

INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

1 / 2013



FORS, Suomen Operaatiotutkimusseura ry

Finnish Operations Research Society

www.operaatiotutkimus.fi

**Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti INFORS
N:o 1 – 2013**

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

Vastaava päätoimittaja, seuran puheenjohtaja:

Timo Kuosmanen
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelutalouden laitos
PL 21220 00076 AALTO
email: timo.kuosmanen@aalto.fi

Toimittaja, seuran sihteeri:

Jouni Pousi
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos
PL 11100, 00076 Aalto
email: jouni.pousi@aalto.fi

Jäsenmaksun suuruus:

25 euroa / vuosi
jatko-opiskelijat 20 euroa/vuosi
perusopiskelijat 0 euroa / vuosi

Mainoshinnat:

Sivu 150 euroa
½ Sivua 100 euroa
Takakansi 300 euroa
Sama ilmoitus seuraavissa numeroissa 50%
alennuksella

SISÄLTÖ

Puheenjohtajan palsta	3
Seuran johtokunta 2013	4
FORS:in 40-vuotis workshop, 20.-21.8.2013	9
TkT Bernt Åkesson on vuoden 2012 OR-henkilö	10
FORS-juhlaseminaari: Monitavoitteisen päätöksenteon soveltaminen käytännössä	11
Tunteva tietokone – tulevaisuuden päättäjä	12
Reaalioptiot: Erittäin lyhyt oppimäärä	14
No Limits	17
EWEPÄ 13	21
23rd Jyväskylä Summer School	23
Opinnäytetöitä	25
Tapahtumakalenteri	takakansi

Puheenjohtajan palsta

Timo Kuosmanen

timo.kuosmanen@aalto.fi

Keväiset terveiset seuramme johtokunnan puolesta. Johtokunnan uudistunut kokoonpano on esitelty lehden seuraavilla sivuilla.

Seuramme perustamisesta tulee tänä vuonna kuluneeksi 40 vuotta. Juhlavuoden kunniaksi julkaisemme tässä numerossa uudelleen Suomen Kuvalehden vuonna 1983 julkaiseman artikkelin Suomen Operaatiotutkimusseurasta otsikolla "Tunteva tietokone - tulevaisuuden päättävä", jossa haastateltiin professori Olli Lokkia. Artikkelin alku on legendaarinen lauseella "Yksi Suomen varmasti vähimmin tunnettuja yhdistyksiä on Suomen Operaatiotutkimusseura FORS..." Artikkelin sisältö on suurelta osin ajankohtainen vielä tänäkin päivänä.

Juhlavuoden kunniaksi järjestämme FORS40-workshopin elokuussa Lappeenrannassa. Workshopista tarkemmin tässä lehdessä. Haluan tässä yhteydessä kutsua kaikki seuran jäsenet osallistumaan aktiivisesti tähän tapahtumaan. Workshop tarjoaa kaikille alan toimijoille hienon mahdollisuuden verkottua tutkijoiden ja soveltajien kanssa sekä hankkia ja jakaa tietoa ja osaamista operaatiotutkimuksen eri osa-alueilta. Alustukset koskien operaatiotutkimuksen käytännön sovellutuksia alkutuotannossa, teollisuudessa, hallinnonaloilla ja muilla elinkeinoelämän osa-alueilla ovat erityisen tervetulleita. Pyytäisin varsinkin kaikkia alamme professoreita kannustamaan tohtoriopiskelijoita ja muita tutkimusryhmien jäseniä esittämään tutkimustyötään workshopissa, jotta ohjelmaan saataisiin mahdollisimman kattava läpileikkaus alamme tutkimuksesta Suomessa.

Tässä numerossa esitellään myös muita mielenkiintoisia kotimaassa järjestettäviä tapahtumia, joista lyhyt yhteenveto seuraavassa:

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu järjestää tehokkuuden ja tuottavuuden mittaamisen ja analysoinnin problematiikkaan keskittyvän EWEPA-konferenssin 17.-20.6. Helsingissä. Joka toinen vuosi järjestettävään konferenssiin odotetaan noin 350 osallistujaa ympäri maailman. Konferenssin yhteydessä järjestetään aiheen tiimoilta myös kesäkoulu 10.-16.6., jossa opettajina toimivat allekirjoittaneen lisäksi professori Christopher Parmeter (University of Miami) ja professori Andrew Johnson (Texas A&M University).

Jyväskylän yliopistossa järjestetään elokuussa kesäkoulu, jonka eräänä aiheena on "Modeling Strategic Decisions", luennoitsijana Dr. Gilberto Montibeller.

Seuramme jäseniä hemmotellaan siis tänä vuonna useilla mielenkiintoisilla kotimaisilla ja kotimaassa järjestettävillä kansainvälisillä tapahtumilla. Toivon seuramme jäsenten hyödyntävän näiden tapahtumien suomia mahdollisuuksia verkottumiseen ja alamme tieto-aidon levittämiseen tehokkaasti.

Toivotan tapahtumarikasta juhlavuotta ja aurinkoista kevään jatkoa kaikille!

Terveisin,

Timo Kuosmanen

Johtokunnan varsinaiset jäsenet

Seuran puheenjohtaja



Professori, KTT Timo Kuosmanen
timo.kuosmanen@aalto.fi, <http://www.nomepre.net/timokuosmanen/>
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelutalouden laitos

Olen talousmatematiikan ja tilastotieteen professori Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa taloustieteiden kvantitatiiviset menetelmät oppiaineessa. Päättökusalanani on tuottavuuden ja tehokkuuden mittaaminen ja analysointi. Tutkimusaiheeni kattavat koko tuottavuustutkimuksen kentän indeksi-teoriasta ja yrityksen tuotantoteoriasta, ekonometristen estimointimenetelmien ja matemaattisen optimoinnin kautta eri alojen sovelluksiin. Viimeisimmät sovellukseni käsittelevät sähkön jakeluverkkotoiminnan kustannustehokkuuden estimointia

Energiamarkkinaviraston valvontamallissa. Olen Journal of Productivity Analysis lehden apulaispäätoimittaja ja kesäkuussa 2013 Helsingissä järjestettävän European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis (EWEPA"13) konferenssin puheenjohtaja.

Seuran taloudenhoitaja

DI Ilkka Leppänen
ilkka.j.leppanen@aalto.fi
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Olen jatko-opiskelijana Aalto-yliopiston Matematiikan ja systeemianalyysin laitoksella. Tutkin kokeellista peliteoriaa, erityisesti Stackelbergin duopolimallia ja päätösten sitovuuden ja epätäydellisen informaation vaikutusta siihen. Tuleva tutkimukseni tulee myös olemaan kokeellista. Olen myös opettanut dynaamisen optimoinnin ja sovelletun matematiikan tietokonetöiden kursseilla.



Professori, KTT Mikael Collan
mikael.collan@lut.fi
Lappeenrannan teknillinen yliopisto,
LUT School of Business

Toimin strategisen rahoituksen professorina Lappeenrannan Teknisessä Yliopistossa. Tutkimuksessani olen keskittynyt investointipäätöksenteon tukijärjestelmien, investoinneista koostuvien portfolioiden valinnan kehittämiseen sekä kannattavuuslaskentamenetelmiin. Erityisesti olen kiinnostunut reaaliopliolaskennasta ja reaalioplioiden käytöstä käytännön investointipäätöksenteon tukena. Uusien mallien kehityksessä olen soveltanut sumeita numeroita kuvaamaan epätarkkuutta sekä keskittynyt

päätöksentekoon käytettävän tiedon visualisointiin. Kehittämäni sumea tuottojakauma-menetelmä reaaliopliolaskentaan on nähtävissä osoitteessa <http://www.payofmethod.com>

TkT, KTM Osmo Jauri
osmo.jauri@modelit.fi
Model IT Oy

Olen Model IT:n toimitusjohtaja. Model IT on ohjelmistoyhtiö, joka palvelee finanssisektorin yrityksiä ja erityisenä leipälajinamme on laskenta- ja analyysipainotteiset ratkaisut. Nämä ovat usein sijoitus- tai pankkitoimintaan liittyviä analyysi- ja valintatehtäviä. Viime aikoina olemme kehittäneet Monte Carlo simulointiin perustuvaa oliopohjaista mallinnusta vakuutussopimusten hinnoitteluun ja vakuutusliiketoiminnan analyysiin. Erityisen kiinnostavan alueena olemme nähneet pilvipalvelujen käytön hajautetun laskennan ympäristönä.



ST Esa Lappi
esa.lappi@mil.fi
Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos



Olen Puolustusvoimien Teknillisen Tutkimuslaitoksen sotilasvirassa Elektroniikka- ja informaatiotekniikkaosaston johtajana Riihimäen toimipisteessä. Lisäksi harrastan matematiikan opetusta nuorisolle Päivölän kansanopiston matematiikkalinjalla. Lisensiaatiksi valmistuin Tampereen yliopistosta 2005 ja väittelin Maanpuolustuskorkeakoululla 2012. Diplomi-insinööriksi valmistuin vuonna 1991 TKK:n systeemianalyysistä, ja tämän jälkeen insinööri- ja nuorten opetus ovat olleet agendalla jo kahden vuosikymmenen ajan. Insinöörityöt olivat

aluksi ydinvoimaloiden ja prosessiteollisuuden paloriskianalyysin ja palosimuloinnin parissa; ensin palkoillisenä IVO:lla ja sitten omaa insinööritoimistoa pyörittäen, mutta viimeiset kymmenen vuotta ovat kuluneet sodankäynnin malleja kehittäen erikoisupseerina ja tutkijana. Opetusta harrastin ensin mm. Helsingin matematiikkalukiossa kunnes tie vei Päivölään Valkeakoskelle, jossa asun.

Professori, FT Kaisa Miettinen
kaisa.miettinen@jyu.fi, <http://users.jyu.fi/~miettine/>
Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos

Olen teollisen optimoinnin professori Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnassa tietotekniikan laitoksella ja johdan teollisen optimoinnin tutkimusryhmää. Olen myös Jyväskylän yliopiston tutkimuksesta ja tutkijakoulutuksesta vastaava vararehtori. Päättökimusalani on (jatkuva) epälineaarinen monitavoiteoptimointi. Tutkimukseni ulottuu teoriasta menetelmäkehitykseen, ohjelmistoihin ja eri alojen sovelluksiin. Olen myös kiinnostunut päätöksenteon tukemisesta, evoluutioalgoritmeista ja hybridimenetelmien kehittämisestä sekä laskennallisesti vaativien tehtävien haasteista. Olen International Society on Multiple Criteria Decision Making -seuraan puheenjohtaja.



Johtokunnan varajäsenet



TkT Janne Gustafsson
janne.gustafsson@ilmarinen.fi
Ilmarinen, Sijoitukset

Olen työskennellyt salkunhoitajana Ilmarinen Alfa -sisäisessä hedge-rahastossa eläkevakuutusyhtiö Ilmarisessa helmikuusta 2011. Ennen Ilmarista olin töissä 6 vuotta Cheyne Capital -hedge-rahastossa Lontoossa, ja tätä ennen olen toiminut tutkijana London Business Schoolissa ja Aalto-yliopistolla, missä tutkin epälikvidien sijoitusten arvonmäärittystä ja portfolion optimointia. Sijoitustoimintani keskittyy pääasiassa strukturoituihin luottoriskisijoituksiin sekä näiden lisäksi makrotaloudellisiin trendeihin, joihin tyypillisesti sijoitan osakkeiden ja valuuttojen sekä näiden johdannaisten kautta.

Professori, KTT Markku Kuula
markku.kuula@aalto.fi
Aalto-yliopiston kauppakorkeakolu,
Liiketoiminnan teknologian laitos

Olen aloittanut nykyisessä tehtävässäni 1.8.2009. Tätä ennen toimin tietohallintojohtajana HSE:ssä (1996-2009), Taik:ssa ja TKK:lla (2008-2009). Tutkimuksessa olen erityisesti kiinnostunut erilaisista matemaattisen optimointiin liittyvistä aiheista, joissa sovelluskohteet ovat vaihdelleet teknologioiden valintaongelmista reaaliopitoiden hinnoitteluun. Lisäksi olen kiinnostunut benchmarking-tutkimuksista ja neuvotteluongelmien mallinnuksesta.



Dosentti, FT Osmo Kuusi
osmo.kuusi@utu.fi
Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus
What Futures Oy

Olen 1970-luvulla alkaneen työurani aikana toiminut monenlaisissa tulevaisuudentutkimuksen ja teknologian kehityksen ennakkoinnin hankkeissa ja aktivistina (nyt varapuheenjohtajana) Suomen tulevaisuudentutkimuksen seurassa. Vuosina 2000-2011 toimin eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan pysyvänä tulevaisuudentutkimuksen ja teknologian vaikutusten arvioinnin asiantuntijana ja raporttien kirjoittajana. Kesällä 2012 perustamani What Futures Oy:n hankkeena olen viimeksi ennakkoinut valiokunnalle tulevaisuutta määrittäviä radikaaleja teknologioita. Monenlaisten käytännön politiikkaa suuntaavien projektien ohella olen kiinnostunut erityisesti tulevaisuudentutkimuksen ja ennakkoinnin tieteellisen perustan rakentamisesta. Olen ohjannut ja arvioinut monia alan väitöskirjoja tulevaisuudentutkimuksen ja innovaatiotutkimuksen dosenttina Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa ja Turun Tulevaisuudentutkimuskeskuksen tieteellisenä asiantuntijana. Matemaattisen koulutuksen saaneena "polymathina" myös systeemiajattelu ja matemaattiset ennakkointimallit ovat olleet kiinnostukseni kohteita.



TkT Jyri Mustajoki
jyri.mustajoki@ymparisto.fi
Suomen ympäristökeskus

Aloitin viime syyskuussa erikoistutkijana Suomen ympäristökeskuksessa, mitä ennen olen toiminut tutkijana Teknillisen korkeakoulun Systeemianalyysin laboratoriossa sekä Tampereen teknillisen yliopiston Systeemitekniikan laitoksella. Tutkimusalani on monitavoitearviointi ja etenkin sen soveltaminen ympäristösuunnittelussa. Tämänhetkisenä pääasiallisena tutkimuskohteena on monitavoitearvioinnin menetelmien ja työkalujen kehittäminen ja soveltaminen ympäristövaikutusten arvioinnin tukemiseksi. Tutkimus on osa laajaa EU:n rahoittamaa IMPERIA-hanketta (Improving environmental assessment by adopting good practices and tools of multi-criteria decision analysis").

Professori, Ahti Salo
ahti.salo@aalto.fi
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Olen toiminut vuodesta 1999 lähtien professorina systeemianalyysin laboratoriossa, joka on osa matematiikan ja systeemianalyysin laitosta Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa. Tutkimusryhmäni työn painopisteitä ovat päätösanalyysi ja sen sovellukset innovaatiojohtamisessa, resurssien allokoinnissa, tehokkuusvertailuissa ja riskienhallinnassa. Toimin EURO Journal on Decision Processes-lehden päätoimittajana, EURO:n European Doctoral Dissertation Award (EDDA) -jyryn jäsenenä sekä Tutkijoiden ja kansanedustajien seuran (Tutkas) ja Suomalais-ranskalaisen teknillistieteellisen seuran (AFFRST) hallituksissa.



DI Janne Sorsa
janne.sorsa@kone.com
Kone Oyj



Työskentelen KONE Oyj:n tutkimusosastolla People Flow tiimissä. Tutkimuskenttäämme kuuluu rakennusten henkilöliikenteen mallintaminen, simulointi ja optimointi. Kehitämme KONE Oyj:n sisäiseen käyttöön taloliikennesimulaattoria, jota käytetään rakennusten kuljettimien suunnittelussa yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Simulaattorilla testataan myös hissiryhmän ohjausalgoritmeja, joita kehitetään uusiin asiakastarpeisiin. Valmistelen parhaillaan väitöskirjaa hissiryhmän optimiohjausmalleista Aalto-yliopiston Matematiikan ja systeemianalyysin laitokselle, jossa olen toiminut viime vuosina myös tuntiopettajana.

Seuran sihteeri

DI Jouni Pousi

jouni.pousi@aalto.fi

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,

Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Olen jatko-opiskelija Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulun Matematiikan ja systeemianalyysin laitoksella Systeemianalyysin laboratoriossa, jossa olen työskennellyt vuodesta 2006 lähtien. Tutkimusalani käsittelee Bayes-verkkojen soveltamista simulaatiometamallinnukseen sekä monitavoitteisten vaikutuskaavioiden sovelluksia. Olen toiminut lisäksi peliteorian, tilastollisen analyysin perusteiden sekä systeemien identifioinnin kurssien assistenttina. Seuran sihteerinä olen toiminut vuoden 2011 alusta lähtien.



FORS:in 40-vuotis workshop, 20.-21.8.2013

Suomen Operaatiotutkimusseura juhlii 2013 40 vuotista taivaltaan ja järjestää 20.-21.8.2013 40-vuotis workshopin Lappeenrannassa. Workshopin teema on "Optimointi ja päätöksenteko" ja se käsittelee näitä teemoja laajasti.

Lisätietoja workshopista löydätte verkko-osoitteesta: <http://www.fors40.org>

Toivotamme tervetulleeksi käytännön esitykset operaatiotutkimuksen sovellutuksista elinkeinoelämässä ja julkishallinnossa sekä tutkijat kertomaan uusista tuloksistaan. Mukana on myös kansainvälinen ryhmä kutsuttuja puhujia.



Kaikkien esitysten deadline on 30.5.2013 – eli aikaa on vielä runsaasti! Esitykset/paperit tulee jättää sähköisen järjestelmän kautta osoitteessa: <https://www.easychair.org/conferences/?conf=fors40>

Workshopiin liittyy 19.8. järjestettävä tohtoriopiskelijoille suunnattu konsortio, johon myös muut ovat tervetulleita. Konsortioon osallistuminen kuuluu osallistumismaksuun. Sisältönä on neljä esitystä; kaksi liittyen optimointiin ja kaksi päätöksentekoon.

Lämpimin terveisin ja sydämellisesti tervetuloa Lappeenrantaan elokuussa,

Mikael Collan

FORS40-Workshopin paikallisen järjestelytoimikunnan pj.

FORSin johtokunnan varapj.

LISÄTIETOJA ESITYKSISTÄ LYHYESTI:

Workshopissa on kutsuttujen puhujien lisäksi kolmenlaisia esityksiä:

- 1) Käytännön esitykset operaatiotutkimuksesta teollisuudessa, jätetään lyhyt abstract sisällöstä. Käytäntöä esittelevät esitykset voivat olla suomeksi tai englanniksi. Esityksen kesto n. 20 minuuttia.
- 2) Akateeminen lyhyt paperi (Short paper), max 4-sivuinen tutkimuspaperi, joka käy läpi tupla-sokkomenetelyn ja julkaistaan proceedingsissa, esitys n. 20 minuuttia
- 3) Akateeminen täysi paperi (Full paper), max 12-sivuinen tutkimuspaperi, joka käy läpi tupla-sokkomenettelyn ja julkaistaan proceedingsissa, esitys n. 20 minuuttia

TkT Bernt Åkesson on vuoden 2012 OR-henkilö

Professori, KTT Markku Kuula

Aalto-yliopiston kauppakorkeakolu

Liiketoiminnan teknologian laitos

markku.kuula@aalto.fi

Suomen Operaatiotutkimusseura ry on valinnut TkT Bernt Åkessonin vuoden 2012 OR-henkilöksi.

Åkesson on valmistunut Åbo Akademista diplomi-insinööriksi vuonna 2000 ja väitellyt vuonna 2006. Post-doc tutkijana hän toimi Tanskassa 2006-2007 ja tämän jälkeen hän on työskennellyt Puolustusvoimien Teknillisessä Tutkimuslaitoksessa eri tehtävissä kehittämässä ja soveltamassa taistelun laskentamalleja monitavoitteisissa sotilaallisen suorituskyvyn kehittämis- ja optimointiongelmassa.

Työllään Bernt Åkesson on merkittäväällä tavalla edistänyt laskennallisia malleja, joilla voidaan arvioida taistelun eri osatekijöitä, erityisesti epäsuoraa tulta ja ilmasta - maahan –vaikutusta ja kenttälääkinnän tehokkuutta. Lisäksi hän on tuonut ja soveltanut monitavoiteoptimoinnin menetelmiä puolustushallinnon päätösanalyysiin.



TkT Bernt Åkesson (oikealla) vastaanottaa palkinnon seuran vuoden 2012 puheenjohtaja Markku Kuulalta (vasemmalla).

Åkesson on tuottanut uutta, ja aiempaa tietoa ratkaisevasti täydentävää järjestelmien vaikuttavuuden mallinnusta puolustushallinnon tarpeisiin. Laskentamallien avulla voidaan entistä tarkemmin arvioida teknisten ja taktisten päätösten vaikutusta taistelukentän oloissa, ja luoda tieteellisesti pitävä pohja puolustusvoimien kehittämisen edellyttämiin päätöksiin.

FORS-juhlaseminaari: Monitavoitteisen päätöksenteon soveltaminen käytännössä

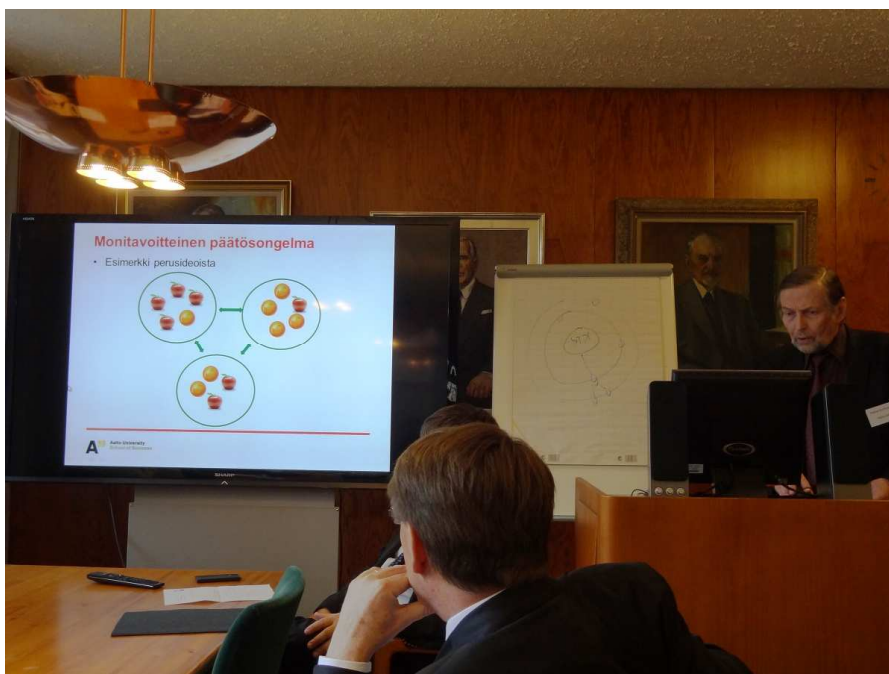
DI Jouni Pousi

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu

Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

jouni.pousi@aalto.fi

FORS järjesti 15.11.2012 juhlaseminaarin kunniapuheenjohtaja professori Pekka Korhosen eläkkeelle jäännin kunniaksi. Seminaari järjestettiin Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulun päärakennuksessa aiheenaan "Monitavoitteisen päätöksenteon soveltaminen käytännössä". Seminaariin osallistui noin 25 henkeä.



Prof. Pekka Korhonen pitämässä esitystään.

Seminaarin avasi Prof. Jyrki Wallenius Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulusta. Juhlaseminaarin pääesityksen piti Prof. Pekka Korhonen otsikolla "Monitavoitteisten arviointi- ja suunnitteluongelmien ratkaiseminen". Esitystä jatkoi FT Hannu Korhonen, joka esitteli Pekka Korhosen ja Jyrki Walleniuksen kehittämän Pareto Race-menetelmän modernisoidun version.

Käytännön näkemystä monitavoitteisen päätöksenteon ongelmiin tarjosivat KTT Veli-Pekka Heikkinen esityksellä "Optimoinnin monet tavoitteet", KTT Mikko Syrjänen esityksellä "Operaatiotutkimuksen ajattelutapa - matka tutkimusmaailmasta teollisuuteen" ja Prof. KTT Timo Kuosmanen esityksellä "Tehokkuusmittaus sähköverkkotoiminnan valvontamallissa".

Seminaarin ohjelma sekä esitysten kalvot ovat tarkasteltavissa seuran kotisivuilla osoitteessa:

www.operaatiotutkimus.fi/seminaarit/212/

Tunteva tietokone – tulevaisuuden päättäjä

Martti O. Hosia

Julkaistu Suomen Kuvalehden numerossa 13/1983

Uudelleenjulkaistu kirjoittajan ja Suomen Kuvalehden luvalla

Voidaanko päätöksenteko puristaa yhteen matemaattiseen kaavaan?

”Kyllä ja ei”, vastaa professori Olli Lokki, operaatiotutkija.

Yksi Suomen varmasti vähimmin tunnettuja yhdistyksiä on Suomen Operaatiotutkimusseura FORS – The Finnish Operations Research Society.

Operaatiotutkimuksen päämäärä on kuitenkin varsin haastava: tavoitteena on selvittää, miten matematiikka voitaisiin yhdistää päätöksentekoon.

Alkunsa operaatiotutkimus sai toisen maailmansodan aikana vuonna 1941, kun fyysikko P.M.S. Blackett perusti Englannin ilmavoimiin erityisen ”operaatiotutkimusosaston”.

Osaston tehtävä oli laskea, miten liittoutuneiden laivat voisivat ylittää Pohjois-Atlantin mahdollisimman pienin tappioin. Matemaattinen analyysi osoitti, että turvallisin tapa on liikkua suurissa saattueissa, joille voidaan keskittää vahva hävittäjäsuoja.

Sodan jälkeen operaatiotutkimus siirrettiin suoraa päätä yrityselämän palvelukseen; sodankäynnillä ja liikeyrityksen johtamisella ei nykyisten käsitysten mukaan ole kovin suurta eroa.

Tällä hetkellä operaatiotutkimus ja liikkeenjohtotiede ovat varsin lähellä toisiaan. Sekaannuksen lisäämiseksi on käytössä myös termi systeemianalyysi. Suomessa operaatiotutkimuksen opit ovat parhaiten tunkeutuneet suuryhtiöihin kuten esimerkiksi Ensoon ja Nokiaan, valtionhallintoon ja tietenkin armeijaan.

Maailmalla yksi tutkimuksen pääpaikoista on IIASA, Kansainvälinen sovelletun systeemianalyysin instituutti Wienissä. Instituutin erityispiirre on se, että mukana ovat yhtä innokkaasti niin idän kuin lännenkin tiedemiehet. Systeemianalyysi kiinnostaa erityisesti Itä-Euroopan sosialistisia valtioita, koska niissä koko kansantaloutta johdetaan enemmän tai vähemmän suunnitelmallisesti.

Lupaukset puuta heinää

”Operaatiotutkimuksessa kävi niin kuin monilla nopeasti kasvaneilla aloilla: innostuttiin liikaa ja alettiin lupaila, että kaikki ongelmat ratkeavat. Se oli tietysti puuta heinää”, toteaa professori Olli Lokki, joka on operaatiotutkimuksen pioneereja Suomessa. Nykyisin Lokki johtaa Teknisten tieteiden akatemiaa.

”1950-luvulla alalla toki oli hirveän hauskaa. Silloin alkoi tulla käytäntöön tarkoitettuja matemaattisia menetelmiä, joista oli hauska luennoida korkeakouluissa”, Lokki sanoo. Liike-elämä pani koetteelle operaatiotutkimuksen suurmiehen, professori George B. Danzigin kehittämät teoriat. Sovelluksissa kehiteltiin ratkaisuja monimutkaisten kuljetusverkostojen parhaasta toiminnasta tai siitä, miten kauppa voi pitää hyppysissään suurten tavaravalikoimien ostot ja varastoinnit. Epäilykset tulivat vasta myöhemmin.

”Operaatioanalyysi ei tarpeeksi ottanut huomioon tulevaisuuden epävarmuutta. Nykyiset lineaariset mallit ovat aivan onnettomia: miten maailma muuttuu, jos kasvu jatkuu samanlaisena kuin ennen”, Lokki arvostelee.

”Tähän saakka taloudessa on pärjätty ottamalla käyttöön entistä enemmän raaka-ainetta ja energiaa. Nyt kun kasvu on pysähtynyt pitää keksiä jotain muuta”.

”Systemaattisten ongelmien ratkaisu voi olla voima, jolla tulevaisuuden yhteiskunta saadaan liikkeelle”, Lokki uskoo.

Jotta tähän päästäisiin operaatioanalyysin tulee kuitenkin tehdä laadullinen loikka eteenpäin. ”Malleissa pitää edetä riskialueelle, tulevaisuuden epävarmuuden huomioimiseen. Päätöksentekijät on otettava mukaan mallien tekemiseen”, Lokki hahmottelee.

Päätöksenteon 500 rajoitusta

Maallikko voisi sanoa, että maailma on jo liian monimutkainen vanhakantaiseen ”suoraan hatusta” – päätöksentekoon. Toisaalta tietokoneille syötetyt mallit eivät nekään vielä ole tarpeeksi kehittyneitä.

”Yhdessä operaatioanalyysissä voi olla 10000 riviä tekstiä ja ehkä 500 rajoitusehtoa, useimmiten erilaisia resurssirajoituksia, joihin toiminnassa törmätään”, Lokki selittää.

Operaatiotutkimuksen tulevaa suuntaa kaavailee toinen spesialisti, OR-seuran puheenjohtaja, tohtori Pekka Korhonen näin:

”Strategiset, taktiset ja nopeaa ratkaisua tarvitsevat johdon suunnittelu- ja päätöksenteko-ongelmat ovat alkaneet kiinnostaa operaatiotutkijoita. Ongelmat sisältävät monia inhimillisiä elementtejä, joita ei yksinomaan matemaattisella mallilla voida käsitellä”.

Operaatiotutkimusta onkin arvosteltu siitä, että tutkijat ovat kiinnostuneempia malleistaan kuin elävästä elämästä, ongelmien ratkaisusta.

”Maailma tulisi niin hiivatin kuivaksi, jos kaikki ajatukset voitaisiin puristaa matemaattisen yhtälön muotoon. Luovuudella täytyy jättää oma rakonsa”, Lokki myöntää.

”Mutta kyllä operaatiotutkimukseenkin voidaan ottaa arvoja ja tunnetta mukaa”, Lokki vakuuttaa. Uusimmissa monikriteerimenetelmissä päätöksentekoon voidaan sisällyttää monia päämääriä: katetuottoa ja markkinaosuutta mutta myös työllisyyttä ja luonnonsuojelua.”

”Ensin pitäisi kuitenkin luoda uusi päätöksentekijäpolvi, joka ei pelkää tietokoneita. Koneet kehittyvät vaikka kuinka nopeasti, mutta ihmisten pitäisi myös pystyä käyttämään niitä.”

Reaaliopiot: Erittäin lyhyt oppimäärä

Professori, KTT Mikael Collan

Lappeenrannan teknillinen yliopisto,

Kauppätieteiden tiedekunta

Reaaliopiot (real options) ovat liiketoiminnassa ”käsin kosketeltavalla” reaalipuolella esiintyviä joustoja muuttaa asioita tai tehdä uusia asioita. Nämä joustot antavat meille mahdollisuuden tehdä muutoksia tai aloittaa uutta, mutta eivät pakota meitä – toimimme vain, mikäli se on kannattavaa: ”Tämä mahdollisuus, mutta ei pakko” vastaa rahoitusoption omistajalleen antamaa oikeutta ja siitä syystä reaalipuolen joustoja voidaan nimittää ”reaalioptioiksi”.

Reaaliopiot ovat kiinnostavia, koska ne tuovat lisäarvoa. Kysymys on siis siitä, että epävarmuuden vallitessa mahdollisuudet muuttaa toimintaa luovat potentiaalia, sillä maailman muuttuessa positiiviseen suuntaan voidaan muutoksia tekemällä ”kaapata” voittoja tai muutoksen sattuessa huonoon suuntaan ”puolustautua” huonoa lopputulemaa vastaan – kummassakin tapauksessa lopputulos on parempi kuin lopputulos, joka saavutetaan tekemättä mitään. Voidaankin ajatella seuraavasti: Reaaliopiot (mahdollisuudet muuttaa / toimia) + Epävarmuus (muutoksen mahdollisuus) = Potentiaali.

Esimerkki: Brasilialaiset flex-fuel autot voivat käyttää polttoaineenaan mitä tahansa alkoholin ja bensiinin sekoitussuhdetta; autoon tankataan sitä polttoainetta, mikä milloinkin on edullisempaa. Kyseessä on mahdollisuus valita ”raaka-aine”, joka on siis reaalioptio. Mikäli vaihtoehtoa ei olisi, auton omistaja joutuisi tankkaamaan ”pakosta” jompaakumpaa ja olisi ”lukittuna” valitun polttoaineen hintaan. Reaalioptio siis lisää auton arvoa, koska se potentiaalisesti vähentää auton käyttökustannuksia.

Luonnollinen kysymys, joka nousee pintaan on: Miten arvokas flex-fuel auton mahdollisuus valita polttoaine on? Tai miten arvokkaita reaaliopiot ovat yleensä? Näihin kysymyksiin voidaan saada vastaus reaaliopiolaskennalla, jota kutsutaan yleisesti myös reaalioptioarvonmääritykseksi.

Reaalioptioarvonmäärityksen ajatus voidaan kiteyttää seuraavasti: ”Koska yritysten reaali-investointeihin liittyy usein optionkaltaisia mahdollisuuksia, niin voimme laskea niille arvon samalla tapaa kuin optiosopimuksille.”

Tämä ajatus ei ole täysin ongelmaton, sillä optiosopimusten arvon laskentaan perinteisesti käytetyt mallit on rakennettu rahoitusteoriaan liitettyjen olettamusten varaan. Tämä tarkoittaa käytännössä, että oletukset, jotka ehkä pätevät rahoitusinstrumenteille (optiosopimuksille) eivät välttämättä pädekään reaali-investoinneista löytyville reaalioptioille.

Reaaliopiot ovat olleet akateemisen tutkimuksen kohteena seitsemänkymmentäluvun lopusta lähtien, ja termin ”reaalioptio” voidaan katsoa syntyneen Stewart Myersin vuonna 1977 julkaistussa artikkelissa. Tutkimus on pääasiallisesti keskittynyt reaaliopiomalleihin. Ensimmäiset reaalioptioarvon määritykset tehtiin 70-luvun loppupuolella käyttämällä Blackin ja Scholesin v. 1973 kehitettyä rahoitusoption arvon laskentakaavaa sellaisenaan, toinen paljon käytetty malli on ollut ns. binomipuumalli. Rahoitusoptioiden arvonmääritys perustuu oletukseen, että optiosopimuksen taustalla olevan hyödykkeen arvo vaihtelee satunnaisesti ja, että taustahyödykkeen tulevaisuuden hintaodotusten todennäköisyysjakauma voidaan mallintaa stokastisella prosessilla. Black-Scholes malli käyttää geometrista Brownin liikettä, johon on upotettu keskiarvon tendenssi kivuta ajan kuluessa korkeammalle (ns. drift). Mallit ottavat mm. nämä oletukset annettuina.

Nämä rahoitusoptioita varten suunnitellut mallit ovat olleet reaaliopiotutkimuksen ”mainstreamia” ja erilaiset näiden mallien pohjalta tehdyt, modifioidut mallit ja niiden käyttö on ollut tutkimuksen ytimessä. Käytännön sovellutuksia ja reaalioptioajattelun käyttöä yrityksissä on tutkittu verrattaen vähän. Voidaankin sanoa reaalioptioiden ”matemaattisen puolen” saaneen enemmän huomiota, kuin itse reaalioptioiden sinänsä.

Varsinaisia, alun perin reaalioptioita varten suunniteltuja arvonmääritysmalleja on alkanut ilmestyä vasta vuosituhaten vaihteen jälkeen. Lentokonevalmistaja Boeingilla työskentelevän Scott Mathewsin ja Dr. Vinay Datarin 2004 yhdessä rakentama *Datar-Mathews menetelmä* perustuu Monte Carlo-simulaation käyttämiseen reaalioption odotusarvojakauman luomisessa. Menetelmä on taulukkolaskentaohjelmalla käytettävissä ja yhteensopiva yritysten perinteisen kannattavuuslaskenta-ajattelun kanssa. Boeing käyttää menetelmää arvioidessaan tutkimus ja kehitysinvestointejaan.

Sumeaa logiikkaa hyväksikäyttävä *pay-off method*, suomeksi tuottojakauma-menetelmä on vuonna 2009 Suomessa kehitetty investointianalyysimalli, joka sisältää reaalioption arvonmäärittelyn. Malli perustuu kassavirtaskenaarioihin, joiden pohjalta rakennetaan yksinkertainen kolmion tai trapezoidin muotoinen tuottojakauma. Tuottojakauma vastaa yllä mainittua odotusarvojen todennäköisyysjakamaa, mutta se ei ole todennäköisyysjakauma, vaan sumea luku. Itse laskenta suoritetaan siis sumeaa aritmetiikkaa käyttämällä. Koska käytössä oleva jakauma on kolmion tai trapezoidin muotoinen, muodostuu laskenta hyvin yksinkertaiseksi. Tuottojakauksen menetelmän lähtökohtana on ollut mahdollisimman yksinkertaisen menetelmän rakentaminen teollisuuden tarpeisiin. Lisätietoja löytyy osoitteesta www.payoffmethod.com.

Reaalioptioille suunnitellut mallit mahdollistavat arvonmäärittelyn reaalioptioille tyypillisen epätäydellisen ja epätäsmällisen tiedon vallitessa sekä ilman taustahyödykkeeseen liittyviä olettamuksia – tämä on erittäin tärkeää, sillä perinteiset rahoitusoptioihin perustuvat reaaliopiomallit ovat oletustensa vuoksi olleet usein epäuskottavia. Perinteiset mallit ovat lisäksi monimutkaisia ja vaikeakäyttöisiä. Uusien parempien menetelmien syntyminen tullee näkymään jatkossa reaaliopiolaskennan lisääntyvänä käyttöönottona yrityksissä ja reaaliopiomenetelmien opetuksen lisääntymisenä oppilaitoksissa.

Reaaliopiotutkimukseen liittyy paljon haasteita, tulosten esittäminen graafisesti, menetelmiin liittyvät parhaat käytänteet (best practice), eri menetelmien sopivuus erilaisiin tilanteisiin, uudet menetelmät ja mallintamiseen liittyvät valinnat tulevat jatkossa tarjoamaan paljon tutkimuskohteita.

Tähän mennessä tärkeimmät reaaliopiotiden sovellusalueet ovat olleet tutkimus ja kehitys investoinnit (T&K), öljyteollisuus ja kaivosala. Reaaliopioanalyysi tuo kuitenkin lisäarvoa yleisesti ottaen kaikenlaisten epävarmuuden vallitessa tehtävien investointipäätösten tekoon. Uudet menetelmät avaavat ”markkinat” myös investoinneille, joita ei aiemmin ole voitu analysoida reaaliopiotimenetelmillä luotettavasti.

Mikael Collan

Kirjoittaja on tutkinut reaaliopioita vuodesta 1999

Lähteet:

Black, F. and M. Scholes (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." Journal of Political Economy 81(May-June): 637-659.

Cox, J., S. Ross, et al. (1979). "Option Pricing: A Simplified Approach." Journal of Financial Economics 7: 229-263.

Mathews, S., V. Datar, et al. (2007). "A Practical Method for Valuing Real Options: The Boeing Approach." Journal of Applied Corporate Finance 19(2): 95-104.

Myers, S. (1977). "Determinants of corporate borrowing." Journal of Financial Economics 5: 146-175.

Collan, M., R. Fullér, et al. (2009). "Fuzzy pay-off method for real option valuation." Journal of Applied Mathematics and Decision Systems 2009.

No Limits

Osmo Jauri, CEO,

Model IT Ltd

+358 40 751 4956, osmo.jauri@modelit.fi

Timo Penttilä, Senior Partner,

Model IT Ltd,

+358 400 580 485, timo.penttila@modelit.fi

Contract level Monte Carlo is the new normal for insurance industry. In this article we demonstrate how it works in practice.

Traditionally contract level Monte Carlo simulation has been considered computationally too slow for large portfolios. On the other hand, it would offer great advantages:

- No simplifications: all products work as in reality
- No replicating portfolios: all is done contract-by-contract
- No option theory needed: embedded options are priced inside Monte Carlo

Monte Carlo simulation offers more complete information since all variables carry full probability distributions. Results are more reliable due to reduced model risk. When we incorporate asset-side valuations and hedging strategies into the model, one model can apply to many tasks: financial planning, actuarial modelling, product development and ALM/Risk management. It can offer significant economic benefits, particularly when building an internal model and complying with regulatory requirements.

To achieve these benefits many have been using short-cuts, grouping of contracts and a mixture of deterministic and stochastic valuation techniques. On the other hand, prudent management of model risk has a clear message: The less you assume, the less you have to explain. Grouping of contracts with embedded options will, in practice, replace a portfolio of options with one option and that operation carries substantial model risk. If that can be avoided, there is no need to proof the justification and we know that cash-flow risk is correctly shown. Equally, it is very hard to control the model risk when you combine deterministic and stochastic modelling. In this article we study an approach where no compromises are made and all valuations are based on future cash-flow simulations created at contract level. But is it too heavy to run?

New technology

High speed simulation is created by combining two different technologies: distributed computing and advanced software design.

Distributed computing provides high computational capacity by dividing tasks among several cores, CPUs and workstations, inside a workstation, on a LAN or cloud service. Cloud services offer high performance computer cluster power at potentially lower cost, because the user defines the number of CPU-cores he wishes to use and pays by core-hours spent, in other words for the processing power used but not for time when the cluster is idle, as when you set up your own internal cluster. The expense is the same for taking one core for 100 hours or 100 cores for one hour.

Modern tools offer several concepts to ease model building and help to speed-up computations. Modelling work can be simplified by using rule based object oriented modelling. When we create our model based on rules and objects our model becomes easy to use, document and audit, in contrast to algorithm and procedure based models. Simulations can be executed in vector form instead of For-loops and intelligent algorithms can minimise unnecessary work by detecting differences between products.

How does it work in practice?

We present two real-life cases, where we apply contract level Monte Carlo to real-life insurance portfolios. Both models are built on pure stochastic modelling at contract/customer level. We run the models both locally on workstations and for comparison in a cloud service. Accordingly, we receive full probability distributions for all variables for all time steps. Desired analysis can be built on those, like valuation of liabilities or effects of external shocks. Also EU Solvency 2 style MCEV/SCR can be based on that.

Case A - Life Insurance

Case A is a life insurance company with 50 000 contracts, including traditional risk policies and savings-based products. The model was set up to run for 60 years with changing time steps, starting with one month steps and running 12 month steps in the end. All products and cash-flows were defined as in real life, accounting for all fees and other cash-flows. Customer behaviour was specified through stochastic lapses and premiums. Policy holders were simulated to have disability and death risks. Economic scenarios were read from a separate source.

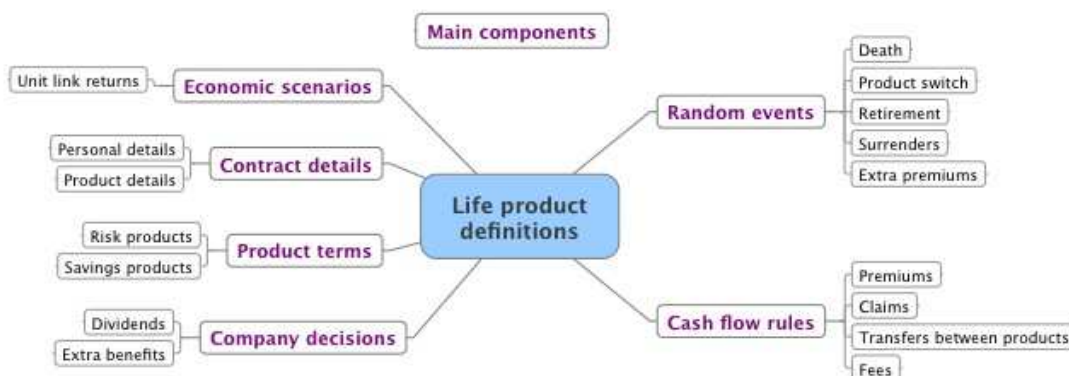


Figure 1. Overview of Case A life insurance product model

Summary of model structure and execution time are in Table 1 below.

Case B - motor vehicle insurance

Case B is a P&C company where motor vehicle insurance portfolio was analysed. Contracts were traffic insurance contracts, covering all damages policy holder cause to opposite party plus damages to own vehicle. The model structure was set according to company preferences and in this case the model covered seven different types of claims with correlation structure, all seven claim types having stochastic size and three having also stochastic time frame (see Figure 2).

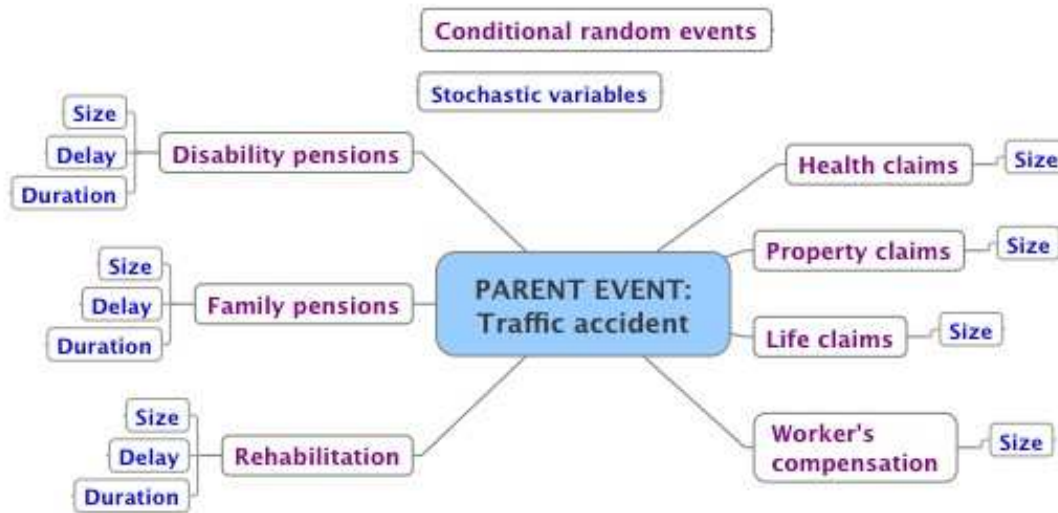


Figure 2. Overview of Case B motor vehicle insurance model

Simulation model and simulation time are shown in the Table 1 below.

Table 1. Summary of models and execution times

Case	Life Insurance	Traffic Insurance
Number of contracts	50 000+	280 000+
Product type	Life and pension, risk and savings based	Motor vehicle, covers all damages to opposite party
Simulation time span	60 years, variable time step	50 years, variable time step
Stochastic variables	Lapses, premiums, product switches, disability, death	Collisions, claims' sizes, time frames
Dynamic decisions	Benefits and dividends, once a year	None
Simulation rounds	1 000	1 000
Execution time	18 minutes	11 minutes
CPU Hardware	2 x 6 core Intel Xeon	2 x 4 core Intel Xeon

Does it run in a Cloud?

In theory when we increase the number of cores (n) the price of computation remains the same, while calendar time spent gets shorter ($1/n$). In practice this is not true: There are increased data transfers between cores and there are parts of software code that cannot be distributed among cores. When we associate a small number of cores the computation are close to linear with factor one. When we tested 64-core cloud against 2-core workstation the computation time came down 93-94 % while our $1/n$ formula forecasts a cut-off of 96 %.

When we associate thousands of cores, the loss in efficiency may grow in importance. We cannot specify optimal core recommendations; performance depends on the products analysed, data communication within - and the hardware used on - the cloud, not to mention one's personal preference between time and money. However, you can test it fairly easily.

Increasing simulation rounds does not multiply computation time with equal factor. Our experience shows that multiplying simulation rounds from 1 000 to 10 000 the computation time will increase by a factor of 2-4 depending on product mix, both on cloud service and local workstations.

How were the models built?

In both cases we defined all relevant product and technical specifications into the models. In practice, creating an insurance business model required four definitions:

1. Product terms. Products were defined as agreements of exchanging cash-flows when given circumstances are met by using object oriented modelling language.
2. Random variables and processes. This includes customer behaviour and claim processes and was done partly by using object oriented modelling and partly by writing rules as MATLAB sentences.
3. Company balance sheet formulas and technical specifications. In our examples we used mark-to-market valuations.
4. Decision making rules. These affect the course of a simulation by making path dependent decisions. In case A we applied rules for dividends and benefits.

In addition, we imported economic scenarios and contract details policy by policy.

Summary

We run these tests by using mSII modelling software developed by Model IT Ltd. There is only one version that works for life, health and non-life products. mSII has been built by using MATLAB from MathWorks and runs on top of MATLAB. It is designed to support distributed computing. mSII has been tested both using both Microsoft's Azure and MathWorks/MATLAB Distributed Computing Server/Amazon EC2 cloud. Results referred here are based from testing EC2 cloud service.

Using EC2 through ready-made MATLAB functionality is easy. One needs to use MATLAB Parallel Computing Toolbox to connect to MATLAB Distributed Computing Server and that will connect to EC2 cloud. Creating a 64-core or 256-core computation server takes only a few minutes, so start-up and shut-down times do not eat up your budget.

In this article we demonstrated that contract level Monte Carlo is applicable to real life modelling. By using distributed computing and cloud services requested performance can be reached with low costs. Perhaps the new normal for insurance industry is to expect powerful results quickly and with low costs.

Osmo Jauri, Dr.Tech., M.Sc. (Econ.), and Timo Penttilä, DBA (Finance) work for Model IT Ltd. Model IT specialises on insurance and asset management solutions.

<http://ewepa.org>

Järjestyksessään 13. European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis (WEPEA) järjestetään Aalto-yliopiston



kauppakorkeakoulussa 17-20 kesäkuuta, 2013. Tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin tutkijat ja soveltajat kaikkialta maailmasta kokoontuvat tähän joka toinen vuosi järjestettävään yhteen tutkimusalanen päätahtumista esittämään alan viimeisintä teoreettista ja sovellettua tutkimusta sekä keskustelemaan tutkimusalan kehityksestä. Perinteisesti WEPEA on koonnut yhteen tutkijoita sekä taloustieteen, että operaatiotutkimuksen aloilta ja konferenssissa esitettyjen tutkimusten sovellusalat ovat koskeneet laajasti eri aiheita kuten esimerkiksi: koulutus, terveydenhuolto, energiamarkkinat, rahoitus, maatalous, joukkoliikenne ja makrotason tuottavuus.

Tänä vuonna konferenssin yhtenä suurena teemana on tuottavuus- ja tehokkuustutkimuksen menneen, nykyisen ja tulevan tilan tarkastelu kokonaisuudessaan. Tämä heijastuu ennen kaikkea konferenssin kolmessa pääsessiossa. Tiistaina 18. kesäkuuta järjestettävässä sessiossa alan päälehden Journal of Productivity Analysis nykyinen päätoimittaja William Greene ja hänen edeltäjänsä Robin Sickles keskustelevat tutkimusalan viimeaikaisesta kehityksestä lehden näkökulmasta. William Greene on tullut tunnetuksi kirjoittamastaan ekonometrian oppikirjasta Econometric Analysis (Prentice Hall), jota käytetään jatko-opintovaiheen ekonometrian oppikirjana laajalti ympäri maailmaa. Keskiviikon pääsessiossa "That's Interesting" –kilpailun kolme finalistia esittävät paperinsa koko konferenssiyleisölle. Tässä kilpailussa kaikista konferenssiin lähetetyistä papereista finaaliin on valittu kolme sellaista tutkimusta, jotka parhaiten edustavat tutkimusalojen rajoja rikkovaa ja innovatiivista lähestymistapaa tuottavuus- ja tehokkuusanalyysiin. Torstain pääsessio järjestetään viime vuonna menehtyneen professori William W. Cooperin muistolle. Session paneelikeskustelussa Mette Asmild, Laurens Cherchye, Maria Portela ja Timo Kuosmanen keskustelevat teemasta "Application Driven Theory" ja professori Cooperin vaikutuksesta sekä perinnöstä tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin alalla. William W. Cooper oli yksi operaatiotutkimuksen johtavia nimiä ja hän toimi muun muassa The Institute of Management Sciences järjestön ensimmäisenä puheenjohtajana. Vuonna 1982 hänet palkittiin yhdessä pitkäaikaisen yhteistyökumppaninsa Abraham Charnesin kanssa John Von Neumann Theory –palkinnolla, joka myönnetään merkittävästä kontribuutiosta operaatiotutkimuksen teoriaan. Tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin tutkijoiden parissa professori Cooper tuli erityisen tunnetuksi hänen kontribuutiostaan DEA-menetelmän (Data Envelopment Analysis) kehittämisessä.

Yllä mainittujen pääsessioiden lisäksi konferenssin lukuisat rinnakkaisessiot tarjoavat paljon viimeisintä alan tutkimustietoa. Perinteinen nuorten tutkijoiden työpaja täyttää koko konferenssin ensimmäisen päivän. Tällöin nuorilla lahjakkuuksilla on mahdollisuus esittää tutkimuksiaan suuremman yleisön edessä ja saada myös syvempää palautetta töistään. Käytännön soveltajille erityisen mielenkiintoisia ovat taas Energiemarkkinaviraston (www.emvi.fi) järjestämä erikoissessio sähkömarkkinoiden regulaatiosta sekä ohjelmistotutoriaalit, joissa tutustaan tutkijoiden ja soveltajien usein tuottavuus- ja tehokkuusanalyysissa työkaluina käyttämiin ohjelmistoihin kuten R, GAMS ja AIMMS.

Konferenssia edeltävällä viikolla (10.-15. kesäkuuta) tutkimusalasta kiinnostuneilla opiskelijoilla on ainutlaatuinen tilaisuus osallistua tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin menetelmiin keskittyvälle intensiivikurssille "Productivity and Efficiency Analysis". Kurssilla käydään läpi niin alan perusmenetelmiä kuin niiden laajennuksia. Kurssin ohjaajina toimivat:

- Timo Kuosmanen, Professor, Aalto University School of Business, Finland.
- Andrew Johnson, Associate Professor, Texas A&M University, USA.
- Christopher Parmeter, Assistant Professor, University of Miami School of Business, USA.

Konferenssin päiväohjelman lisäksi konferenssivieraat voivat nauttia konferenssin kattavasta iltaohjelmasta. Konferenssin iltaohjelmaan sisältyy:

- Helsingin kaupungin järjestämä tervetuliaisvastaanotto
- Iltatilaisuus Aalto-yliopiston kauppakorkeakoululla. Musiikkiesityksestä vastaa KY:n kuoro.
- Konferenssi-illallinen Finlandia-talossa. Musiikkiesityksestä vastaa KY:n kuoro.
- Läksiäisvastaanotto Aalto yliopiston kauppakorkeakoululla. Musiikista vastaa The Btones.

Aurinkoista kevättä ja toivottavasti näemme kesäkuussa!

- EWEPA"13 järjetelytoimikunta



23rd Jyväskylä Summer School, 7th - 23rd August 2013

www.jyu.fi/summerschool



AHEAD OF ITS TIME
FOR 150 YEARS



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

The Jyväskylä Summer School is organized by the Faculty of Mathematics and Science and the Faculty of Information Technology at the University of Jyväskylä, Finland. The Summer School annually offers courses for advanced master's students, graduate students and post-docs in the various fields of science and information technology. Finnish and international students from these fields are encouraged to take advantage of the high-quality interdisciplinary teaching of the School.

All advanced Master's students, graduate students and post-docs in the subjects of the School are invited to apply for the 23rd Jyväskylä Summer School. The language of instruction is English in all Summer School courses.

In total 24 courses will be organized during the School, including the course:

Modelling Strategic Decisions

Lecturer: Dr. Gilberto Montibeller (London School of Economics)

Coordinator: Dr. Markus Hartikainen

Lectures: 20 h (5 x 4 h) lectures

Credits: 3 ECTS

Maximum Number of Students: 30

Passing: Obligatory attendance at lectures and a final group work (where each team will present their analysis of a real-world strategic decision)

Prerequisites: The course is aimed at graduate students and pos-docs interested in Operations Research and/or Decision Sciences, but strong advanced undergraduate students might find it suitable. A basic quantitative background is required.

Abstract: Strategic decisions, such as whether a company should get into a new market, whether a government should implement a new policy, or what kind of career one should follow, are much harder to formulate and analyse than tactical ones. They require large amounts of resources and commitments, which may be irreversible. They involve long-term consequences that are hard to predict. And they require considering multiple, often conflicting, strategic objectives, which are difficult to balance, particularly in the presence of risk and uncertainty. In this course we will show how Risk and Decision Analysis can be used to analyse these decisions, from structuring the decision model to finding out robust solutions against deep uncertainties and conflicting objectives. The course has an interactive and hands-on approach, with a mix of theoretical lectures and team work.

During the week course participants will:

- Get acquainted with the framework for analysing decisions with multiple objectives and uncertainty;
- Learn decision modelling skills for representing complex strategic decisions;
- Learn how to use decision software to support strategic decisions and gain hands-on experience for representing strategic objectives and value trade-offs, as well as uncertainties and risks;
- Analyse the impact of strategies on these objectives and choose high-value strategic options, taking into account strategic objectives, risks and uncertainties;
- Be aware of systematic cognitive biases that operate on individuals and groups, during modelling and decision making.

More information on the summer school and the application form are available at :

www.jyu.fi/summerschool

The deadline for applications is 30th April 2013.

CONTACT INFORMATION:

Jyväskylä Summer School

Faculty of Mathematics and Science

P.O. Box 35 (YK 312)

40014 University of Jyväskylä, FINLAND

Tel: +358 50 5818 351

Email: jss@jyu.fi

PhD Thesis: Approximation method for computationally expensive nonconvex multiobjective optimization problems

Author: Tomi Haanpää

Supervisors: Professor Kaisa Miettinen
Department of Mathematical Information Technology
University of Jyväskylä

Senior assistant Jussi Hakanen
Department of Mathematical Information Technology
University of Jyväskylä

Preliminary examiners: Professor David Rios Insua
Department of Statistic and Operations Research
Rey Juan Carlos University, Spain

Professor emeritus Theodor Stewart
Department of Statistical Sciences
University of Cape Town, South Africa

Opponent: Professor emeritus Pekka Korhonen
Department of Information and Service Economy
Aalto University School of Business, Finland

Abstract:

The importance of optimization for decision makers solving real-life engineering problems has increased in recent decades. In the literature, methods created for multiobjective optimization problems are typically directed for problems where objective function values can be calculated fast. If function evaluations are computationally expensive, i.e. time-consuming, then only few methods are available and, usually, they involve assumptions like convex objective functions. To be able to solve more demanding multiobjective optimization problems in future, both the nonconvexity and the computational cost of the problem in question must be considered. In this thesis, an approximation method, Interactive HyperBox Exploration (IHBE), is proposed for computationally expensive nonconvex multiobjective optimization problems.

The IHBE method has been developed so that a decision maker can conveniently investigate the objective space and learn about possibilities and limitations of solutions which are available for the multiobjective optimization problem at hand. In order to lessen the computational expense of the problem, an approximation of the Pareto front is used in the method. The approximation is based on a surrogate function and pre-calculated Pareto optimal objective vectors. By specifying desirable upper and lower bounds for the vectors, the decision maker makes queries about what kind of approximated Pareto optimal objective vectors are available. The method either presents approximated Pareto optimal objective vectors satisfying the bounds or helps the decision maker in setting the bounds in a way that approximated Pareto optimal objective vectors can be found.

Doctoral Thesis: Rank-based information in multi-attribute decision and efficiency analysis

Author: Antti Punkka

Supervisor: Professor Ahti Salo,
Department of mathematics and systems analysis,
Aalto University School of Science

Preliminary examiners: Professor Luis C. Dias,
University of Coimbra, Portugal

Professor David L. Olson,
University of Nebraska, Lincoln, USA

Opponent: Professor Robert T. Clemen,
Duke University, USA

Abstract:

Additive multi-attribute value models are widely employed in decision and efficiency analysis. Difficulties in specifying preferences for these models have motivated the development of methods that admit incomplete preference information, identify non-dominated alternatives and provide recommendations with heuristic decision rules. These methods accommodate many types of preference statements. Yet, several studies suggest that decision makers prefer to provide rank-based information rather than numerical statements.

First, this thesis defines the notion of incomplete ordinal information, which can capture statements about the relative importance of the attributes and about the achievement levels of alternatives. The thesis then develops an optimization model for identifying non-dominated alternatives when alternatives and preferences are characterized by incomplete ordinal information and possibly by other types of incomplete information. These forms of information can, for example, help stakeholders to arrive at a joint preference characterization.

Second, the thesis shows that the recommendations of many decision rules depend on the selected normalization of value functions. Motivated partly by this, the thesis develops optimization models to determine all the rankings the alternatives attain with the model parameters that are consistent with the stated incomplete information. The resulting ranking intervals help, for example, analyze how sensitive the alternatives' rankings are to the model parameters.

Third, the thesis introduces dominance relations and ranking intervals for the efficiency analysis of decision making units when efficiency is measured through ratios of multi-attribute output and input values, as in the original data envelopment analysis method. These relations and intervals, which can be computed with the optimization models developed in the thesis, make it possible to compare any two decision making units independent of what other units are included in the analysis and to analyze how sensitive the efficiency of a unit is to the output and input attribute weights.

Pro gradu –tutkielma: Supplier Evaluation Using Multi-Criteria Fuzzy Decision Making

Tekijä: Leoncie Niyigena, Lappeenranta University of Technology,
Department of Mathematics & Physics

Työn ohjaaja: TkT Pasi Luukka

This thesis is aimed to present a fuzzy decision-making approach for solving the supplier evaluation problem. Considering the fuzzy TOPSIS method for the fuzzy decision-making approach, we apply a new fuzzy similarity measure of generalized fuzzy numbers on a supplier evaluation problem. In this thesis, the suppliers evaluation is done from a multi-criteria fuzzy decision-making procedure, where linguistic variables are used and represented by generalized fuzzy numbers to easily deal with the vagueness or the uncertainty of some criteria. As realistic results have been obtained from many of the previous works, like the use of TOPSIS method where the closeness coefficient is got from the distance or the similarity measures between each supplier and the ideal solutions (fuzzy positive FPIS or fuzzy negative FNIS). This thesis focuses on a new fuzzy similarity measure, by which areas of generalized fuzzy numbers are considered in addition to their perimeters. From the three different types of FPIS and FNIS, different suppliers have been evaluated using the said new fuzzy similarity measure to see how the evaluation is, comparing to the first fuzzy similarity measure.

Diplomityö: Vastapuoliportfolion Value at Risk- Analyysi

Tekijä: TkK Kaisa Parkkila, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: Fredrik Arnö

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo

Fortum varautuu vastapuoliriskiinsä uudella Value at Risk- portfoliomallilla

Fortum Oyj on suomalainen energia-alan yhtiö, jolla on vastapuolia yli kahdessakymmenessä maassa ja neljäلتatoista eri toimialalta. Kaisa Parkkila on diplomityössään "Value at Risk Analysis of Credit Portfolios" mallintanut Fortumin vastapuoliportfolion riskiä. Fortumilla ei aiemmin ole ollenkaan tarkasteltu vastapuoliriskiä portfoliotasolla ja uudet Basel III:n myötä tulevat tiukemmat säännökset vaikuttavat myös Fortumiin sen vastapuolien kautta. Mallilla pyritään raportoimaan kuukausittaista vaihtelua portfoliossa sekä simuloimaan ennalta mahdollisten muutosten vaikutusta kokonaisriskiin.

Työssään Parkkila yhdistää vastapuolien ulkoisiin luottoluokituksiin historialliset todennäköisyydet mennä maksukyvyttömyyteen sekä näihin käänteiset todennäköisyydet maksukyvyttömyydestä toipumiseen. Työssä arvioidaan, että historiallisten keskiarvojen käyttö jättää erityisesti huomiotta suhdannevaihtelujen vaikutuksen. Toipumistodennäköisyyksien vaikutusta ei havaita läheskään yhtä tärkeäksi – kymmenen prosenttiyksikön muutos toipumistodennäköisyyksissä aiheuttaa vain koko portfolion arvosta prosentin suuruisen muutoksen Value at Risk-arvolle luottamustasolla 95 %.

Diplomityössä tutkitaan kahta eri portfoliotason luottoriskimallia. CreditRisk+ on analyyttisesti ratkaistavissa olevan ja perustuu oletukseen Poisson-jakautuneista maksuhäiriöistä. CreditMetrics olettaa, että vastapuolen arvo noudattaa lineaarista latenttimuuttujamallia ja maksukyvyttömyyten meno voidaan simuloida Monte Carlo- menetelmällä. Parkkila perustelee CreditRisk+-mallin käyttöä sen laskentatehokkuudella, vaatimattomilla aineistovaatimuksilla sekä sen kyvylä huomioida konsentraatoriski. CreditRisk+- malli, missä vastapuolien kotipaikat ja toimialat on huomioitu, antaa odotetuksi tappioksi kuusta toiseen noin kaksi prosenttia koko portfolion arvosta ja Value at Risk- arvoksi luottamustasolla 95 % noin viisi prosenttia portfolion arvosta.

Parkkila kommentoi ”Fortumin kohdalla suurin yksittäinen riski on luottoriskin ja vastapuoliriskin kietoutuminen toisiinsa. Suurin osa Fortumin vastapuolista on myös energia-alalta, jolloin mallit aliarvioivat alaa kohtaaavien shokin kokonais- ja kerrannaisvaikutukset”. Myös Fortumin viime aikaiset liiketoimet Venäjällä nähdään isona tekijänä vastapuoliriskin muodostumisessa.

Diplomityö: Reliability analysis for passive autocatalytic hydrogen recombiners of a nuclear power plant

Tekijä: Taneli Silvonen, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: TkT Jan-Erik Holmberg

Työn valvoja: Professori Ahti Salo

Lisätietoja: taneli.silvonen@aalto.fi

Uusia menetelmiä ydinvoimalaitosten vetyuhkien mallintamisessa

Tekniikan kandidaatti Taneli Silvonen on Teknologian tutkimuskeskus VTT:n palveluksessa kirjoittamassaan diplomityössä käsitellyt vetyuhkia ydinvoimalaitosonnettomuuksissa. Silvonen perehtyi erityisesti passiivisten autokatalyyttisten vetyrekombinaattoreiden (engl. Passive Autocatalytic recombiner, PAR) toimintaan ja mallinsi PAR-järjestelmän luotettavuutta onnettomuusketjun aikana. Lisäksi työssä kehitettiin yleiskäyttöinen menetelmä yhdistää turvallisuustoiminnon luotettavuusmalli osaksi ydinvoimalaitoksen todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysia (engl. Probabilistic Safety Assessment, PSA). Menetelmää sovellettiin Loviisan ydinvoimalaitokselle, ja saadut tulokset olivat uskottavia alleviivaten tehokkaan vedynhallintastrategian tärkeyttä.

PAR-järjestelmä on suunniteltu poistamaan vetyä reaktorin suojarakennuksesta kemiallisen reaktion avulla. Systeemin passiivinen toimintaperiaate tarkoittaa ettei se tarvitse ulkopuolista energiaa tai signaalia toimiakseen. Järjestelmä koostuu tyypillisesti kymmenistä yksiköistä, jotka on sijoitettu suojarakennukseen vedynpoiston kannalta mahdollisimman järkevästi. PAR-järjestelmän luotettavuuden analysointi on haasteellista, koska sen vikaantuminen ilmenee usein suorituskyvyn alenemana sen sijaan, että järjestelmä olisi täysin toimintakyvytön. Suorituskyky voi alentua esimerkiksi kemiallista reaktiota haittaavien myrkkyaasujen tai hapenpuutteen vuoksi. Täten kysymykseen sopivan vikaantumiskriteerin valinnasta ei ole yksikäsitteistä vastausta. Eri vikaantumistapojen identifioinnin ja seurausten arvioinnin helpottamiseksi on kehitetty systemaattisia, kvalitatiivisia tuloksia tuottavia analyysitapoja, joita myös Silvonen hyödyntää työssään PAR-järjestelmän luotettavuusanalyysin lähtökohtana.

Ydinvoimalaitosten onnettomuuksien etenemisen arviointiin on kehitetty deterministisiä analyysityökaluja, jotka auttavat vikakriteerin määrittämisessä ja yleisemminkin onnettomuuteen liittyvien ilmiöiden ymmärtämisessä. Vetyriskin kannalta relevantteja ilmiöitä ovat esimerkiksi vedyn muodostumisnopeus, miten vety jakautuu suojarakennuksessa sekä paikalliset vetypitoisuudet. Diplomityössään Silvonen tarkasteli erityisesti vedyn syttymiskriteerejä ja PAR-järjestelmän vaikutusta syttyvien kaasuseosten esiintymistäajuuteen. Järjestelmän luotettavuus mallinnettiin soveltaen yhteisvikaantumisia varten kehitettyjä menetelmiä.

Todennäköisyyspohjaiseen turvallisuusanalyysiin on myös kehitetty laskentatyökaluja. Onnettomuuden etenemistä mallinnetaan tapahtumapuuperiaatteella, ja simuloinneissa sovelletaan tyypillisesti Monte Carlo-menetelmää. Opinnäytteessään Silvonen yhdisti onnistuneesti PAR-järjestelmän luotettavuusanalyysin osaksi suojarakennuksen tapahtumapuuta. Analyysin tuloksena saatiin arvio siitä, kuinka suuri osa reaktorin radionuklideista vapautuu ympäristöön reaktorisydämen vaurioitumisen seurauksena, ja millä todennäköisyydellä. Tulokset ilmaistaan jakaumien avulla, ja analyysituloksista käy ilmi miten tärkeää vedynhallinta on onnettomuuden seurauksien kannalta. Vedynhallintaan liittyvien seikkojen lisäksi analyysi tuotti tietoa myös muista onnettomuuden etenemiseen liittyvistä ilmiöistä. Tapahtumapuun mallintamisessa keskityttiin kuitenkin pääosin vedyn-muodostumiseen ja PAR-järjestelmään, ja muut tapahtumapuun haarat mallinnettiin vähemmän yksityiskohtaisesti.

Loviisan voimalaitokselle saatuja tuloksia on kuitenkin tarkasteltava esimerkin-omaisina, koska kokonaisvaltainen turvallisuusanalyysi on aivan liian laaja toteutettavaksi yhdessä diplomityössä. Lisäksi mallien parametrien estimointia varten ei ollut dataa käytettävissä, joten työssä jouduttiin käyttämään valistuneita arvioita. Saadut tulokset ja esitellyt menetelmät ovat tästä huolimatta hyödyllisiä muun muassa jatkotutkimusta silmällä pitäen. Malleja on helppo tarpeen vaatiessa laajentaa yksityiskohtaisemmiksi ilman, että merkittäviä muutoksia mallien runkoihin vaadittaisiin. Lisäksi menetelmät on esitelty siten, että ne ovat sovellettavissa myös muille turvallisuussysteemeille – ei ainoastaan PAR-järjestelmälle ja vetyuhkien arvioimiseen.

Diplomityö: Reaaliaikainen resurssihallinta ja toiminnajojaus – push ja pull näkökulmasta

Tekijä: TkK Vendla Sandström, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: Ari Pennanen

Työn valvoja: Prof. Raimo P. Härmäläinen

Effektivera resursanvändningen med hjälp av optimering

Vendla Sandström har i sitt diplomarbete "Resurshantering och aktivitetsstyrning i realtid – från en push och pull synvinkel" skapat ett nytt koncept för hur resursanvändningen inom organisationer kunde effektiveras. Arbetet har gjorts ur en systemanalys- och produktionsekonomisk synvinkel för systemanalysavdelningen på Aalto-universitetet och det riktar sig till alla former av organisationer både inom industrin och servicesektorn såväl som inom den privata och den offentliga sektorn. I synnerhet utrymmes användningen kan förbättras inom många organisationer, men oftast saknas de behövliga verktygen. Diplomarbetet eftersträvar att ge en lösning på detta problem.

Resultaten av Vendla Sandströms forskning visar att många organisationer skulle ha möjlighet att förbättra sin resursanvändning genom bättre styrning av aktiviteterna. På lång sikt ger detta förutsättningar för bättre resultat i och med minskade kostnader. Det handlar dels om att länka samman olika resurser som utrymmen, personal och material med de kostnader de ger upphov till, dels om att redan från de första planeringsskedet ta i beaktan hur mycket resurser de olika aktiviteterna kräver samt vilka resurser som finns till hands vid olika tidpunkter. Genom att ta hjälp av dagens IT-möjligheter och optimering kan resurserna ofta fördelas på ett mer fördelaktigt sätt.

Planering är ett elakt problem ur den synvinkeln att det inte finns rätt eller fel svar, endast bättre eller sämre. Genom att kunna ge direkt feedback över hurdana slutresultat olika önskemål leder till, är det möjligt för såväl organisationen som dess kunder att hitta bättre lösningar utan att organisationens mål blir lidande. Konceptet möjliggör för organisationer att knyta samman den operativa verksamheten med de långsiktiga strategiska målsättningarna.

Vendla Sandströms arbete är skrivet ur en teoretisk synvinkel där olika fungerande koncept knytits samman till en ny helhet. Via en fallstudie inom högskoleväsendet har hon visat att åtmonstone en del av konceptets delar går att förverkliga i praktiken, och fallstudiens resultat tyder även på att implementeringen av konceptet kunde ge organisationen betydande inbesparingar framöver. Flera studier behövs innan konceptet som helhet kan verifieras, men resultaten har än så länge varit lovande.

Diplomityö: Inhimillisten virheiden todennäköisyyksien arviointi ydinvoimalaitoksen käyttökokemuksiin perustuen

Tekijä: TkK Rasmus Hotakainen, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: TkL Kalle Jänkälä

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo

Ydinvoimalaitoksen käyttökokemuksien hyödyntäminen inhimillisten virheiden analysointiin tekee riskianalyyseistä paremmin todellisuutta kuvaavaa

Rasmus Hotakainen on tutkinut Aalto-yliopiston Perustieteiden korkeakouluun tehdyssä diplomityössä, kuinka ydinvoimalaitoksen käyttökokemuksia voidaan hyödyntää erilaisten inhimillisten virheiden todennäköisyyksien arvointiin. Diplomityö on tehty Fortumissa. Sen otsikko on ”Inhimillisten virheiden todennäköisyyksien arviointi ydinvoimalaitoksen käyttökokemuksiin perustuen”. Hotakainen esittää erilaisia tietolähteitä, näkökulmia ja menetelmiä, joilla inhimillisten toimintojen luotettavuutta voidaan arvioida todellisiin tapahtumiin perustuen.

Tutkimuksen tausta on ydinvoimalaitosta kuvaava riskianalyyssimalli, jossa inhimillisten toimintojen luotettavuutta on kuvattu asiantuntija-arvioihin perustuen. Arvioissa saattaa olla suurtakin epävarmuutta. Hotakaisen työssä muodostetaan uudet, paremmin todellisuutta kuvaavat arviot. Uudet arviot perustuvat ydinvoimalaitoksen laitoshistoriaan, eli siihen mitä laitoksella on tapahtunut. Tutkimuksessa Hotakainen hyödyntää myös laitoshistoriaa muilta ydinvoimalaitoksilta tarkempien arvioiden muodostamiseksi.

Hotakainen käyttää työssään "Parametric-Robust-Empirical-Bayes"-menetelmää todennäköisyyksien arviointiin. Menetelmä voidaan hyödyntää, vaikka yhtään inhimillistä virhettä ei olisi tapahtunutkaan. Hotakainen arvioi menetelmän avulla inhimillisten virheiden todennäköisyydet, muodostaa niille jakaumat laitoshistoriaan perustuen ja tekee johtopäätöksiä asiantuntija-arvioista. Tutkimus osoittaa selvästi, että asiantuntija-arviot eivät aina välttämättä kuvaa todellisuutta kovin hyvin. Hotakaisen muodostamat uudet arviot sen sijaan kuvaavat inhimillisten virheiden esiintymistä tarkemmin.

Hotakainen ottaa työssään esille erilaisia haasteita ja ongelmia laitoshistoriaan liittyen inhimillisten virheiden osalta. Hän myös esittää eri näkökulmia käytetyistä menetelmistä ja pohtii analyysin ja menetelmien epävarmuustekijöitä. Lisäksi Hotakainen pohtii tulosten merkitystä yleensä ja erityisesti riskianalyysimallin kannalta. Tutkimus toimii hyvänä lähtökohtana historiadatan avulla tapahtuvaan inhimillisten virheiden analysointiin. Tutkimus osoittaa, että inhimillisten virheiden luotettavuusarvioita saadaan tarkennettua hödyntämällä käyttökokemuksia asiantuntija-arvouden sijasta.

Tapahtumakalenteri

Huhtikuu 2013

30.4. FORS vuosikokous

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu,
Chydenia-rakennus

www.operaatiotutkimus.fi/vuosikokous

Toukokuu 2013

13.5. – 17.5. Conference and Training Event on
Computational Methods and Technologies for
Finance

Tampere, Suomi

<http://www.hpcfinance.eu/networking-and-training-event-tampere>

Kesäkuu 2013

17.6. – 20.6. 13th European Workshop on Efficiency
and Productivity Analysis

Helsinki, Suomi

<http://ewepa.org/helsinki13/>

17.6. – 21.6. The 22nd International Conference on
Multiple Criteria Decision Making (MCDM2013)

Malaga, Espanja

<http://www.uma.es/mcdm2013/>

Heinäkuu 2013

1.7. – 4.7. EURO-INFORMS Joint International
Meeting

Rooma, Italia

<http://www.euro2013.org/>

22.7. – 2.8. 11th MCDA/M Summer School 2013

Hampuri, Saksa

<http://www2.hsu-hh.de/logistik/summer-school-2013/>

Elokuu 2013

20.8. – 21.8. Finnish Operations Research Society
40th Anniversary Workshop

Lappeenranta, Suomi

<http://www.fors40.org/>

7.8. – 23.8. 23rd Jyväskylä Summer School

Jyväskylä, Suomi

www.jyu.fi/summerschool

Lokakuu 2013

6.10. – 9.10. INFORMS Annual Meeting 2013

Minneapolis, Minnesota

Joulukuu 2013

1.12 – 6.12. 20th International Congress on Modelling
and Simulation (MODSIM2013)

Adelaide, Australia

<http://www.mssanz.org.au/modsim2013/>

Lisää tapahtumia:

<http://meetings.informs.org/>

<http://www.ifors.org>

<http://www.euro-online.org/>