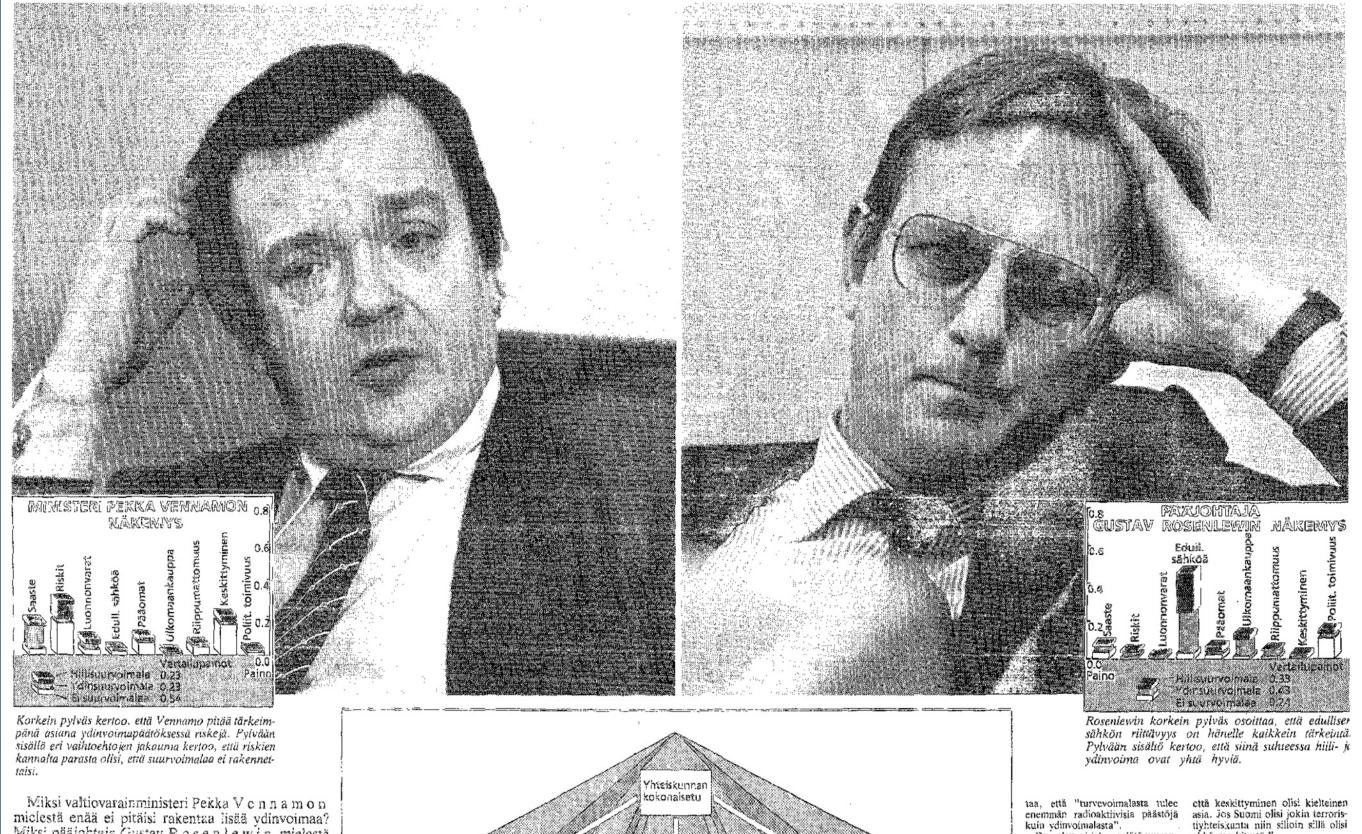
# ENERGY POLICY AND MARKET VODELING

#### Kelsingin Sanomat, perjantaina 23. marraskuuta 1984 TALOUS HS haastoi ministerin ja teoliisuusmiehen perustelemaan ydinvoimakantansa Tarvitseeko Suomi edullista sähköä?



Unialkisuu

vmcaristö

Välittömät

vaikutukset

vaikea suoralta kädekä sanoa painoarvot ja katsotaan mitkä mutta BVY:n edustajat "hauk- ret eikä lisäsuurvoimaa tarvita."

aina kahta kiveä keskenään; ta, saadaan lopulta seiville ener- Kansanedustajat olivat kaikis- useammin tärkeänä kuin kan-

vertaamalla löytyy lopulta pai-giakanta, mitä tekijöttä se pitää ta puolueista. Sen sijaan kumpi-sanedustajat, jotka taas pitävät navin ja kevein", professori Rai-sisöllään ja mitkä tekijät ovat kaan vihreiden kaksihenkisestä kriteeriä "luonnonvarojen käyt-

rusteita. Mallissa päättäjä joutuu aina Oehlandtin kanssa istutta edustajissa oli sekä suurydinvoi-Yksikään asiantuntija tai kan-vertaamaan kahta tekijää toi- uut totkijoiden ja kansanedusta- malan kannattajia että niitä, joi- sanedustaja ei päätynyt kannat-

siinsa: kumpi on tärkeämpi ja jien seutan avustuksella seitse- den mielestä uutta suurvoimalaa tamaan ydinsuurvoimalavaihto-

kuinka paljon tätkeämpi. Näin män energia-alan asjantuntijaa ei ole syytä nyt rakentaa. Ku- ehtöä vain kansantaloudellisin määräytyvät eri tekijöiden kes- ja 12 kansanedustajaa näyttö- kaan ei sen sijaan kannattanut perustein. Kaikki ydinvoiman

vertaamaan koimea vaihtoehtoa suhtoessa kuhunkin yhdeksästä hnergis-asiantuntijat olivat "Saastekysymys on tärkein ja Jos voimalapäätös tehtäisiin

aina keskenään: kumpi on kun- VIT:stä, Imatran Voimasta, soon ei hilli- eikä ydinsuurvoi- asiantuntijat ja kansanedustajat

situhannella". Rosenlew pohtii.

Terveys, turvallisuus ja ympäris-

y mpariste

päätteen ääreen ja käynyt hei- hiilismurvoimalaa,

ympäristöministeriöst?

saaste-

Luonnon

varojen

käyttö

Jos sinulla on viisi kiveä, on oon eri tekijöiden keskinäiset pyydettiin myös asiantuntija,

mikä niistä on painavin. Arvi-ointia helpottaa jos saat punnita tärkeimpien tekijöiden kannal-ja kieltäytyivät kunnjasta.

kriteeristä, jälleen kerran siten, kauppa- ja teollisuusministeriör- se puoltaa ydinvoimaa."

kin kriteerin, esimerkiksi ulko- Nesteestä ja Teknillisestä kor mala sovi ratkaisuksi,"

vaintoehto. Kuu otetaan huomi- tustavasta järjestöstä EVYisik yein-einta on edullisinta."

Hillivoimalakin olisi Rosenlewin

Onnettomu

ajan riskit

idet ja pitkar

Politiikan

toimivuu

"Ydinvoiman riskit ovat suu

Asiantuntijat pitivät kriteeriä

kannattajat pitivät sitä myös ym-

vain poliittiset tekijät huo-

yhtä mieltä: Paras vaihtoehto

Luornonvarojen käyttö ej Ven

nemon miclestä liity voimalaratkai-

suun. Luonnonvarat hän haluaa

jöiden joukosta. "Luornonvarojen

pois päätökseen vaikuttavien teki

käytön kannalta vaihtoehtoien ver-

tailu on kaiken kaikkiaan hanka-

Terveys, turvallisuus ja ympäris-

Terveyteen, turvallisuuteen ja

vmpäristöön liittyvistä seikoista

Roscolewille ovat tärkeimpiä väis-

tämättömät saastevaikutukset. Toi-

kittymisen

voimalapäätöstä tchtäessä vähem-

poliittiset tekijät.

"edullista sähköä riittäväst:

kuin asiantuntijat.

tilppu-

matiomuu

Keskitty minen

edustajaryhmästä ei ehtinyl mal- tö" selvästi useamnin tärkeänä

Mallin avalia löytyi neljä pe- päristötekijöiden suhteen par-

"Laajasta näkökulmasta kat- mioonottaen, olivat lähes kaikki

"Sähkeä tarvitaan lisää ja olisi, että ei rakennettaisi suur-

voimalaa.

Kansan

talous

Ulkomaar kauppa

Paaomien

sitoutuminen

inansa energiapäätösmallin pe- Raimo Hämäläinen on yhdes- lia kokeila.

Sen jäikeen päättäjä joutuu, dän kanssaan mailin läpi.

maankaupan kannalia, parempi keakoulusta. Ydinvoimaa vas-

metsäteollisuuden varassa ja siinä varteenotettava vaihtoehto "kun

Eduilista sänköä riittävästi

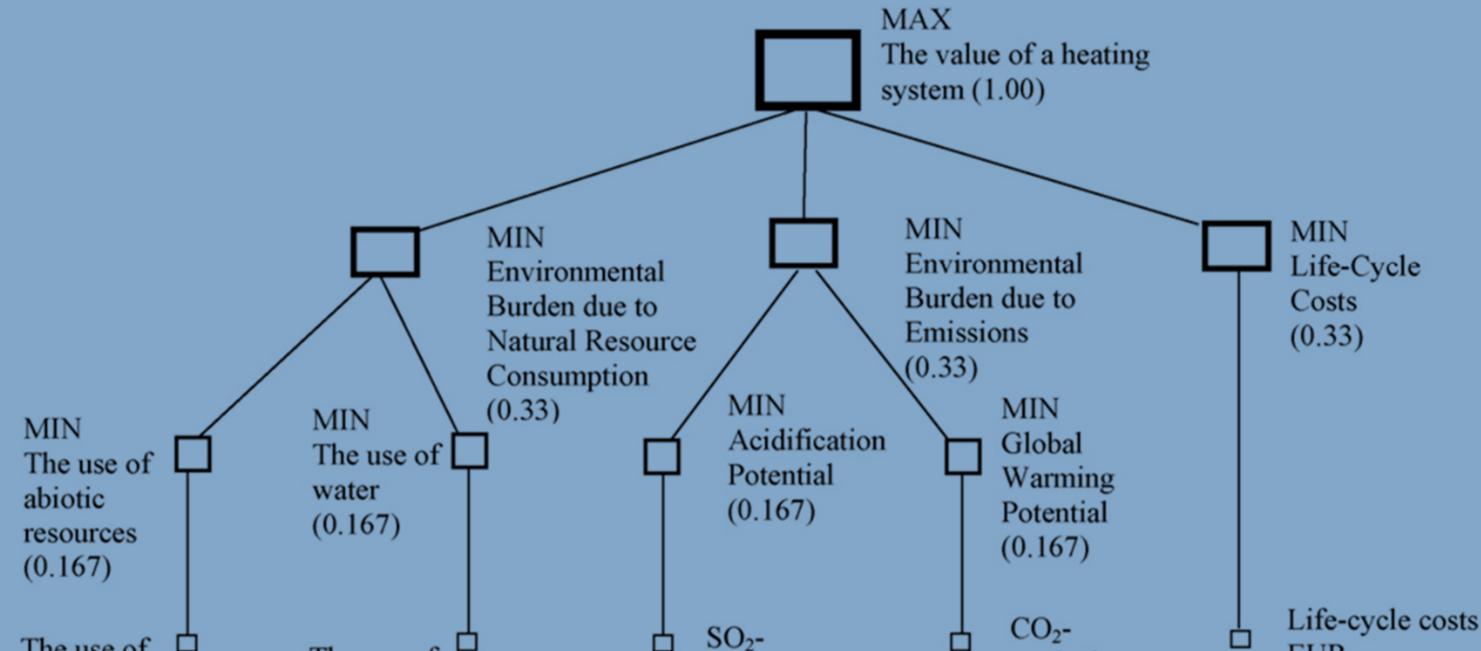
mo P. Hämäläinen kuvaa laati- tärkeimpiä.

kinäiset painoarvot.

että kanta vaihtoentoa verrataan tä

## decision support

political decision support, structuring, learning, communication policy decisions in the parliament multiple criteria: environment, costs, risks...



Miksi valtiovarainministeri Pekka V c n n a m o n miclestä enää ei pitäisi rakentaa lisää ydinvoimaa? Miksi pääjohtaja Gustav R o s e n ł e w i n mielestä olisi rakennettava vielä viideskin ydinvoimala? Helsingin Sanomat haastoi ydinvoimalaa vastusta-van Pekka Vennamon ja yöinvoimaa kannattavan Gustav Rosenlewin perustelemaan mielipiteensä Teknillisen korkeakoulun systeemianalyysin labora-toriossa rakennetun päätöksentekomallin avulla. Sekä Pekka Vennamon että Gus- Autossa matkalla Otaniemeen

Rosenlewin kannat kiertyvät Rosenlew vakuuttaa, ettei hän ole opulta siihen, onko edullinen säh- lyöny: lukkoon kanteansa ydinvoikö tärkeä asia. maan. "Jos kuvittelitte saaneenne "Edullisen sähkön turvin Suomi matkaan ydinvoiman vannoutuon rakennettu ja jos halusmme neen kannattajan, olette erehtymaksaa lakisääteisiä eläkkkeitä neet. Pitää ensin selvittää, miten vuonna 2000, se edellyttää, että paljon energiaa mlevaisuudessa kansarteleus kasvaa keskimäärin tarvitaan. tolmen prosentin vuosivauhdilla. Pekka Vennamo joutut. Nokian En tiedä, miten siihen pystymme, näyttöpäätteen eteen heti aamutuijos cmme turvaa itsellemme ener-giaa kohtuulliseen hintaan". Gossessa. Ministerillä ei ole virka-aiav Rosenlew politii. "Jatkuva rajaton halvan sähkön kaa. Siitä todistavat työpöydällä saaminen olisi teollisuudellemme puoliksi juotu Vichy-pullo jja hähelvetinmoinen onnettomuus", on täisesti poltetun koimer tupakan jäännökset tuhkakupissa. Pekka Vennamon vakaumus. "Voimalapäätös tulisi tehdä siltä Sovelletur matematiikar professorin Rainto P. Hämäläisen pohjalia, että nyt vaikutetaan olenjohdoila rakennettu malli tarjoaa naisella tavalla tulevaisuuteen. Sikpäättäjälle kolme vaihtochtoa: Rasi voimalaratkaisusta on tullut isi kennetaan ydinsuurvoimala, raken-neuaan hiilisuurvoimala tai ei raken-töstä tebdessään kuvansa tulevaiueta lainkaan suurvoimalaa vaan suudesta", Vennamo pohtii kehitetään sen sijaan muita energiamuotoja kuten kaukolämpöä, Kansantalou maakaasua sekä tehostetaan ener-Vennamo el juuri kansantalou gian säästöä ja sähkön tuontia. Malli lähree olettamuksestaa, et- dellisille perusteluille lämpene. Ne tä jähtökohtana on yhteiskunnan ovat hänestä vähemmän tärkeitä kuin terveyteen ja ympäristöön liitkokonaisetu. kokonaisetu ivvät tekijät tai poliittiset tekijät taas rakentuu mallissa kolmesta nä- Hän asettaa terveyteen, turvalli kökulmasta: kansanialoudellisisia suuteen ja ympäristöön liittyvät tekijöistä, terveyteen, turvallisuu- asiat etusijalle. "Vaikutukset niihin teen ja ympäristöön liittyvistä sei- ovat korjaamattomia", han sanoo. koista sekä kolmanneksi poliittisista Vernamon painavin kansantatekijöistä. Nämä taas on kukin loudellinen tekijä on pääomien sitoutuminen. "Meidän vhteiskunaettu koimeen näkökulmaan. Päätöksentekomallin mukaan nassamme pääomien riittävyys on voimalakantaa voidaan kansanta- huomattavasti suurempi ongelma päätöstä. Se painaa hänen vaaka- liitto tulee vähentämään öljynsä jatkosta pääteteän sisten ensi vuokuin edullisen sähkön riittävyys", kupissaan lähes yhtä paljon kuin vientiä." Vennamo sanco. Siksi ei tulisi ra- kaikki muut tekijät yhteensä. Hiilivoi loudellisesti perustella kolmella te- kuin ccullisen sähkön riittävyys", kijäilä: edullisen sähkön riittävyys, kentaa minkäänlaista suurvoima- "Kyllä maamme vieläkin makaa mielestä ulkomaankaupan kannalta omaankauppavaikutukset ja pääomien sitoutuminen. Edullisen sähkön silttävyys on taas energian osuus tuotantekus- sais nuo puolalaiset ostaankin jota-Terveys-, turvallisuus- ja ympäperuste, joka saa Vennamon ka- tenmuksista on ollut jopa nouseva. kin." ristötekijät on jaettu juonnonvaro-

jen käyttöön, väistämättömiin saas tevaikutuksiin sekä onnettomiukstin ja pitkän alan riskelhin. Kansallinen riippummatiomuus keskittyninen ja politiikan toimivuus ovat päätöksentekomallin po- korvaavia energiamuotoja. Ulkomaankauppa ei Vennamon hyviä kumpikin. hittisia teknonta.

Alkutilanne nin järjestämää seminaaria, jossa ongelmia.

omistamarsa kehitysyhtiön Manco- malan rakentamista.

kein vähäisin. Toisaalta se oli toi- maksi vaihtoehdoksi nm, siksi, et- niit sidonme liikua voimavaroja. Gustav Rosenlew haettiin testiin nen niistä tekijöistä, jotka Venna- tä ulkomaankaupan kennalta hä- Tällä vuosituhannella tarvitaan iimalan rakentamista. Edullisen sähkön riittävyys on "Tähän ei sisälly kantaa siihen, ainoa ydinvoimavaihtochto?" pohditulin yritysostoihin liittyviä Gustav Rosenlewille kaikkein tär-mistä voimala ostettaisiin. On kui-"Minusta todennäköinen vaihtokein tekijä kun tehdään voimala- tenkin muistettava, että Neuvosto- einto on, että nyt 500 megawattia ja Vennamo kannattaisi ydinvoimaa. ovat yhtä hyviä. Tosin hän muistut-

to painavat Vennamoila enemmän vahtamaan. Häner mukaansa kan- jotia kansantalous kasvaisi edel- Pääomier riittävyys ei Rosenlekuin kansamaloudelliset ja poliittisantaloudeilisesti sähköntuotento leen, pitäisi löytää keinoja kehittää wiä huolestuta. "Pääomia riittää set tekijät yhteensä. tulce lopulta cdullisimmaksi, jos edullista sahköä", hän sanoo. Onnettomuuksien ja pitkän ajan tö merkitsevät Gustav Rosenlewille aina. Eihän esimerkiksi yoinvoimaunohdotaan halvan sähkön ajat ja Edullisen sähkön riittävyyden lar rakemaminen halpaa ole, mut-keskkitytään kehittämään uusia kannalta ydinvoima ja hiilivoima ta onhan Eiffel-torni ja pyramiditriskien pelossa Venname ei rakenmân kuin kansantaloudelliset ja taisi minkäänlaista suurvoimalaa ovat parhaita vaihtoehtoja, yhtä kin rakennettu." Han myöntää, että turvevoimalas sakin saattaa sattua rajandyksiä voimafavaa'assa paljoa paina. Sen Lopullisessa vaakakupissa ydin- "Jos rakonnamme oikein ison, inutia "pieni onnetiornulis on piepaincarvo tietokoneajossa oli kaik- voima nousee hillivoimaa parem- tuhannen megawatin, voimalan, nempi riski kuia yksi helvetin iso". Ocnettomuuksien nelko on Vensin kuin Vennamo, här ei pidä namole kaikista vhdeksästä teki-Kalastajatorpalta kesken hänen mor mukaan puoltaisivat ydinvoi- nen mielestään ydinvoirna olisi pa- sää vain 500 megawattia. Miksi tästä tärkein. Väistämättömät saasydinvoimaa ylivoimaisesti saasteettunannen megawatin voimala olisi tevaikutukset on koimanneksi tärtomimpana vaihtoehtona, vaan kein tekijä. Jos päätös tehtäisiin ydinvoima ja vaihtoehto, että ei rakenneta lainkaan suurvoimalaa vain saastevaikutusten perusteella.

Rosenlew ei jaksa pelätä suuron- ehkä merkitystä." nettomuuksia. "Eihän me olla edes "Lähder, siitä, että ensi vuositu-maaniäristysalueella. Ydinvoima hannella Suomi on koko lailla saon alna ollut turvallista ja sen manlainen maa: terrorismi ei ole meillä orgelma ja talouskasvu jatturvaliisuus vain paranee." Myös luomonvarojen järkevä kuu." käyttö edellyttää hänen mukaansa Kasvu jatkuu, jos on edullista

ydinvoimaa, "Jos emme rakenna sänköä, Roseniew tarkoittaa. "Ei uurvoimalaa niin silloin joudutaan energian säästäminen ole teollisuutukeutumaan kotimaisiin luonnon-varoihin. Mistä me teemme poltto-Teknillisessä korkeakoulussa aincet 2000-luvun puolivälissä? Sil-1940-luvulla ja valmistuin 50-luvulloin ehkä oltaisiin tilanteessa, että la. Jo silloin opetettiin säästämistä. jouduttaisiin toteamaan, että oli. Nyt ollaan jo niin korkealla tasolla. urvetta, mutta tuli käytettyä." että lisäsäästö maksaa vhä cnem-Hake ei Rosenlewin mielestä solainkaan energian lähteeksi. "Jos halutaan pudottaa energian

kulutus vaikkapa puoleen niin se "Parempi tehda se paperiksi ja vaihtaa öliyksi.' edellyttää nelinkertaisia kustannuksia. Yhä suuremmalla panoksella saadaan yhä vähemmän.' Politiikka Rosenleville myös hiilisuurvoimala on varteenotettava vaihtoeh Poliittisista tekijõistä Vennamolon tärkein keskittyminen, to. Här ei ole aivan vakuuttunut Ydinvoima on huonoin vaihtoeh- että Keski-Luroopan happosadekao, koska silloin kaikki keskittyy tastrofi olisi aivan niin paha kuin yhden päätöksentekijän käsiin." on sanottu. Myös kansallinen rijppumatto-"Professori Kullervo Kuuse-

muus edellyttää, että ei rakenneta Ia on todennut, että Koski-Euroosuurvoimalaa. "Jos ajatellaan krii-sin sietokykyä niin riippumattomuus menee kerralia jos yksi iso helpommin." pysältyy." "Siitä voidaan lähteä, että Suo--

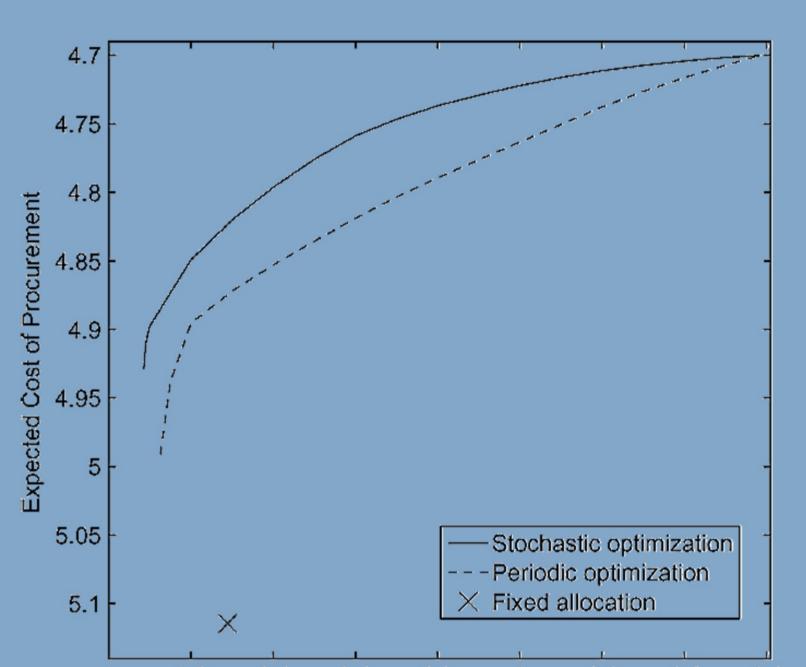
"Siitä voidoan lantea, etta Suo-"Politiikan toimivuus tarkoittaa minulle sitä, miten hyvin poliitikot kuollut. Jos Saksassa kuollutta toimivat kansalaismielipiteen mu- metsää on muutama prosentti kaan. Painotan sitä, että kansan tahto toteutuu. Tässä mielessä hel-Rosenlewille ainoa asia, jonka poin vaihtoehto on, että ci raken- vuoksi suurvoimalaa ei tulisi rakentaa, on politiikan soimivuus. Hän neta suurvoimalaa. Vennamo kyllä myöntää, että myöntää, että ydinvoimalapäätös viimeaikaiset mielipidetutkimukset saattaisi politiikan toimivuutta heikertovat voinvoiman kannallauch

Teknillisen korkeakoulun testaa määrän kasvancen. "Olisi ihme jos niin ei olisi käynyt kaiken propa- mat 12 kansanedustajaa eivät juuri politiikan toimivuuteen kiinnittä gandan ja lobbaijun jälkeen." neet huomiota; se oli heillä vähiten "Ydinvoiman kannattaiat väittäpainavia tekijöitä päätöstä tehtäesvät, että sen vastustajat toimivat tunneperäisesti. Kyllä minusta

Kun asiasta mainitsee Peki dinvoiman kannattajat ovat esittä-Vennamolle, hän havahtuu. "Siitä eet enemmän tunnoperäisiä väittulee tehdä hyvin huolestuneita teitä kun vastustaiat. Ydinvoiman johtopäätöksiä. Poliitikot viis veikamattajathan pelottelevat esimer saavat kansalaismielipiteestä." kiksi, että ellei vdinvoimaa raken-Vennamo on ilmeisen itsekriitti neta lisää, joudutaan kiipeämään nen. Hänen omassa tärkeysjärjestakaisin puuhun ja lämmittelemään tyksessään politiikan toimivuus oli nuotioiden ääressä", Vennamo satoiseksi vähäisin tekijä. Rosenlewille politiikan toimivuus oli viisi Gusrav Rosenieville tärkein poliittinen tekijä on politiikan toimi- kertaa tärkeämpää kuin Venna-

molic vuus. Toimivuuden kannalta paras vaintochto olisi, cttä ei rakennettaisi suurvoimalaa. Sen sijaan kansallisen riippumat tomuuden kannalta voinvoima olisi Teksti paras vaihtoento. Rosenlew pohtii ANTTI BLÄFIELD Ydinpolitoainetta voidaan varastoida pariks: vuodeksi. Kuvat: Kun Pekka Vennamo halusi HEIKKI KOTILAINEN poistaa päätökseen vaikuttavien te-

Piirrokset: kijöiden joukosta luonnonvarojen kävtön. Rosenlew haluaa pois kes-JUKKA HIMANEN "En ylipäätään ole varma s

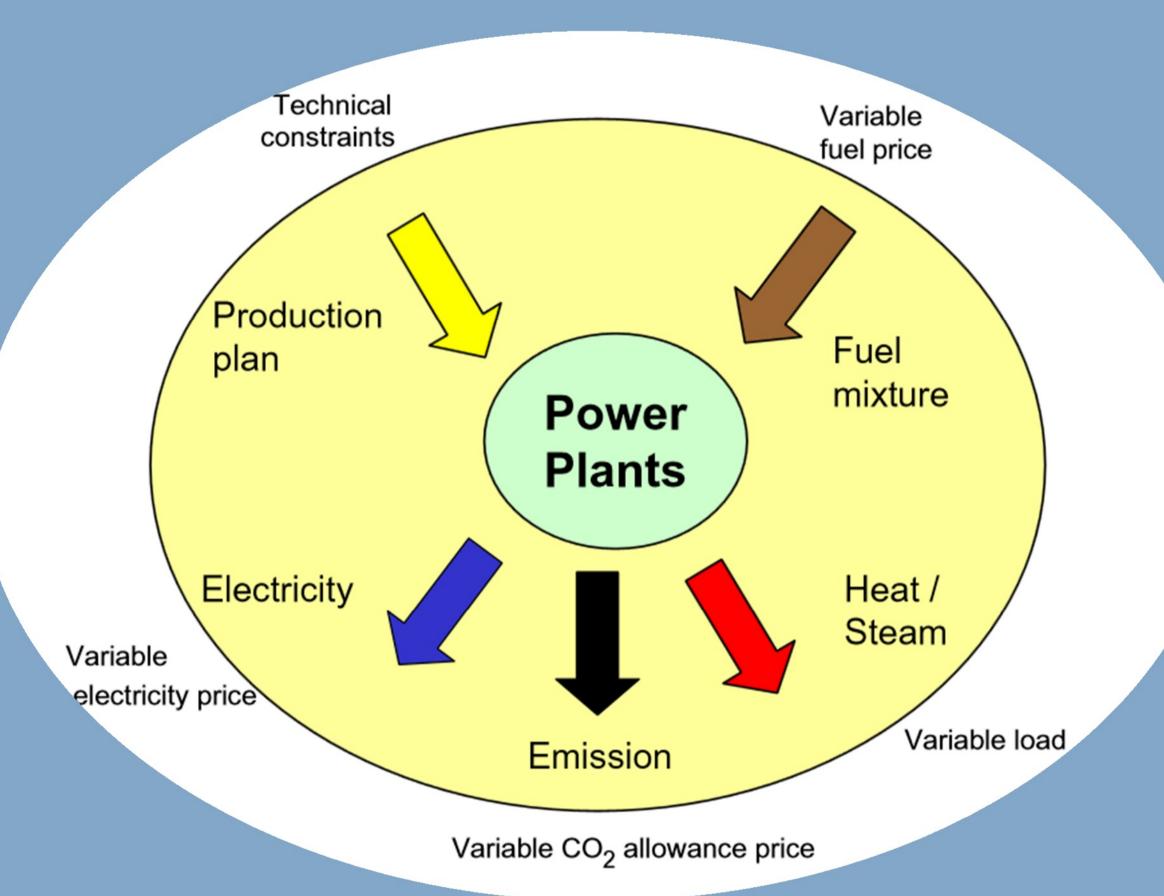


0.8 0.2 1.2 0.4 0.6 1.4 6 Weeks 95% CCFAR

optimisation of electricity retailer's contract portfolio subject to risk preferences

### investment dyna and market equi

real options and game the investments partially or completely irreversible strategic interactions between players



The use of  $\Box$ The use of abiotic water resources kg/gross-m<sup>2</sup>,a kg/gross-m<sup>2</sup>,a

equivalent kg/gross-m<sup>2</sup>,a

EUR equivalent kg/gross-m<sup>2</sup>,a

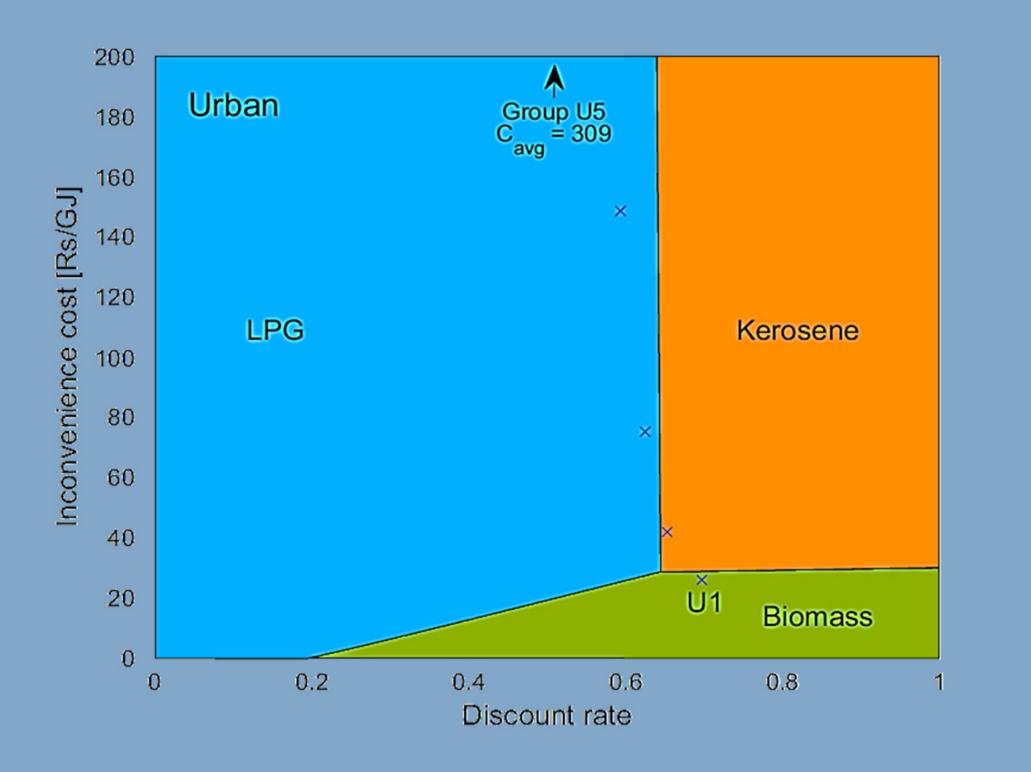
#### multi-criteria evaluation of residential energy supply systems

STRATEGIC	TACTICAL		
Time span: 15+ years investment decisions	3 years	OPERATIONAL	
	risk management <b>1 year</b> budgeting, revisions	<ul> <li>1 month</li> <li>financial optimisation</li> <li>1 week</li> <li>procurement planning</li> </ul>	
dynamics equilibrium ame theory		<ul> <li>1-3 days</li> <li>optimisation</li> <li>1 min</li> <li>regulation power</li> </ul>	

decision making levels and time span in energy industry

# production planning and hedging

uncertainty in the production process models of the forward curve dynamics electricity porfolio selection



determinants of household energy consumption in India: technology choice for a cost minimisation problem

business environment in energy planning

## renewable energy

establishment of future targets management of production variability non-cooperative games of perfect and imperfect competition in deregulated and restructured energy markets

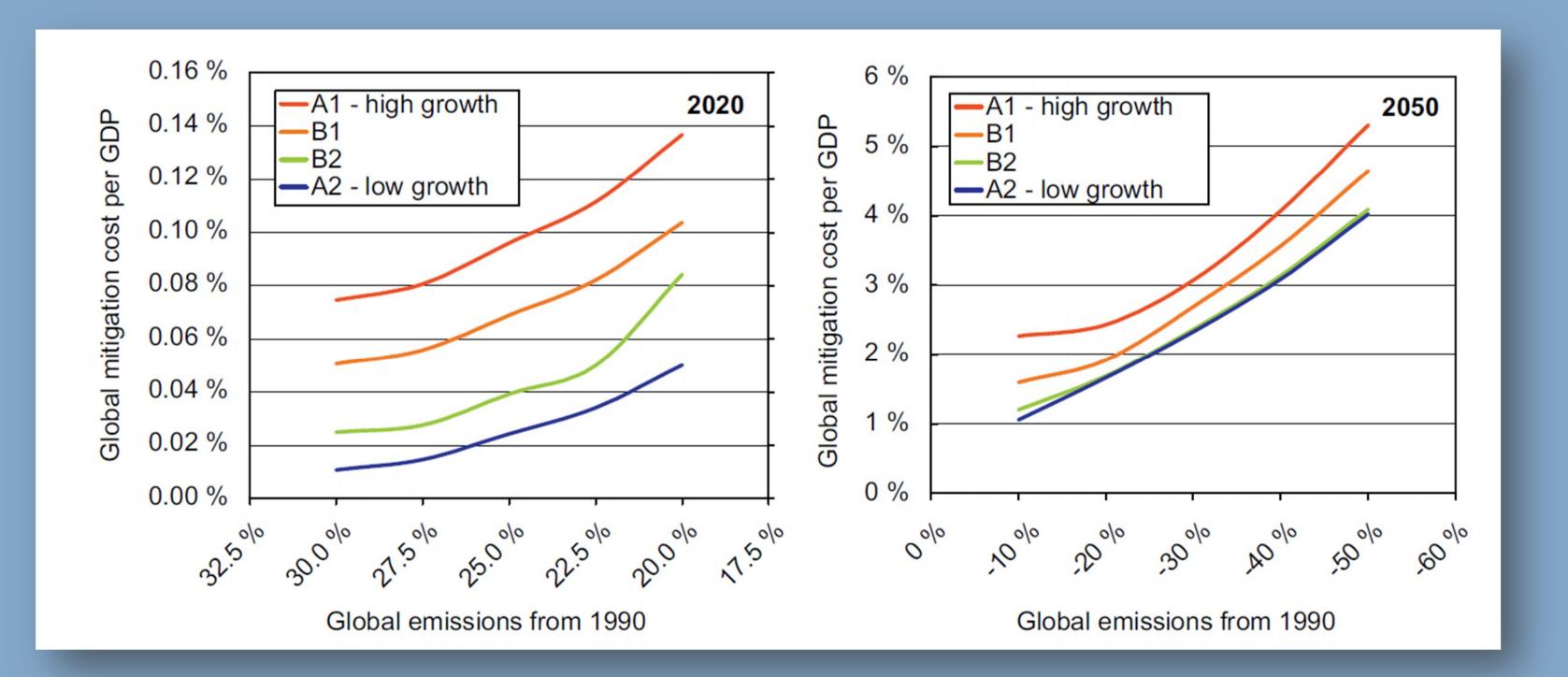
complementarity

modelling

# emission trading

promotes production with lower CO2 emissions

affects all electricity producers



global climate change: mitigation costs per GDP in 2020 and 2050,

# selected publications

T. Rintamäki, A. Siddiqui and A. Salo: Does Renewable Energy Generation Decrease the Volatility of Electricity Prices? A Comparative Analysis of Denmark and Germany. *Manuscript*, 2014

J. Kettunen, A. Salo and D.W. Bunn: Optimization of Electricity Retailer's Contract Portfolio Subject to Risk Preferences. IEEE Tr on Power Systems, 2010 T. Ekholm, S. Soimakallio, S. Moltmann, N. Höhne, S. Syri and I. Savolainen: Effort Sharing in Ambitious, Global Climate Change Mitigation Scenarios. Energy Policy, 2010

T. Ekholm, V. Krey, S. Pachauri and K. Riahi: Determinants of Household Energy Consumption in India. Energy Policy, 2010

K. Alanne, A. Salo, A. Saari and S.I. Gustafsson: Multi-Criteria Evaluation of Residential Energy Supply Systems. Energy and Buildings, 2007

**O. Ojanen, S. Makkonen and A. Salo:** A Multi-Criteria Framework for the Selection of Risk Analysis Methods at Energy Utilities. Int J of Risk Assessment and Management, 2005

E. Näsäkkälä and S.E. Fleten: Flexibility and Technology Choice in Gas Fired Power Plant Investments. Review of Financial Economics, 2005 **P. Murto:** Exit in Duopoly under Uncertainty. *RAND Journal of Economics*, 2004

P. Murto, E. Näsäkkälä and J. Keppo: Timing of Investments in Oligopoly under Uncertainty: A Framework for Numerical Analysis. EJOR, 2004

**R.P. Hämäläinen and J. Mäntysaari:** Dynamic Multi-Objective Heating Optimization. *European Journal of Operational Research*, 2002

P-O. Pineau and R.P. Hämäläinen: A Perspective on the Restructuring of the Finnish Electricity Market. Energy Policy, 2000

M. Räsänen, J. Ruusunen and R.P. Hämäläinen: Optimal Tariff Design under Consumer Self-Selection. Energy Economics, 1997

J. Mäntysaari and R.P. Hämäläinen: Prototyping Customized DSS with a Spreadsheet Programme - The Power Agents System. J Dec Systems, 1997

**R.P. Hämäläinen:** Facts or Values - How Do Parliamentarians and Experts See Nuclear Power? *Energy Policy*, 1991

**R.P. Hämäläinen:** Computer Assisted Energy Policy Analysis in the Parliament of Finland. *Interfaces*, 1988



**Systems Analysis** Laboratory

**Aalto University**