojeleminen	
3.3.1 Luonnonoloiltaan herkkien alueiden suojeleminen	
4. Tasavertaisuuden lisääminen säännöstelyn toteutuksessa	
4.1 Kohtuullisuuden ja avoimuuden lisääminen	
4.1.1 Selvitystyön kokonaisvaltaisuus ja avoimuus	
4.1.2 Kaikkien käyttäjäryhmien osallistaminen	
4.1.3 Paikallisen asiantuntemuksen hyödyntäminen	
4.2 Ristiriitojen vähentäminen	
4.2.1 Osapuolten välisen luottamuksen lujittaminen	
4.2.2 Ajantasaisen ja riittävän tietopohjan tuottaminen suositusten laadintaan	
5. Lainsäädäntö, ympäristöpolitiikka ja strategiset tavoitteet	
5.1 Kioton ilmastopoliittisten tavoitteiden huomioon ottaminen	
5.1.1 Uusiutuviin luonnonvarojen käyttö energian tuotannossa	
5.2 Luonnonuojelunäkökohtien huomioon ottaminen	
5.3 Vesistönsäännöstelyjen yleisen hyväksynnän parantaminen	

Päätösvaihtoehtojen luominen

Epävarmuudet

Arvot ja tavoitteet



Päätösvaihtoehdot

**Mitä voimme tehdä nyt
saavuttaaksemme tavoitteet
mahdollisimman hyvin eri
tulevaisuuksissa?**

Päätösvaihtoehtojen luominen

Joskus vaikeaa ja luovuutta vaativaa,...

1. Increase support for the creation of strong international premium brands.
2. Increase support for the development of healthy food and drink products, especially through innovation in manufacturing (e.g., healthy chocolate cake, salmon oils, nutritionally balanced meals).
- ...
19. Establish a co-operative organisation to assist small companies in taking legal action to protect their products from counterfeit, thereby assisting their growth into foreign markets.

...toisinaan taas ei

”Tuotetun sähkön määrä tulevan vuorokauden jokaiselle tunnilla”

Päätösvaihtoehtojen arviointi

Joskus vaikeaa ja paljon asiantuntija-arvioita vaativaa,...

Tulevaisuudet

#1 "Healthy food only"
 #2 "Basic needs"
 #3 "Rise of Asia"
 #4 "Local food only"
 #5 "Sust. new tech"
 #6 "Sust. consumpt"
 #7 "Ruined reputation"
 #8 "Decreased nat. w."
 #9 "Increase d nat. w."
 #10 "Liberalisation"

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
1. Creation of premium brands	6.0	4.0	7.0	1.5	4.6	4.0	5.3	1.0	4.0	6.3
2. Development of healthy products	6.3	2.5	2.0	3.0	5.8	7.0	6.3	1.0	4.0	5.3
3. More products underline Scottish origin	6.0	2.5	6.5	3.5	5.6	4.3	2.5	2.0	4.0	6.3
4. Help businesses to grow	5.0	6.0	6.5	2.0	6.2	5.7	4.0	0.0	5.0	5.8
5. Rapid policy response to trade disturbances	2.0	4.0	6.0	5.0	4.2	4.0	6.0	4.0	5.0	5.8
6. Reduce bureaucratic barriers in farming	4.7	5.5	5.0	6.5	5.8	5.7	5.0	4.0	4.0	5.5
7. Make fishery policy more responsive	4.7	2.5	2.0	3.5	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3
8. Crop, soil and animal research	6.0	5.0	3.0	5.5	6.4	6.7	6.0	5.0	2.0	4.8
9. Education on sustainability and health	4.7	3.5	1.5	4.0	4.6	4.7	5.0	3.0	3.0	3.5
10. Sustainable distribution system R&D	4.7	2.0	2.0	6.0	6.4	7.0	4.5	4.0	3.0	5.5
11. Collaboration with Energy sector	4.0	5.5	2.5	3.5	6.2	6.0	4.5	5.0	4.0	5.3
12. Collaboration with Life Sciences sector	6.0	4.0	2.5	4.5	5.4	7.0	6.0	2.0	4.0	4.5
13. Scan new international markets	5.3	3.0	6.5	1.5	5.6	6.0	5.0	3.0	3.0	5.8
14. Collective Scottish brand	4.7	4.0	7.0	2.0	5.4	6.0	1.5	2.0	3.0	5.8
15. Foreign partnership support	4.0	5.0	7.0	2.5	5.2	5.0	3.0	2.0	3.0	6.0
16. Promote licensing and franchise abroad	2.3	2.5	6.5	5.5	3.2	2.7	1.5	3.0	3.0	5.5
17. Small collaborate with Whisky	3.5	5.0	7.0	2.0	3.2	1.7	3.5	2.0	4.0	5.8
18. Currency and resource hedges	2.7	5.0	6.0	6.5	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	5.5
19. Anti-counterfeit assistance to small co.	2.7	2.5	6.0	3.0	4.4	4.7	2.5	1.0	3.0	5.0

...joskus taas ei

“Kassavirta = tuotetun sähkön määrä x sähkön hinta”

Päätösvaihtoehdot

Päätösteoria

Minkä vaihtoehdon rationaalinen päätöksentekijä valitsisi?

- Rationaalinen = noudattaa teorian oletuksia (aksiomia)
- Esim. Transitivisuus “Jos vaihtoehto X on mieluisampi kuin Y ja Y mieluisampi kuin Z , niin X mieluisampi kuin Z ”

Savage (1954): Jos päätöksentekijä noudattaa seitsemää aksiomaa niin X on mieluisampi kuin Y , jos X :n odotettu hyöty on suurempi kuin Y :n

Vaihtoehdon X tulos tulevaisuudessa s (esim. kassavirta)

$$\sum_s u(X(s))P(s) \geq \sum_s u(Y(s))P(s)$$

Käydään läpi kaikki tulevaisuudet s

Tulevaisuuden s todennäköisyys

Tuloksesta $X(s)$ saatu hyöty

Todennäköisyydet

Todennäköisyydet ovat subjektiivinen mitta epävarmuudelle

- Eri päätöksentekijöillä mahdollisesti eri arviot todennäköisyyksistä, mutta samalla mitta-asteikolla

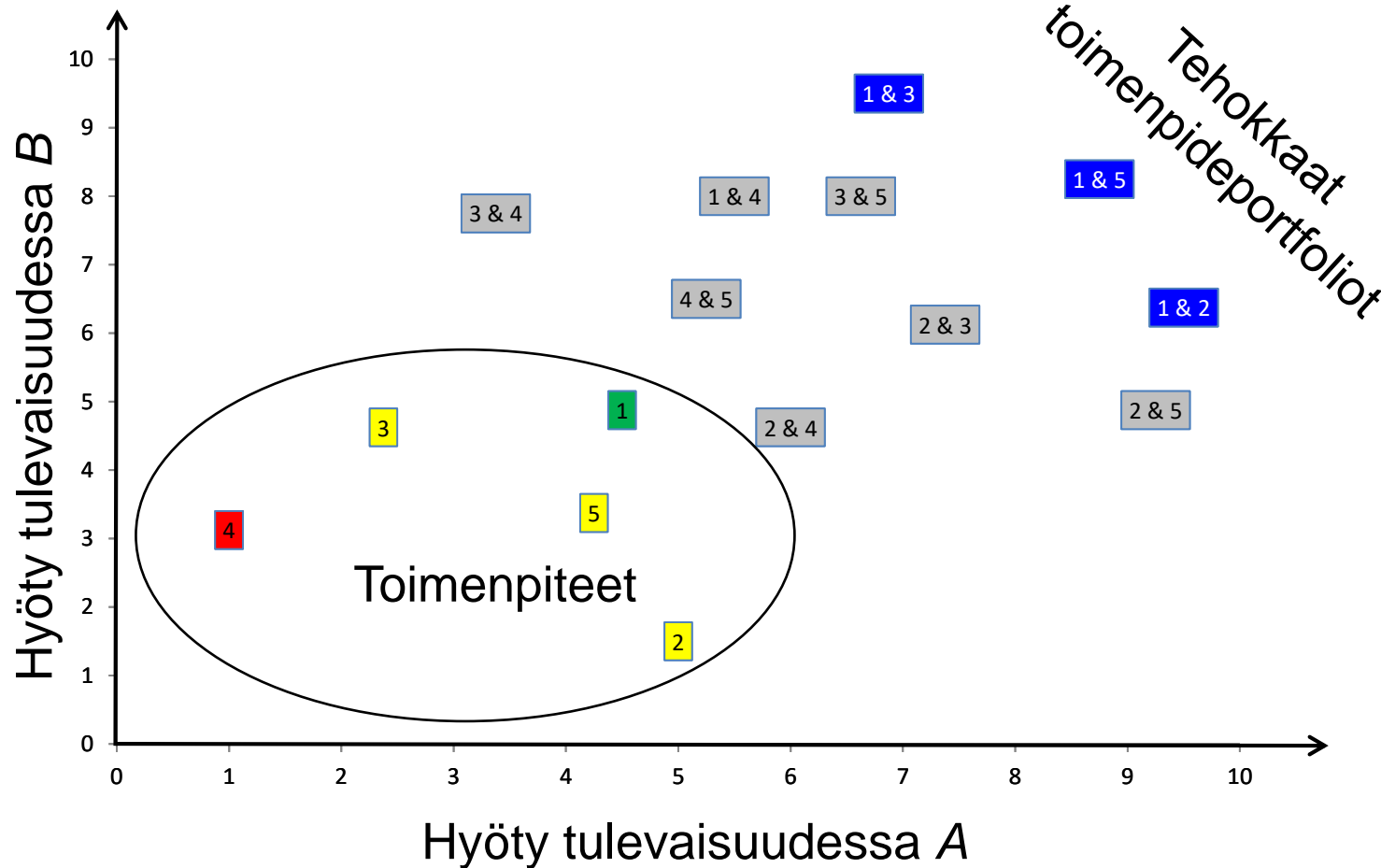


- Onko "Suomen talous kasvaa yli 1.5% vuonna 2019" todennäköisempää kuin heittää nopalla silmäluku 5 tai 6?
 - Vastaus "Kyllä" → $P(\text{"yli 1.5\%"}) > 2/6 = 33.3\%$
 - Vastaus "Ei" → $P(\text{"yli 1.5\%"}) < 2/6 = 33.3\%$

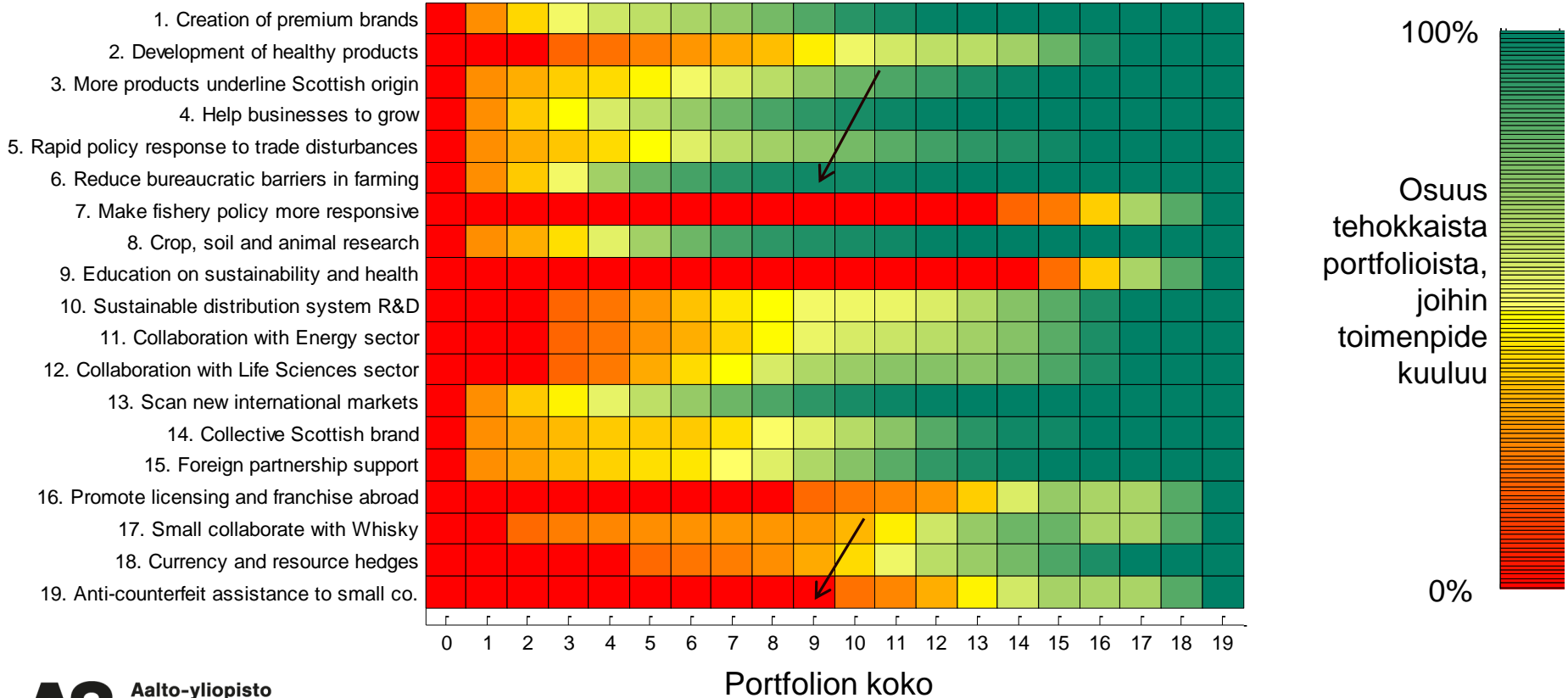
Päätössuosituksset

	A	B	C	D	E	F
1	Todennäköisyys	25 %	50 %	25 %		Odotettu
2		Tulevaisuus 1	Tulevaisuus 2	Tulevaisuus 3		hyöty
3	Vaihtoehto 1	-1	1	-1		0
4	Vaihtoehto 2	-2	-3	3		-1.25
5	Vaihtoehto 3	-3	-2	3		-1
6	Vaihtoehto 4	3	1	3		2
7	Vaihtoehto 5	-1	3	2		1.75
8	Vaihtoehto 6	-2	2	-1		0.25

Päätössuosituksukset



Päätössuosituksukset



Päätösanalyysin näkökulma

Tulevaisuuden epävarmuus ei ole itsessään huono asia, mutta se tulee ottaa huomioon päätöksenteossa

1. Mitkä ovat arvot ja niiden mukaiset tavoitteet?
 2. Mitkä ovat epävarmuudet ja mihin mahdollisiin tulevaisuuksiin ne voivat johtaa?
 3. Mitkä ovat tarjolla olevat päätösvaihtoehdot?
 4. Kuinka hyvin kukin vaihtoehto saavuttaa tavoitteet kussakin mahdollisessa tulevaisuudessa?
- Valitse vaihtoehto, joka on mahdollisimman hyvä monissa tulevaisuuksissa (\approx maksimoi odotettu hyöty)

Kirjallisuutta

- Sillanpää, V., Liesiö, J. (2018). Forecasting Retail Replenishment Orders: Value of Modelling Consumer Demand with Distributions, *International Journal of Production Research*, to appear.
- Cranmer, A., Baker, E., Liesiö, J., Salo, A. (2018). A Portfolio Model for Siting Offshore Wind Farms with Economic and Environmental Objectives, *European Journal of Operational Research*, Vol 267, pp. 304-314.
- Viikkumaa, E., Liesiö, J., Salo, A., Ilmola-Sheppard, L. (2018). Selecting a portfolio of actions with incomplete and action-dependent scenario probabilities, *European Journal of Operational Research*, Vol 266, pp. 205-220.
- Liesiö, J., Salo, A. (2012). Scenario-Based Portfolio Selection of Investment Projects with Incomplete Probability and Utility Information, *European Journal of Operational Research*, Vol. 217, pp. 162-172.
- Liesiö, J. (2011). Game Changers project: Scottish Food and Drink case study, in Casti, J., Ilmola, L., Rouvinen, P., Wilenius, M., (editors): *Extreme Events*, Taloustieto Oy.
- Marttunen, M, Mustajoki, J., Verta, O-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearvioni vuorovaikutteisessa ympäristöpäätöksenteossa, *Suomen ympäristö*.
- Liesiö, J., Mild, P., Salo, A. (2008). Robust Portfolio Modeling with Incomplete Cost Information and Project Interdependencies, *European Journal of Operational Research*, Vol. 190, pp. 679-695.
- Liesiö, J., Mild, P., Salo, A. (2007). Preference Programming for Robust Portfolio Modeling and Project Selection, *European Journal of Operational Research*, Vol. 181, pp. 1488-1505.
- Sillanpää, V, Liesiö J., Käki, A. (2018). Multi-period procurement decisions under piecewise-linear shortage costs and fixed capacity commitments.
- Käki, A., Kempainen, K., Liesiö, J. (2018). Why Do Decision-Makers Deviate from Model Recommendations? Empirical Evidence from Hydropower Industry.
- Savage, L., (1954). *Foundations of Statistics*.