

INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

1/2001

- Näkymiä ympäristökysymyksiin -



FORS

Suomen Operaatiotutkimusseura ry
Finnish Operations Research Society

**Suomen
Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti**

N:o 1 - 2001

Suomen Operaatiotutkimusseura ry
PL 702, 00101 Helsinki
<http://www.hkkk.fi/~fors>

**Vastaava päätoimittaja,
seuran puheenjohtaja:**

Hannele Wallenius
Teknillinen korkeakoulu
Tuotantotalous
PL 9500
02015 TKK
Puh. (09) 451 3083, 040 516 1603
Fax (09) 451 3095
E-mail: hannele.wallenius@hut.fi

**Toimituspäällikkö,
seuran sihteeri:**

Laura Salmi
Teknillinen korkeakoulu
TAI Tutkimuslaitos
PL 9500
02015 TKK
Puh. (09) 451 3947, 050 381 9781
Fax (09) 451 3665
E-mail: laura.salmi@hut.fi

Jäsenmaksun suuruus:

100 mk / vuosi
perusopiskelijat 20 mk / vuosi

Mainoshinnat:

Sivu 500 mk
Sivu / 2 eri numeroa 800 mk

Pankkiyhteys:

Leonia 800014-70360372

Painopaikka:

Picaset Oy

SISÄLTÖ

Puheenjohtajan palsta Hannele Wallenius	3
Sihteerin palsta Laura Salmi	4
FORSin johtokunta vuodelle 2001	4
Professori Seppo Salo in memoriam Markku Kallio, Pekka Korhonen, Olli Tahvonen	5
Menetelmätuki teknologian ennakoinnissa Ahti Salo	6
EJOR:n toimittamisesta Jyrki Wallenius	11
Tehokkaiden sopimusvaihto- ehtojen hajautetusta laskennasta usean osapuolen neuvotteluissa Pirja Heiskanen	12
Opinnäytetyöt	14
Professori Seppo Salon HKKK:n oppikirjatuotanto viime vuosilta	17
Tapahtumakalenteri	18

PUHEENJOHTAJAN PALSTA

Hannele Wallenius

Hyvät FORSlaiset,

Tervehdin teitä Operaatiotutkimusseuran uutena puheenjohtajana¹. Informaatioteknologian nopea kehitys luo uusia haasteita ja mahdollisuuksia alamme tutkijoille. Poikkitieteellisyys korostuu entisestään. Operaatiotutkijoiden on tulevaisuudessakin harjoitettava tiivistä keskinäistä yhteistyötä. Yhteistyö alamme ulkopuolisiin tutkijoihin ja vaikuttajiin on kuitenkin yhä tärkeämpää.

Operaatiotutkimusseuran vuoden teemaksi on valittu *ympäristö ja kestävä kehitys*. Tämän teeman puitteissa vaikuttaminen edellyttää yhteistyötä liikemaailman sekä poliittisten vaikuttajien suuntaan. Jotta löytäisimme toimivia ja merkittäviä ratkaisuja aikamme polttaviin ympäristökysymyksiin, tulee meidän pyrkiä globaaliin dialogiin. Meidän kaikkien on aika havahtua todellisuuteen ja vihdoinkin tiedostaa ympäristöongelmien uhka. Ensimmäinen edellytys yhteiskunnalliselle muutokselle kuitenkin on poliittiseen prosessiin vaikuttaminen. Kuten viime aikoina olemme kuulleet, presidentti George W. Bush on kieltäytynyt allekirjoittamasta Kioton ilmastopöytäkirjasta. Onnistunut operaatiotutkimus voisi osaltaan edistää myös tätä päämäärää. Operaatiotutkimuksella voitaisiin toivottavasti vakuuttaa päättäjät siitä, että kustannustehokkuuden ja ympäristöystävällisyyden ei tarvitse aina olla ristiriitaisia tavoitteita. Alkuperäinen ympäristöystävällinen malli voi pitkällä tähtäimellä osoittautua edullisemmaksi kuin kustannustehokas vaihtoehto, johon täytyy lisätä ulkoisen haitan "siivoamisesta" aiheutuvat kustannukset.

Uskon, että operaatiotutkimuksella on paljon annettavaa myös ympäristökysymyksien ratkaisemiseen -- nyt meidän on saatava alamme ulkopuoliset toimijat vakuuttuneiksi tästä. Operaatiotutkimuksen näkyvämpi profiili ei edistäisi ainoastaan alamme, vaan toivon mukaan loisi ympäristöystävällisempiä, mutta samalla myös tehokkaampia ratkaisuja käytännön ongelmiin.

Tämän vuoden FORS-iltapäivässä ja FORS-päivässä yritämme valottaa sitä, miten operaatiotutkimusta voidaan hyödyntää erilaisten ympäristöongelmien mallintamisessa ja ympäristöpäätöksenteon tukemisessa.

Parhain terveisin,

Hannele

¹ Niille, jota eivät tunne minua, kerrottakoon, että toimin Teknillisen korkeakoulun Tuotantotalouden osaston taloustieteen professorina. Tutkimusalanani on päätöksenteon ja neuvottelujen tukeminen. Viimeiset kolme vuotta tutkimukseni päämielenkiintona on ollut sähköiset markkinat ja huutokaupat (ks. mm. INFORS 1/2000).

SIHTEERIN PALSTA

Laura Salmi

Hyvät seuran jäsenet,

Toivotan kaikille oikein hyvää alkanutta vuotta, jonka seuramme viettää vaihteeksi ympäristöasioiden parissa. Aihe on aina ajankohtainen ja tarjoaa pureskeltavaa myös operaatiotutkijoille. Myös tässä lehdessä esitellään tutkimusta jota on sovellettu ympäristökysymyksiin.

Vuoden vaihde toi mukanaan muutoksia myös seuran johtokuntaan. Tämän palstan alta voitte lukea uuden johtokunnan kokoonpanon.

Koska tehtäväni on huolehtia seuran käytännön asioiden sujumisesta ja tiedon kulkemisesta jäsenille, haluaisin muistuttaa teitä siitä, että ilmoittaisitte minulle mikäli osoitteenne, sähköpostiosoitteenne tai työpaikkanne muuttuu. Työpaikka siksi, että osa on antanut työosoitteensa osoitteeksi johon haluaa seuran postin. Jäsenrekisterissä on paljon vanhentuneita tietoja enkä ole onnistunut tavoittamaan kaikkia näitä henkilöitä. He tuskin lukevat tätäkään, mutta toivon, ettei vastaisuudessa kenekään tarvitse vasten tahtoaan tippua pois postituslistoilta.

Keväisin terveisin,

Laura

FORSIN JOHTOKUNTA VUODELLE 2001

puheenjohtaja
taloudenhoitaja
jäsenet

Hannele Wallenius
Leena Tanner
Mari Hjelt (varapj.)
Ahti Salo
Jukka Ruusunen
Mikko Syrjänen
Ilkka Haapalinna
Eemeli Kuumola
Tomi Seppälä
Tuula Kinnunen
Kaisa Miettinen
Markku Verkama

hannele.wallenius@hut.fi
tanner@hkkk.fi
mari.hjelt@gaia.fi
ahti.salo@hut.fi
jukka.ruusunen@fortum.com
msyrjane@hkkk.fi
ihaa@hkkk.fi
ekuumola@cc.hut.fi
seppala@hkkk.fi
tuula.kinnunen@posti.fi
miettine@math.jyu.fi
markku.verkama@nokia.com

varajäsenet

PROFESSORI SEPPO SALO IN MEMORIAM

Markku Kallio, Pekka Korhonen, Olli Tahvonen

Helsingin kauppakorkeakoulun matematiikan professorina 25 vuotta työskennellyt Seppo Salo kuoli yllättävän sairauden murtamana Espoossa 22. helmikuuta. Hän oli 54-vuotias, syntynyt Eurassa 19. heinäkuuta 1946. Seppo Salo valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan osastolta 1970 ja väitteli tekniikan tohtoriksi ydinreaktoritekniikan optimiohjausteoreettisella tutkimuksellaan Teknillisessä korkeakoulussa 1971. Tohtorin tutkintoa seurasi sovelletun matematiikan opetus- ja tutkimustehtävät Teknillisessä korkeakoulussa, missä hän sittemmin myös toimi dosenttina.

Helsingin kauppakorkeakouluun Seppo Salo nimitettiin 29-vuotiaana talousmatematiikan professoriksi vuoden 1976 alusta lukien. Hän työskenteli vierailevana tutkijana Berkeleyn yliopistossa Kaliforniassa vuosina 1976-77 sekä IIASA:ssa (International Institute for Applied Systems Analysis) Itävallassa kesäisin vuosina 1982-85. Professori Salo oli Teknillisten Tieteiden Akatemian jäsen.

Professori Salo oli häikäisevä tutkijalahjakkuus, innostava ja arvostettu tutkimusohjaaja sekä vaativa, pidetty ja motivoitunut opettaja.

Seppo Salo oli innovatiivinen tutkija ja haluttu tutkimusyhteistyökumppani, jonka tutkimuksia arvostetaan korkealle sekä kotimaassa että kansainvälisesti. Hän julkaisi artikkeleita optimointiopin ja sen sovellutusten alueella useissa johtavissa kansainvälisissä tieteellisissä sarjoissa. Matemaattisen taloustieteen sovellukset luonnonvara- ja ympäristötaloustieteen alalla johdattivat professori Salon tutkimuksiin mm. metsäekonomian alueella.

Professori Salo oli suosittu väitöskirjojen ohjaaja, tarkastaja ja vastaväittäjä. Ohjaajana hänelle oli tyypillistä tinkimättömän kriittinen, mutta rakentava ote, josta nuoret tutkijat erityisesti hyötyivät. Esitarkastajanakin hän usein omaksui ohjaajan roolin ja paneutui perusteellisesti väitöskirjatöiden viimeistelyyn. Hänen kurseilleen osallistui usein myös muiden korkeakoulujen jatko-opiskelijoita. Tunnustuksena ansioistaan Seppo Salo valittiin vuoden jatko-opinto-ohjaajaksi 2000.

Seppo Salon kirjoittamat monet oppikirjat muodostavat arvokkaan perinnön suomalaiselle korkeakouluyhteisölle. Kaksi tuoreinta kirjaa ilmestyi vain joitakin kuukausia ennen hänen kuolemaansa. Myös tutkimustyötä Seppo Salo jatkoi elämänsä viimeisiin viikkoihin.

Professori Salo toimi Helsingin kauppakorkeakoulun vararehtorina, kansantaloustieteen laitoksen johtajana sekä korkeakoulun keskeisten hallintoelinten ja kehittämishankkeiden aktiivisena jäsenenä. Näissä tehtävissä hänet muistetaan sekä sympaattisesta johtamistyylistään että ytimekkäistä ja konstruktivisista kannanotoistaan. Hän toi aina perustellusti ja selkeästi oman kantansa esiin, mutta oli valmis myös kuuntelemaan muiden mielipiteitä. Rauhallisella ja huumorilla höystetyllä olemuksellaan hän rakensi työyhteisön hyvää henkeä.

Seppo Salo oli erittäin pidetty työtoveri, jonka menehtyminen oli inhimillinen tragedia ja korvaamaton menetys korkeakouluyhteisölle.

MENETELMÄTUKI TEKNOLOGIAN ENNAKOINNISSA

Ahti Salo

Virkaanastujaisesitelmä
23. tammikuuta 2001
TKK

Aiheeni on laaja. En silti käsittele pelkästään teknologian ennakoinnin menetelmiä, vaan tarkastelen lyhyesti eräitä tehtäväkenttiä, joilla ennakointia tarvitaan. Selvennän myös niitä historiallisia yhtymäkohtia, joita teknologian ennustamisella ja ennakoinnilla on systeemi- ja operaatio tutkimukseen.

Operaatio tutkimus syntyi toisen maailmansodan aikana. Sen ensimmäiset saavutukset liittyivät brittiläisten ja amerikkalaisten operaatio tutkijoiden ponnistuksiin, jotka tähtäsivät siihen, että USA:n ja Iso-Britannian välillä kulkevat laivasaattueet pääsisivät perille saksalaisten sukellusveneiden upotus yritykistä huolimatta. Operaatio tutkimus – joka perustui luonnontieteistä tutujen matemaattisten menetelmien ennakkoluulottomaan käyttöön operatiivisten toimintojen analyysissä ja kehittämisessä – yleistyi nopeasti myös muihin aselajeihin. Katsaukset operaatio tutkimuksen historiaan ovat osoittaneet, että operaatio tutkimus tuki merkittäväällä tavalla liittoutuneiden menestystä.

Toisen maailmansodan saavutukset loivat optimismia siihen, että operaatio tutkimus voi palvella liike-elämää ja julkishallintoa. Se sai nopeasti sovelluksia pääomaintensivisillä aloilla kuten energia- ja terästeollisuudessa. Alan ensimmäinen tieteellinen aikakausjulkaisu – Operational Research Quarterly – perustettiin vuonna 1950, ja operaatio tutkimusta varten perustettiin useita koulutus ohjelmia amerikkalaisissa yliopistoissa.

1950- ja 1960-lukujen laajakantoiset teknologiahankkeet – kuten miehitetyn lennon tekeminen kuuhun – loivat tarvetta teknologian kehittymistä koskeville ennusteille. Näiden tuottamisessa käytettiin systeemi- ja operaatio tutkimuksen piirissä kehitettyjä menetelmiä, kuten kasvukäyriä sekä trendi- ja aikasarja-analyysiä. 1960-luvulla syntyi laaja teknologian ennustamista käsittelevä kirjallisuus, jonka keskeinen sisältö on silti vanhentunut. Kasvukäyriä käytetään edelleen ennustettaessa uusimpien matkapuhelinmallien markkinoiden kasvua.

1970-luvun alkuvuosien öljykriisi johti murrokseen suhtautumisessa ennustamiseen ja pitkän tähtäimen suunnitteluun. Vakaisissa olosuhteissa hyvin toimineet ennustemallit eivät pitäneet enää paikkaansa. Muuttuneissa olosuhteissa parhaiten pärjäivät uusia suunnittelukäytäntöjä etsineet yritykset, kuten Shell, joka selvisi kriisistä muita paremmin. Sen skenaariotyö perustui oivallukseen, että jos luotettavien ennusteiden tuottaminen on kerran mahdotonta, on mielekkäämpää kehittää vaihtoehtoisia tulevaisuus kuvia ja varautua näihin.

Innovaatiotoiminta

Käsitteenä ja toimintatapana teknologian ennakointi on myöhempää perua kuin teknologian ennustaminen. Yleisimmin siteeratun määritelmän teknologian ennakoinnille ovat esittäneet John Irvine ja Ben Martin, joiden mukaan

”... teknologian ennakoinnin tehtävänä on katsoa pitkäjänteisesti ja systemaattisesti tieteen, teknologian ja yhteiskunnan tulevaisuuteen sekä pyrkiä tunnistamaan strategisia tutkimusalueita ja generisiä teknologioita, joista koitua taloudellinen ja yhteiskunnallinen hyöty on suurin.”

Tämä rationaalista suunnitteluoptimismia huokuva määritelmä on yli 15 vuoden takaa. Se on sikäli vanhentunut, että tuoreimmassa ennakoinneissa on pyritty moniin muihin tavoitteisiin, kuten innovaatiojärjestelmän sidosryhmien välisen verkottumisen ja yhteiskunnallisen teknologia-keskustelun edistämiseen. Nykyisin ennakoinnin tehtävät voidaankin ymmärtää laajasti siten, että kyse on innovaatiotoimintaa tukevasta strategiatyöstä, jolle on tunnusomaisia 1) pitkäjänteinen ja systemaattinen tarkastelu, 2) tieteen ja teknologian suhteuttaminen ympäröivään yhteiskuntaan ja 3) eri osapuolten välinen avoin ja kriittinen vuoropuhelu.

Kansallisen tason teknologian ennakointityö on viime vuosina yleistynyt. Suurimmassa osassa OECD-maita ja useimmissa Euroopan unionin jäsenvaltioissa on toteutettu kansallisia ennakointoja. Esimerkkinä voidaan mainita Iso-Britanniassa vuosina 1993-95 toteutettu ennakointi, johon lähes 10 000 henkilön arvioidaan osallistuneen. Vuonna 1998 tälle hankkeelle käynnistettiin jatkona toinen ennakointihanke, jonka nimi – pelkkä ”foresight” – kuvastaa painopisteen siirtymistä teknologian ennakoinnista yleisempään asetelmaan, jossa teknologian ohella tarkastellaan myös taloudellisia ja yhteiskunnallisia kehitysnäkymiä. Sama pyrkimys on nähtävissä myös Irlannin ja Ruotsin tuoreissa ennakoinnissa, joissa on korostettu ongelmalähtöisyyttä ja poikkitieteellisyyttä. Näiden ennakointien tuloksena syntyneet raportit ovat internetissä myös suomalaisten lukijoiden luettavissa.

Ennakoinnin suosiota voidaan selittää useilla tekijöillä. Yksi näistä on teknologisen osaamisen keskeinen merkitys kilpailukyvyn kannalta: on kiistatonta, että Suomen talouden vahva kasvu muun muassa tietoliikennesektorilla on rakentunut teknologisen osaamisen varaan. Toisaalta valitseva käsitys innovaatiotoiminnasta ei enää perustu niin sanottuun lineaariseen malliin, vaan näkemykseen siitä, että eri toimijoiden – korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja yritysten – tulee verkottua ja tehdä yhteistyötä, jonka rakentamista ennakointi voi tukea. Ennakointia on puollettu myös siksi, että se selkiyttää julkisten varojen suuntaamisessa sovellettavia periaatteita ja luo puitteet keskustelulle, jossa teknologiaan liittyviä eettisiä kysymyksiä ja arvonäkökohtia voidaan käsitellä jo ennen teknologian käyttöönottoa.

Riskien hallinta

Ennakoinnin tarpeellisuus korostuu uusien teknologioiden vastuullista ja hallittua käyttöönottoa tukevassa riskien arvioinnissa. Valitettavasti vasta teknologioiden käyttöönoton aiheuttamat kriisit ovat toisinaan johtaneet tarkoituksenmukaisen sääntelyn kehittämiseen. Vuosikymmenten takaisena esimerkkinä voidaan mainita talidomidi-lääkkeen raskaudenaikainen käyttö, joka aiheutti vakavia epämuodostumia sikiöissä. Tämä kriisi johti lääkevalmisteiden turvallisuuden takaavan sääntelynormiston rakentamiseen.

Haasteelliseksi uusien teknologioiden riskien arvioinnin tekee se, että sen enempää kehittäjillä kuin käyttäjilläkään ei ole välttämättä tarkkaa käsitystä siitä, miten teknologiaa tullaan käyttämään tai mitä vaikutuksia sillä viime kädessä on. Päätökset joudutaan toisinaan tekemään tilan-

teissa, joissa turvallisuutta koskevaa kiistatonta tieteellistä näyttöä ei ole käytettävissä, mutta joissa aiemman kokemuksen valossa ei ole perusteltua olettaa, että riskit olisivat merkittäviä. Asetelma voi olla vaikea, koska käyttöönoton viivästyminen saattaa johtaa huomattaviin taloudellisiin tappioihin; mutta toteutuessaan riskit voivat aiheuttaa merkittäviä haittoja tai jopa katastrofeja. Asetelma on jatkuvasti ajankohtainen, onhan esimerkiksi hullun lehmän tauti ollut otsikoissa lähes päivittäin.

Hiljattain systeemianalyysin laboratorio osallistui komission ”think tank”-organisaation, Forward Studies Unit’in järjestämään tutkimushankkeeseen, jossa työstettiin varovaisuusperiaatteen mukaisista riskienhallintaa koskevia ehdotuksia. Näitä ovat muun muassa useiden riippumattomien riskianalyysien tekeminen, kattavat herkkyysanalyysit ja skenaariotyöskentely; näitä kaikkia tutkitaan vuonna 1995 perustetussa systeemianalyysin, päätöksenteon ja riskien hallinnan tutkijakoulussa. Silti varovaisuusperiaatteen mukaisessa riskien hallinnassa ei pyrkimyksenä ole riskien täydellinen eliminointi, joka on tavoitteena mahdoton. Kuten tunnettu yhteiskuntatieteilijä Ulrich Beck on todennut – “the greatest risk of all is to take no risk at all”.

Arvonmäärittäminen

Toinen ennakoitua edellyttävä aihepiiri liittyy uusien teknologioiden ja tutkimus- ja kehityshankkeiden arvon määrittämiseen. Tehtävä on haasteellinen, koska uusien tuotteiden markkinapotentiaalia on mahdotonta ennustaa tarkasti. Kuten varovaisuusperiaatteen mukaisessa riskien hallinnassa, niin teollisia tutkimus- ja kehityshankkeita koskevat päätökset on tehtävä epätäydellisen informaation varassa. Kysymys on viime kädessä vastuullista päätöksentekoa tukevien toimintatapojen ja –menetelmien kehittämistä. Tällä kentällä systeemianalyysin laboratorio tekee paraikaa yhteistyötä johtavien suomalaisten yritysten kanssa.

On merkillepantavaa, että rahoitusmarkkinoilta peräisin olevaa optiomallinnusta on alettu soveltaa teknologian arvonmäärittämiseen. Optioilla alettiin käydä laajamittaista kauppaa vuonna 1973, jolloin Chicago Board of Options Exchange perustettiin. Samana vuonna Robert Merton sekä toisaalta Fischer Black ja Myron Scholes esittivät kuuluisat hinnoittelumallit, joista Merton ja Scholes saivat taloustieteen Nobelin vuonna 1997. Kuten tunnettua, optiot ovat sittemmin yleistyneet ja tukevat nykyisin myös muiden kuin varsinaisilla pääomamarkkinoilla vaihdettavien hyödykkeiden markkinoita.

Kiinnostavana esimerkkinä voidaan mainita vaikkapa tietoliikennekapasiteettiin kohdistuvat johdannaiset, joilla käydään kauppaa useissa pörssissä. Johdannaisten avulla operaattorit voivat halutessaan eliminoida kapasiteetin hankintaan liittyvän hintariskin. Tulevaisuudessa operaattoreiden ei siis tarvitse rakentaa kaikkea tarvitsemaansa kapasiteettia, vaan ne voivat hankkia kysyntähuippujen vaatiman kapasiteetin pörssistä. Toisaalta ylijäämäkapasiteetin omistajat voivat myydä kapasiteettiaan. Pörssin avulla operaattorit voivat siis hyödyntää kapasiteettiaan tehokkaammin kuin mitä muuten olisi mahdollista. Tämä on viime kädessä myös kuluttajan edun mukaista.

Menetelmätuki

Mutta millaista menetelmätukea teknologian ennakoinnissa sitten tarvitaan? Ja mikä rooli menetelmillä voi ylipäätään olla ennakoinnissa?

Uskoisin, että monilla meistä on varsin hyvä näkymys omien specialiteettialojemme kehitysnäkymistä. Kysymys on siitä, miten tähän näkemykseen tukeutuen voidaan rakentaa perusteltuja tule-

vaisuuskuvia, jotka tukevat hedelmällisten yhteistyöhankkeiden rakentamista ja teknologian myönteisten vaikutusten vahvistamista yhteiskunnassa.

Kokemukseni mukaan eriytymättömin yleistermein käytävä ennakointi voi ilman menetelmä- ja prosessitukea jäädä tarpeettoman ohueksi. Ehkä kärjistäen voidaan todeta, että informatiivisen ennakointityön tulee tuottaa falsifioitavia tulevaisuusarvioita. Oleellista ei ole se, osoittautuvatko nämä arviot myöhemmin oikeiksi – olkoonkin, että jälkipolvet voivat irvailla pieleenmenneille ennusteille – vaan että arviointityö sinänsä kannustaa perusteellisempaan pohdiskeluun.

Karkeasti jaotellen ennakoinnissa tarvitaan menetelmätukea, joka palvelee 1) asiantuntija-arvioiden ja muun lähdeaineiston koostamista käyttökelpoiseen muotoon, 2) osallistujien välisen vuorovaikutuksen strukturointia ja edistämistä, sekä 3) ennakointityöhön perustuvien johtopäätösten työstämistä.

Näkemyksen syntetisointi ja koostaminen

Asiantuntija-arvioiden koostamista tukevista menetelmistä tunnetuin on Delfoi-tekniikka, joka kehitettiin RAND Corporationissa 1950-luvulla suurien teknologiahankkeiden tueksi. Vaikka menetelmää onkin kritisoitu, niin se edelleen varsin suosittu. Sitä on sovellettu esimerkiksi Iso-Britanniassa, Saksassa ja Japanissa toteutetuissa ennakoinneissa.

Delfoi-menetelmän ohella on kehitetty monia muitakin asiantuntijanäkemyksen koostamista tukevia menetelmiä, joista monet – kuten esimerkiksi ristivaikutusanalyysi – edellyttävät enemmän lähtötietoja asiantuntija-arvioiden tai muiden lähtöparametrien muodossa. Käytännössä näitä menetelmiä ei ole sovellettu yhtä laajasti. Heikomman tunnettuuden ohella syynä tähän on osin riittämätön ohjelmistotuki. Internet-teknologioiden nopea kehittyminen tarjoaakin tällä kentällä kiinnostavia mahdollisuuksia.

Vuorovaikutusprosessien kehittäminen

Ennakointiin osallistujien näkemykset ja arvokannanotot välittyvät keskusteluun vuorovaikutuksessa, jota ei ole mielekästä pyrkiä liiaksi formalisoimaan. Myös menetelmän käsite tulee ymmärtää verraten laajasti: esimerkkinä vuorovaikutusta tukevasta menetelmästä voidaan mainita Tanskassa kehitetyt konsensuskonferenssit.

Uudet teknologiat tarjoavat mahdollisuuksia myös vuorovaikutusprosessien kehittämiseksi. Kannettavien tietokoneiden, langattoman lähiverkon sekä ryhmätyöohjelmiston varaan voidaan rakentaa ympäristöjä, joiden puitteissa osallistujat voivat välittää toisilleen anonyymiä palautetta. Tällaista mahdollisuutta pilotoitiin viime syksynä Tekesin tiloissa, kun Systemianalyysin laboratorion kannettava lähiverkkoa käytettiin kansallisen tietoliikenneteknologiaohjelman valmistelun tukena.

Päätöstuki

Ennakointiin perustuvien johtopäätösten työstäminen edellyttää vaihtoehtojen ja painopistealueiden hahmottamista ja vertailua. Kuten Ranskassa ja Italiassa toteutetut ennakoinnit osoittavat, tätä työtä voidaan tukea monitavoitteisen päätöksenteon malleilla. Näiden mallien etuna on se, että ne kannustavat osallistujia arvioitavien vaihtoehtojen ja johtopäätösten työstämisen kannalta relevanttien kriteerien täsmentämiseen. Tällä tavalla monitavoitteinen päätöstuki voi edistää perustellumpien valintojen tekemistä. Myönteisiä kokemuksia tästä on saatu Systemin-

analyysin laboratorion monista tutkimushankkeista, joissa malleja on käytetty muun muassa ympäristöpäätöksenteon ja kriisinhallinnan tukena.

Johtopäätökset

EU:n innovaatiopolitiikassa teknologian ennakkoinnin asema tulee vahvistumaan. Komissio antoi viime lokakuussa antoi eurooppalaisia tutkimusaluetta koskevan tiedonannon, jossa ennakoitiin keskeisesti esillä. Ja jo jonkin aikaan EU:n tutkimusohjelmassa on korostunut pyrkimys vahvistaa toimijoiden verkottumista ja tietopohjaa, mikä osaltaan selittää eurooppalaisen ennakointitoiminnan laajenemista.

Miten Suomessa tulisi sitten ennakkoinnin suhteen edetä? Kansainvälisissä vertailuissa innovaatiojärjestelmämme on varsinkin verkostoitumisen osalta erittäin kehittynyt. Teknilliset korkeakoulut tekevät jatkuvasti yhteistyötä yritysten kanssa. Tekes ja Suomen Akatemia järjestävät tutkimus- ja teknologiaohjelmien valmistelun yhteydessä konsultaatioita, joissa luodetaan osallistujien arvioita kehitysnäkymistä. Kysymys on siitä, miten tätä työtä tulisi kehittää.

Viime syksynä systeemianalyysin laboratorio sai kauppa- ja teollisuusministeriöltä toimeksianton, joka koski kansallisen tason teknologian ennakointityön kehittämistarpeiden arviointia ja toimenpide-ehdotusten työstämistä. Laboratorion ryhmä- ja päätöksentekotila RIIHESsä järjestettiin toimeksiantoon liittyen työpajasarja, johon osallistui joukko johtavia asiantuntijoita useista yrityksistä, VTT:ltä, Tekesistä, Suomen Akatemiasta sekä kauppa- ja teollisuusministeriöstä. Tämän työn tulokset – joiden tuloksena syntyneen raportin julkistustilaisuus pidetään tiistaina 6. helmikuuta klo 9 KTM:n tiloissa Ratakatu 3:ssä – osoittavat, että kansallisen tason ennakointityötä on syytä vahvistaa ja kehittää.

Voidaankin kysyä, millaista roolia Teknillinen korkeakoulun tulee ennakointikentällä ehkä tavoitella. Näkisin, että korkeakoululla on vastuu ja velvollisuus toimia alan yhtenä keskeisenä toimijana, kehittäjänä ja suunnannäyttäjänä. Tukea tälle näkemykselle on löydettävissä muun muassa Henry Etzkowitzin, Andrew Websterin, Christiane Gebhardtin ja Brance Terran tuoreesta Research Policy-lehdessä ilmestyneestä artikkelista, jossa he tarkastelevat varsin laajasti yliopistojen kehitystä niin Euroopassa kuin USA:ssakin. Heidän arvionsa mukaansa ne yliopistot, jotka tekevät aktiivista ennakointityötä yhdessä yritysten ja julkishallinnon kanssa, pystyvät selvästi paremmin vastaamaan tulevaisuuden teknologisiin ja yhteiskunnallisiin haasteisiin.

EJOR:N TOIMITTAMISESTA

Jyrki Wallenius

Olen toiminut *European Journal of Operational Research*-aikakausilehden (EJOR) yhtenä päätoimittajana vuoden 1999 alusta lähtien yhdessä kollegojeni Roman Slowinskin ja Jacques Teghemmin kanssa. Haluaisin lyhyesti kertoa, mitä me uudet päätoimittajat pyrimme saamaan aikaan. EJOR on Elsevierin kustantama volyymiltaan maailman suurin operaatiotutkimuksen tieteellinen aikakausilehti. Sen totaali impakti-indeksiluku (ei artikkelikohtainen) on kolmanneksi suurin *Management Sciences* ja *Operations Researchin* jälkeen. Suurella volyymilla on sekä hyvät että huonot puolensa. Hyvä puoli on se, että EJOR tunnetaan hyvin maailmalla ja siinä julkaistaan paljon kiinnostavia artikkeleita. Huono puoli on se, että hyväksytyt artikkelit ovat saaneet odottaa julkaisua liian kauan ja että aina välillä joku heikompi artikkeli pääsee seulan läpi.

Kahden toimittajavuotemme aikana olemme pyrkineet saamaan aikaan joukon muutoksia, joiden vaikutus tulee näkyviin muutaman vuoden viiveellä. Olemme erityisesti kohdistaneet huomiota seuraaviin seikkoihin:

- ?? Laatuksiteerien tiukentaminen
- ?? Erikoisnumeroiden (feature issues) laadun tarkempi valvonta. Erikoisnumeroilta vaaditaan aina tietty teema, johon sen tulee fokusoitua. Teemattomia konferenssi-proceedingsien tapaisia erikoisnumeroita ei julkaista.
- ?? Backlog on saatu lyhentymään alle vuoteen
- ?? Toimituskuntaa on nuorennettu ja yritetty aktivoida
- ?? Keywords -- uusittu ja modernisoitu
- ?? Saatu aikaan neuvottelutulos kustantajan kanssa siitä, että EJOR:n elektroninen versio voidaan tulevaisuudessa tarjota EURO:n jäsenille 95 euron vuosihinnalla
- ?? Kohdistettu huomiota siihen, että EJOR mielletäisiin 'eurooppalaiseksi' valtalehdeksi. (Tällä hetkellä 1/3 käsikirjoituksista tulee Pohjois-Amerikasta, 1/3 Aasiasta ja 1/3 Euroopasta – mielestämme korkeatasoisten eurooppalaisten artikkelien osuus voisi olla suurempi.)

EJOR:n toimittaminen on suuri urakka. Minulle lähetetään vuositasolla keskimäärin 200 käsikirjoitusta prosessoitavaksi, poislukien teemanumerot. Toivon, että kirjoittajat ovat kärsivällisiä, jos juuri heidän artikkelinsa prosessointi sattuu viemään enemmän aikaa kuin olisi kohtuullista. Haluan lopuksi käyttää tilaisuutta hyväksi ja kiittää kaikkia FORS:n jäseniä, jotka ovat uhranneet aikaansa referoimalla artikkeleita EJOR:lle ja jotka ovat lähettäneet käsikirjoituksiaan EJOR:iin julkaistavaksi. Vain eurooppalaisten operaatiotutkijoiden yhteisellä ponnistuksella EJOR:sta voi kehittyä entistä merkittävämpi operaatiotutkimuksen valtalehti.

TEHOKKAIDEN SOPIMUSVAIHTOEHTOJEN HAJAUTETUSTA LASKENNASTA USEAN OSAPUOLEN NEUVOTTELUISSA

Pirja Heiskanen

Tiivistelmä väitöskirjasta

Väitöskirjassa on kehitetty analyyttisiä menetelmiä, joilla voidaan helpottaa kaikkia osapuolia hyödyttävien ratkaisujen löytämistä neuvottelutilanteessa. Analyyttisten menetelmien käyttö on hyödyllistä, koska kompleksisissa usean osapuolen neuvotteluissa, kuten kansainvälisissä saastepäästöneuvotteluissa, kalastuskiistoissa tai poliittisessa päätöksenteossa, ajaututaan usein lukkiutuneeseen tilanteeseen, jossa kompromissiratkaisua ei löydetä. Lisäksi käytännön neuvotteluissa mahdollisesti saavutettava kompromissiratkaisu on usein tehoton. Tehottomuudella tarkoitetaan sitä, että olisi mahdollista löytää ratkaisu, joka olisi kaikkien osapuolten mielestä jo saavutettua kompromissiratkaisua parempi.

Jos neuvottelun osapuolten arvofunktioiden matemaattinen muoto olisi tiedossa, vastaisi tehokkaiden sopimusvaihtoehtojen hakeminen matemaattisesti monitavoitteista optimointitehtävää. Monitavoitteisessa optimoinnissahan pyritään hakemaan usean tavoitteen suhteen tehokkaita eli Pareto-optimaalisia ratkaisuja. Usein päätöksentekijät eivät kuitenkaan edes itse tiedä arvofunktiensa tarkkaa muotoa. Lisäksi neuvottelun osapuolet ovat usein haluttomia paljastamaan arvostuksiaan muille osapuolille neuvotteluaseman heikkenemisen pelossa.

Tässä väitöskirjassa on kehitetty kaksi menetelmää tehokkaiden sopimusvaihtoehtojen hakemiseen neuvottelutilanteelle tyypillisen epätäydellisen informaation tilanteessa. Epätäydellisellä informaatiolla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, etteivät neuvottelun osapuolet tunne toistensa arvostuksia. Menetelmät poikkeavat toisistaan päätöksentekijältä vaadittavan informaation ja menetelmien matemaattisten ominaisuuksien suhteen. Ensimmäisessä menetelmässä, rajoitusehdotusmenetelmässä, haetaan ehdokkaita tehokkaiksi sopimusvaihtoehdoiksi, esittämällä päätöksentekijöille erilaisia keinotekoisia lineaarisia rajoitteita ja pyytämällä päätöksentekijöitä valitsemaan itsensä kannalta parhaan vaihtoehdon ko. rajoitteiden voimassa ollessa. Jälkimmäinen esitetyistä menetelmistä perustuu monitavoitteisesta optimoinnista tuttuun painokerroinmenetelmään, joka hajautetaan epätäydelliseen informaatorakenteeseen soveltuvaksi epälinearisessa optimoinnissa käytettyä duaalidekompositiomenetelmää käyttäen.

Kehitettyjä menetelmiä voidaan käyttää eri tavoin. Neuvottelun osapuolten voidaan esimerkiksi antaa ensin neuvotella kompromissiratkaisu ilman ulkopuolisen avaustajan tukea. Tämän jälkeen kehitettyjen menetelmien avulla voidaan hakea ratkaisu, joka on kaikkien osapuolien mielestä alkuperäistä kompromissiratkaisua parempi. Tällainen ratkaisu on olemassa aina, jos alustava ratkaisu ei ole tehokas. Toinen menetelmien käyttötapa on hakea useita tehokkaita sopimusvaihtoehtoja, joiden avulla voidaan approksimoida koko tehokkaiden vaihtoehtojen joukkoa. Neuvottelun osapuolet voivat tämän jälkeen keskittyä neuvottelemaan näistä tehokkaista vaihtoehdoista. Menetelmiä on myös mahdollista käyttää nk. varjoneuvotteluissa, joissa on

tarkoituksena ulkopuolisen päätösanalyttisiä menetelmiä käyttävän välittäjän avulla osoittaa neuvottelujen hyödyllisyys.

Väitöskirjassa on myös sovellettu rajoitusehdotusmenelmää Suomen, Viron ja Venäjän välisessä saastepäästöneuvotteluesimerkissä. Esimerkissä tarkastellaan rikki- ja typpipäästöjä ko. maissa vuonna 2010. Rajoitusehdotusmenetelmällä pyritään etsimään sellaiset päästötasot, jotka tuottaisivat kaikkien maiden kannalta paremman ratkaisun kuin nykyisen lainsäädännön sallimat päästöt. Esimerkissä käytetty ilmansaasteiden kulkeutumismalli pohjautuu IIASAssa (International Institute for Applied Systems Analysis) kehitettyyn RAINS-malliin. Maiden arvostuksia kuvataan kustannusten sekä happamoitumis- ja rehevöitymisvaikutusten suhteen lineaarisilla arvofunktioilla.

Lisätietoja: FT Pirja Heiskanen, Fortum sähkö ja lämpö - liiketoiminta, Sähkösalkun hallinta ja trading, pirja.heiskanen@fortum.com

OPINNÄYTETYÖT

TKK vie tulevaisuuden ennakointia Tekesin teknologiaohjelmiin

Tekn. yo. Tommi Gustafsson

Diplomityö: Participatory Foresight Processes for Finnish RTD Programmes

Työn ohjaaja: Professori Ahti Salo

Teknillisen Korkeakoulun Systeemianalyysin laboratorio on kehittänyt yhteistyössä Tekesin kanssa tietotekniikkaan pohjautuvia työkaluja tulevaisuuden ennakointiin. Kehitystyön tarkoituksena on parantaa Tekesin teknologiaohjelmien kykyä vastata nopean teknologiakehityksen tuomiin haasteisiin. Ennakointityökaluiksi kehitettiin Internet-kyselylomake, tietokonetuettu ryhmätyöympäristö ja ennakointityöpajat. Niiden toimivuutta kokeiltiin Tekesin tietoliikenneohjelman, TLX:n, yhteydessä vuoden 2000 kesällä ja syksyllä. Tavoitteena myös oli tukea Tekesin seuraavan tietoliikenneohjelman valmistelua. Työstä valmistui syksyllä konferenssiartikkeli ja diplomityö.

Internet-kyselylomaketta käytettiin TLX:n hankkeiden itsearviointiin ja niitä koskettavien teknologioiden kartoitukseen. Lisäksi sillä ennakointiin pienimuotoisesti tulevaisuutta sekä haettiin palautetta Tekesin teknologiaohjelmien käytännöistä.

Tietokonetuettua ryhmätyöympäristöä käytettiin viidessä ennakointityöpajassa, jotka järjestettiin elo-syyskuussa. Työpajoihin osallistui Tekesin edustajia, TLX:n aihealuaryhmien hankkeita ja TLX:n ohjelmapäällikkö. Ryhmätyöympäristön avulla osallistujat pystyivät äänestämään nimettömästi ja kommentoimaan esityksiä keskeyttämättä puhujaa.

Työpajoissa niihin osallistuneet hankkeet esittäytyivät ja kertoivat kokemuksiaan TLX:stä. Internet-kyselyn tulokset käytiin läpi ja keskustelua heräteltiin myös seuraavan tietoliikenneohjelman painopisteistä. Tietotekniikan ja Internetin mahdollisuuksia ohjelmatoiminnassa esiteltiin muun muassa viemällä läpi nimetön äänestys, jossa kysyttiin, kuinka Tekesin teknologiaohjelmia tulisi kehittää.

Ennakointityökalut toimivat kohtuullisen hyvin, ja niiden jatkokehittäminen nähtiin hyödylliseksi.

Stackelbergin pelit ja kannusteratkaisun laskeminen

Tekn. yo. Mitri Kitti

Diplomityö: Computation of Incentive Stackelberg Solution

Työn ohjaaja: Professori Harri Ehtamo

Mitri Kitti tutkii Stackelbergin pelien mallintamista ja kannusteratkaisun laskemista Teknillisen Korkeakoulun Systeemianalyysin laboratorioon tekemässään diplomityössä. Työssä esitetään uusi menetelmä kannusteratkaisun laskemiseksi.

Stackelbergin pelit ovat peliteoreettisia malleja päätöksentekotilanteilla, joissa osapuolet, pelaajat, toimivat tietyssä järjestyksessä. Ensimmäisenä toimivaa pelaajaa kutsutaan johtajaksi ja muita seuraajiksi. Kannustepelissä johtaja sitoutuu tekemään päätöksen, joka riippuu seuraajien tekemistä ratkaisuista. Esimerkiksi hallitus voi ilmoittaa osan veroratkaisustaan työmarkkinaosapuolille kannusteena. Johtajan tavoitteena on ilmoittaa sellainen kannuste, että seuraajien päätökset tuottavat hänen kannaltaan mahdollisimman hyvän lopputuloksen.

Jos pelaajien vaihtoehdot ovat jatkuvia muuttujia, niin johtaja voi ilmoittaa kannusteensa lineaarisena funktiona seuraajien päätöksistä. Esimerkiksi hallituksen antama lineaarinen kannuste voisi määrätä veroasteen suoraan verrannolliseksi palkkaratkaisuun. Kannusteratkaisun olemassaolo on peliteoreettinen ongelma, jota diplomityössä on pohdittu kahden pelaajan peleissä.

Pelaajat eivät voi aina ennakoida muiden pelaajien käyttäytymistä. Kun kannustepelissä pelaajien tieto on tällä tavalla epätäydellistä, johtaja ei voi tietää kannustetta, joka tuottaisi hänelle parhaan lopputuloksen. Kitin diplomityössä esitetään uusi laskentamenetelmä, jolla johtaja voi löytää lineaarisen kannusteratkaisun, kun peliä toistetaan. Menetelmä perustuu lineaarisen kannusteen parametrisointiin siten, että ongelma voidaan muotoilla yhtälöryhmän ratkaisemistehtävänä.

Yksinkertaisin menetelmä yhtälöryhmän ratkaisemiseksi on kiintopisteiteraatio. Diplomityön tärkein matemaattinen tulos on se, että kiintopisteiteraatio suppenee, kun yhtälöryhmä toteuttaa ehdot, jotka muistuttavat taloustieteen hintakoordinoituyhtälöiden ominaisuuksia. Tämän yleisen tuloksen avulla näytetään, että johtaja voi ohjata seuraajat mihin tahansa haluamaansa ratkaisuun päivittämällä kannustetta kiintopisteiteraatiolla, kun ehdot kannusteratkaisun olemassaololle täyttyvät.

Työssä tarkastellaan kahta numeerista esimerkkiä. Ensimmäinen esimerkki on kahden pelaajan malli, jossa seuraajalla on neliöllinen kustannusfunktio. Toisessa esimerkissä johtajana on hallitus ja seuraajina on kaksi kilpailevaa yritystä, jotka pelaavat keskenään Nash-tasapainostrategioita käyttäen. Esimerkit on laskettu kiintopisteiteraatiolla ja biologista evoluutiota jäljittelevällä geneettisellä algoritmilla. Geneettisellä algoritmilla tarkan ratkaisun löytäminen vaatii enemmän työtä kuin kiintopisteiteraatiolla.

Tabuhaku ja sirontahaku

Pro gradun tiivistelmä
Heikki Maaranen
Jyväskylän yliopisto

Tabuhaku ja sirontahaku ovat molemmat melko uusia metaheuristisia globaalien optimoinnin menetelmiä. Tässä pro gradu -tutkielmassa esitellään erilaisia tabu- ja sirontahaun toteutuksia teorian ja esimerkkien avulla.

Tabuhauilla on saavutettu hyviä tuloksia erityisesti diskreeteille ongelmille. Tutkielman alussa tutustutaan tabuhakuun käymällä läpi sen periaatteet ja samalla tarkastelemalla, kuinka näitä periaatteita voidaan hyödyntää käytännössä minimi k-puu -ongelmalle. Minimik-puu -ongelma on valittu sen yksinkertaisuuden takia ja koska sen ratkaisemisen eri vaiheet on helppo esittää graafisesti. Tarkemmin tutkielmassa paneudutaan tabuhaun osalta lineaarisen järjestelyongelman ja töidenjärjestelyongelman ratkaisuun.

Sirontahaku on tabuhakua hieman tuntemattomampi populaatiopohjainen menetelmä, jolla ratkaistaan pääasiassa jatkuvien muuttujien ongelmia. Tässä tutkielmassa esitellään yksinkertaistettu sirontahaku ja Fred Gloverin sirontahaku. Lisäksi sirontahakua verrataan geneettisiin algoritmeihin.

Myös tabuhakua voidaan soveltaa jatkuvien muuttujien tehtäville. Tästä esimerkkinä on tutkielmassa esiteltävä C-RTS-hybridimenetelmä, jossa kombinatorinen tabuhaku on yhdistetty lokaaliin optimoijaan.

Professori **Seppo Salon** HKKK:n oppikirjatuotanto viime vuosilta:

TAVALLISET DIFFERENTIAALIYHTÄLÖT

Kirja luo pohjaa optimiohjausteorian ja variaatiolaskennan sekä näiden taloustieteellisten sovellusten opiskelulle tarkastelemalla tavallisten differentiaaliyhtälöitten ratkontaa, ratkaisujen ominaisuuksien yleistä teoriaa sekä tasapainoteoriaa ja tasapainojen stabiilisuutta. Ratkaisumenetelmien esittelyssä pitäydytään ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöissä sekä lineaarisissa normaaliryhmissä ja korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöissä. Kvalitatiivisessa teoriassa suurta huomiota on saanut tasapainoratkaisujen teoria ja Liapunovin stabiilisuusteoria.

HKKK 1999. ISBN 951-791-420-2. Hinta 70 mk.

LUENTOJA STOKASTISESTA OPTIMIOHJAUKSESTA JA SEN SOVELLUKSISTA TALOUSTIETEESSÄ

Stokastisen optimiohjausteorian matemaattisten perusteiden tarkka läpikäynti ja sen taloustieteellisten sovellusten analysointi eivät mitenkään mahdu näin suppeaan esitykseen. Kirja toimii kompromissina näiden kahden tavoitteen välillä. Teksti valmistaa sovellusten tarvitsemää matemaattista maaperää Ito-integraalin käsitteen ymmärtämisen vaatimassa laajuudessa. Tämän jälkeen on mahdollista perehtyä Ito-integraaliin perustuviin stokastisiin differentiaaliyhtälöihin, itse stokastiseen optimiohjausteoriaan ja optimipysäytykseen sekä niiden sovelluksiin taloustieteessä.

HKKK 2000. ISBN 951-791-497-0. Hinta 90 mk.

OPTIMIOHJAUSTEORIA JA VARIAATIOLASKENTA

Kirjassa käsitellään sekä variaatiolaskentaa että optimiohjausteoriaa. Molempia menetelmiä käytetään deterministisessä, jatkuvan ajan dynaamisissa optimointiasetelmissa taloustieteiden eri alueilla. Menetelmiä käsitellään monenlaisten rajoitusten vallitessa sekä erityisesti äärettömän aikavälin diskonttoprobleemien ja niiden tasapainoanalyysin yhteydessä.

HKKK 2001. ISBN 951-791-514-4. Hinta 120 mk.

HKKK:n julkaisuja myyvät:

Yksittäiskappaleet kotimaahan:

KY-Palvelu Oy

Kirjakauppa

Runeberginkatu 14-16

00100 Helsinki

p. (09) 4313 8310

fax (09) 495 617

email: kirjak@kyyppari.hkkk.fi

Suuremmat tilausmäärät ja ulkomaanmyynti:

Julkaisutoimittaja

HKKK

PL 1210

00101 Helsinki

p. + 358-(0)9-4313 8579

fax + 358-(0)9-4313 8535

email: julkaisu@hkkk.fi

TAPAHTUMAKALENTERI

Konferenssit Kongressit Seminaarit Workshopit

Ks. myös tapahtumakalenterit:
<http://www.informs.org/Conf/Conf.html>
<http://www.ifors.org>
http://www.ulb.ac.be/euro/euro_welcome.html

HEINÄKUU 2001

9.-11.7. The European Operational Research Conference

Rotterdam, The Netherlands

<http://www.euro2001.org>

25.-27.7. 11th INFORMS Applied Probability Society Conference

New York City

<http://www.cap.columbia.edu/informs-aps/ap-2001.html>

ELOKUU 2001

13.-27.8. Course on Adaptive and Intelligent Systems in Information Society

Helsinki

<http://www.helsinki.fi/~niskanen/sc2001/sc2001.html>

21.-24.8. International Conference on Integrated Logistics

Singapore

<http://www.peerview.com/logistics2001>

SYYSKUU 2001

9.-19.9. EURO Summer Institute Decision Analysis and Artificial Intelligence

Toulouse, France

<http://www-poleia.lip6.fr/~perny/ESI2001>

26.-29.9. ORP3

Paris, France

EURO conference for young researchers

<http://www.orp3.com>

MARRASKUU 2001

3.-7.11. INFORMS

Miami, Florida

<http://128.227.36.67/Informs2001/>

21.-23.11. International Conference on Statistics on Environmental Studies

Cadiz, Spain

<http://www2.uca.es/grup-invest/teloydisren/ema2001>