

# INFORS

---

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

**1 / 2014**



**FORS, Suomen Operaatiotutkimusseura ry**

**Finnish Operations Research Society**

**[www.operaatiotutkimus.fi](http://www.operaatiotutkimus.fi)**

**Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n  
jäsenlehti INFORS  
N:o 1 – 2014**

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:**

Tuomas Lahtinen  
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu  
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos  
PL 11100, 00076 Aalto  
email: tuomas.j.lahtinen@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 2014                                                                               | 4         |
| FORS Annual Meeting and Spring Seminar<br>"Computational Optimization and Applications"<br>29.4.2014 | 9         |
| KTT Olli Bräysy on vuoden 2013 OR henkilö                                                            | 11        |
| Hissin sähköinen syväluotaus                                                                         | 13        |
| Bilevel Multi-criteria Optimization and Decision<br>Making                                           | 17        |
| IEEE School of Career Boosting                                                                       | 18        |
| MIT Sloan Sports Analytics Conference                                                                | 19        |
| Opinnäytetöitä                                                                                       | 23        |
| Tapahtumakalenteri                                                                                   | takakansi |

## Puheenjohtajan palsta

**Timo Kuosmanen**

**timo.kuosmanen@aalto.fi**

Poikkeuksellisen keväiset terveiset seuramme johtokunnan puolesta. Johtokunnan uudistunut kokoonpano on esitelty lehden seuraavilla sivuilla. Haluan onnitella kaikki johtokuntaan valittuja ja toivottaa uudet johtokunnan jäsenet tervetulleeksi. Samalla haluan toivottaa seuran uudet jäsenet tervetulleiksi FORS:n toimintaan.

Seuramme vuosikokous järjestetään Aalto yliopiston kauppakorkeakoululla ti 29.4. klo 12 alkaen. Toivotan kaikki seuran jäsenet lämpimästi tervetulleiksi vuosikokoukseen.

Vuosikokouksen yhteydessä järjestetään seuramme perinteinen kevätseminaari, jonka teemana on tällä kertaa *Computational Optimization and Applications*. Seminaarissa kuullaan neljä mielenkiintosta alustusta, joissa tarkastellaan optimoinnin haasteita, mahdollisuuksia ja tulevaisuuden näkymiä erilaisten sovellusalueiden näkökulmista. Seminaarin ensimmäinen alustaja on vuoden 2013 OR-henkilö Olli Bräysy. Seminaarin muut alustajat ovat Ankur Sinha, Pekka Malo, Enrico Bartolini ja Andrew Johnson. Alamme kotimaisen kentän kovasta kansainvälisestä tasosta kertoo se, että kaikki kolme ulkomaalaista alustajaa toimivat tällä hetkellä suomalaisen yliopiston palveluksessa. Seminaarin ohjelma ja ilmoittautumisohjeet löytyvät tämän lehden sivulta 9.

Aalto yliopiston perustieteiden korkeakoulun systeemianalyysin laboratorio juhlii 30 vuotista taivaltaan tänä vuonna. Pyrimme järjestämään alkusyksystä yksipäiväisen FORS-workshopin Espoon Otaniemessä systeemianalyysin laboratorien 30-vuotisjuhlan yhteydessä, jotta osallistuminen molempiin tapahtumiin olisi mahdollisimman juohevaa ja myös osallistujien ja järjestäjien kannalta kustannustehokasta. FORS-workshopin alustajat valitaan kaikille avoimen haun perusteella viime vuotisen FORS40-juhlaworkshopin tapaan. FORS-workshop tarjoaa varsinkin alan tohtoriopiskelijoille erinomaisen tilaisuuden esitellä tutkimustyötään, mutta kannustan myös alan soveltajia sekä kokeneempia tutkijoitakin tarjoamaan alustuksia FORS-workshopiin. Lähetämme tarkemmat tiedot ja päivämäärät jäsenille mahdollisimman pian. Tänä vuonna pyrimme järjestämään myös mielenkiintoisia yritysvierailuja. Maaliskuussa seuramme jäsenillä oli mahdollisuus osallistua Neste Oilin Porvoon jalostamolle tehtyyn vierailuun, joka järjestettiin yhteistyössä Stefim ry:n kanssa. Syksyille on suunnitteilla kaksi muutakin erittäin mielenkiintoista vierailua, joista toinen on suunnattu erityisesti alamme opiskelijoille. Tiedotamme näistä tapahtumista tarkemmin myöhemmin kuin vierailut varmistuvat.

Nähdään vuosikokouksessa ja kevätseminaarissa 29.4. Lämmintä ja aurinkoista kevään jatkoa kaikille!

Terveisin,

Timo Kuosmanen

## Seuran johtokunta 2014

### 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 ja Management Science oppiaineen ainevastaava. Päättökimusalani on tuottavuuden ja tehokkuuden mittaaminen ja analysointi. Tutkimusaiheeni kattavat koko tuottavuustutkimuksen kentän indeksteoriasta 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 2015 Helsingissä järjestettävän European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis (EWEPA) konferenssin puheenjohtaja.

#### Seuran taloudenhoitaja

YTM Antti Saastamoinen  
antti.saastamoinen@aalto.fi  
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu  
Tieto- ja palvelutalouden laitos

Olen jatko-opiskelijana Aalto yliopiston kauppakorkeakoulun Tieto- ja palvelutalouden laitoksella. Tutkimusalanani on tuottavuus- ja tehokkuusanalyysi. Erityisesti olen väitöskirjassani kiinnostunut tuottavuuden vaihtelun tarkastelusta ekonometriassa tunnetun heteroskedastisuus käsitteen kautta. Olen väitöskirjassani soveltanut näitä tuottavuus- ja tehokkuusanalyysin menetelmiä muun muassa suomalaisten sähkönjakeluverkkoyhtiöiden tehokkuuden ja maatason kokonaistuottavuuden tarkasteluun. Olen tohtoriopintojeni aikana myös opettanut ekonometrian, tilastotieteen ja matematiikan perusteita.



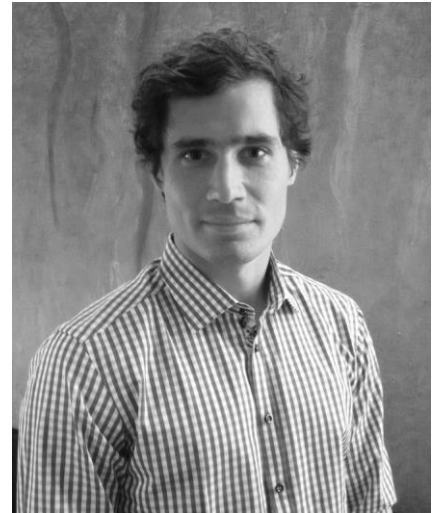
Professori, KTT Mikael Collan  
mikael.collan@lut.fi  
Lappeenrannan teknillinen yliopisto,  
LUT School of Business

Toimin strategisen rahoituksen professorina Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston Kauppakorkeakoulussa. Tutkimuksessani olen keskittynyt investointipäätöksenteon tukijärjestelmien, investoinneista koostuvien portfolioiden valinnan kehittämiseen sekä kannattavuuslaskentamenetelmiin. Erityisesti olen kiinnostunut reaaliopliotilaskennasta ja reaaliopliotiden käytöstä käytännön

investointipäätöksenteon tukena. Uusien mallien kehityksessä olen soveltanut sumeita numeroita

kuvaamaan epätarkkuutta sekä keskittynyt päätöksentekoon käytettävän tiedon visualisointiin. Kehittämäni sumea tuottojakauma-menetelmä on nähtävissä osoitteessa <http://www.payofmethod.com> Harrastan sulkapalloa ja suomalaisen malli 1930 postimerkkien postihistoriaa <http://www.malli1930.fi>

DI Juha-Matti Kuusinen  
juha-matti.kuusinen@kone.fi  
KONE Oyj



Työskentelen Kone Oyj:n tutkimus- ja tuotekehitysosastolla People Flow Planning tiimissä. Tutkimusalueitamme ovat rakennuksen henkilöliikenteen mallintaminen, simulointi ja optimointi sekä hissiryhmän ohjausalgoritmit. Ennen Kone Oyj:tä toimin tutkijana Teknillisen korkeakoulun systeemianalyysin laboratoriossa, jonne viimeistelen parhaillaan väitöskirjaa rakennuksen henkilöliikenteen mallintamisesta, erityisesti estimoinnista optimointimallien avulla. Optimoinnin lisäksi olen kiinnostunut tilastollisesta analyysistä. Olenkin toiminut opettajana koesuunnittelun ja tilastollisten mallien kurssilla sekä systeemianalyysin laboratoriossa että Helsingin yliopiston biotieteiden tutkijakoulussa. Harrastan muun muassa lumilautailua, hiihtämistä, maantiepyöräilyä, kalastusta ja viulunsoittoa.



KTM Juha Eskelinen  
juha.p.eskelinen@aalto.fi  
Melkior Oy, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu  
Tieto- ja palvelutalouden laitos

Työskentelen liikkeenjohdon konsulttina omistamassani Melkior Oy:ssä ([www.melkior.fi](http://www.melkior.fi)). Koen tehtäväkseni auttaa yrityksiä ja julkisen sektorin organisaatiota parantamaan suorituskykyään – erityisesti tuottavuuttaan, tehokkuuttaan ja vaikuttavuuttaan. Pyrin auttamaan asiakkaitani käytännön tarpeissa tieteellisen tutkimuksen aikaansaannosten avulla. Väittelin huhtikuun alussa Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa aiheenani pankkikonttoreiden tehokkuuden arviointi. Vapaa-ajallani harrastan monipuolisesti liikuntaa, kuten juoksua, hiihtoa ja kuntosalilla käyntiä.

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 seuran puheenjohtaja.



## Johtokunnan varajäsenet



Professor, PhD Enrico Bartolini

enrico.bartolini@aalto.fi

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,  
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Enrico Bartolini obtained his M.Sc. in Computer Science in 2005, and his Ph.D. in Computer Science in 2009 from the University of Bologna, Italy. He has then been working as Post Doctoral researcher at Department of Mathematics of the University of Bologna, in Italy, as a Post-doctoral fellow at HEC Montreal, and CIRRELT, in Montreal, Canada, and as a Post Doctoral researcher at the University of Modena and Reggio Emilia, in Italy. Now he works as Professor at

the Department of Mathematics and Systems Analysis at Aalto University School of Science.

Enrico Bartolini's research is in Operations Research, and Combinatorial Optimization. His research activity concerns the study and development of heuristic and exact algorithms for solving combinatorial optimization problems. He is particularly interested in the development of lower bounds and exact solution algorithms that are based on column generation and decomposition methods. From an application viewpoint he devoted major attention to problems arising in the context of logistics, distribution management, and telecommunications such as capacitated vehicle routing problems (both node routing, and arc routing problems), and network design problems

FT Jussi Hakanen

jussi.hakanen@jyu.fi

Jyväskylän yliopisto

Toimin Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksella tutkijatohtorina. Tutkimusintresseihini kuuluu optimointi eri muodoissaan, pääasiassa kuitenkin monitavoiteoptimointi. Tutkimukseni liittyy epälineaarisen ja jatkuvan monitavoiteoptimoinnin menetelmiin, toteutuksiin ja erityisesti teollisuussovelluksiin. Pääasiassa olen työskennellyt kemian prosessisuunnitteluun liittyvien sovellusten parissa, esim. liittyen jätevedenpuhdistukseen. Opetan lisäksi tietotekniikan laitoksella pidettäviä optimointikursseja. Vapaa-ajalla olen 5-vuotiaan Roope-pojan isä ja pelaan sekä sählyä että koripalloa.



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 ennakoanut 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 systeemijätellu ja matemaattiset ennakkointimallit ovat olleet kiinnostukseni kohteita.



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

Työskentelen erikoistutkijana Suomen ympäristökeskuksessa, mitä ennen olen toiminut tutkijana Teknillisen korkeakoulun Systeemanalyysin laboratoriossa sekä Tampereen teknillisen yliopiston Systeemitäknikan 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) -juryn jäsenenä sekä Tutkijoiden ja kansanedustajien seuran (Tutkas) ja Suomalais-ranskalaisen teknillistieteellisen seuran (AFFRST) hallituksissa.



## Seuran sihteeri

DI Tuomas Lahtinen  
tuomas.j.lahtinen@aalto.fi  
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu,  
Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

Olen jatko-opiskelija Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulun Matematiikan ja systeemianalyysin laitoksella Systeemianalyysin laboratoriossa. Aloitin jatko-opintoni syksyllä 2013. Tutkin päätösanalyysin käyttöön liittyviä ilmiöitä. Esimerkiksi periaatteessa saman analyysiprosessin läpikäynti eri tavoin voi johtaa erilaisiin lopputulemiin johtuen erilaisista päätöksentekoon liittyvistä psykologisista ilmiöistä, kuten menetyksen karttamisesta. Olen vastuuopettaja kurssilla sovelletun matematiikan tietokonetyöt. Aiemmin toimin assistenttina kurssilla Koesuunnittelu ja tilastolliset mallit sekä tutkimusapulaisena Systeemianalyysin laboratoriossa. Aloitin seuran sihteerinä 2013 elokuussa.



## **FORS Annual Meeting and Spring Seminar "*Computational Optimization and Applications*" 29.4.2014**

This year the Annual Meeting of FORS is combined with the traditional Spring Seminar to one half-day event. All members of FORS are welcome to the Annual Meeting to learn more about the activities of FORS and engage in planning and implementing future activities. The Annual Report of the Board of FORS for year 2013 will be published and discussed in the Annual Meeting.

After the meeting, we proceed to the Spring seminar themed "*Computational Optimization and Applications*", during which we hear four interesting presentations that address the challenges, opportunities and future prospects of optimization from perspectives of different applications such as news analysis, routing problems, and curve fitting.



The seminar starts with the announcement of the OR person of Year 2013.

**Venue:** Aalto University School of Business, Chydenia building, Room G-111 (Address: Runeberginkatu 22-24, 00100, Helsinki).

### **Program:**

**11:45-  
13:00**      **Registration**

**12:00-  
13:00**      **Annual meeting**  
Open for all members of FORS

**13:00-  
13:10**      **Opening of the seminar**  
The President of the Society  
Professor Timo Kuosmanen  
Aalto University School of Business

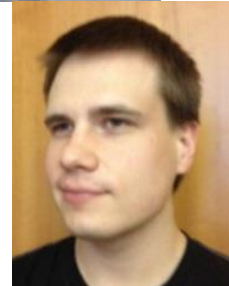


**13:10-  
13:15**      **Announcement: OR Person of Year 2013**

**13:15-  
14:15**      **Optimoinnin haasteet, mahdollisuudet ja  
tulevaisuus**  
Olli Bräysy  
Myopt Consulting Ltd



**14:15-  
15:00**      **Learning the Roles of Directional Expressions and  
Domain Concepts in Financial News Analysis**  
Ankur Sinha & Pekka Malo  
Aalto University School of Business

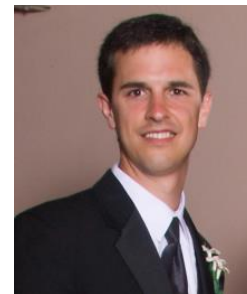


**15:00-  
15:30**      **Coffee break**

**15:30-  
16:15**      **Solving Routing Problems**  
Enrico Bartolini  
Aalto University School of Science



**16:15-  
17:00**      **A More Efficient Algorithm for Convex  
Nonparametric Least Squares**  
Andrew L. Johnson  
Texas A&M University and  
Aalto University School Business



**17:00-  
18:00**      **Cocktail reception**

**Registration fee:** includes coffee/tea and some drinks and snacks at the cocktail reception.

- members of FORS €25
- non-members €50 (includes one year membership of FORS for those who want to join)
- students €5 (includes membership of FORS for which the annual fee for students is 0€)

### **Registration:**

Please register by Tue 22 April by sending e-mail to the secretary of FORS ([sihteeri\(at\)operaatiotutkimus.fi](mailto:sihteeri(at)operaatiotutkimus.fi)).

## KTT Olli Bräysy on vuoden 2013 OR henkilö

**Professori, KTT Mikael Collan**

**Lappeenrannan teknillinen yliopisto**

**LUT School of Business**

**mikael.collan@lut.fi**

Vaasan yliopistosta vuonna 2001 kauppatieteiden tohtoriksi väitellyt Olli Bräysy valittiin Suomen Operaatiotutkimusseuran toimesta vuoden 2013 OR henkilöksi. Bräysy on kansainvälisesti tunnettu heuristisen optimoinnin asiantuntija, hänen pyrkimyksenään on yhdistää optimoinnin akateeminen tutkimus ja käytännön soveltaminen.



Bräysy on julkaissut ahkerasti: Yli sata tieteellistä paperia, joista reilut kolmekymmentä artikkelia on julkaistu kansainvälisissä aikakauslehdissä. Bräysy kertoo, että käytännössä lehtiartikkeleissa esitellään uusia optimointimenetelmiä, joilla on mm. saavutettu "maailmanennätyksiä" varsin suureen joukkoon erilaisia benchmark-ongelmia, kuten kauppamatkustajan ongelmaan ja reittien optimointiongelmien eri variantteihin.

Keskeinen osa Bräysin akateemista uraa on ollut kehittää yhä tehokkaampia optimointimalleja ja toteutuksia; kehitystyö on käsittänyt mm. lineaarisesti skaalautuvia optimointimenetelmiä hyvinkin kompleksisiin ja realistisiin optimointiongelmiin siten, että uusilla malleilla ei ole ollut negatiivista vaikutusta saatujen optimointitulosten

laatuun. Bräysyllä on lisäksi hallussaan ennätyksiä, jotka liittyvät suurimpiin ratkaistuihin ongelmiin (koko) ja nopeimpiin optimointimenetelmiin (ratkaisunopeus).

Menetelmäkehityksen ja tutkimuksen ohella Bräysy on ollut aktiivinen myös käytännön ongelmien ratkaisemisessa, toimien asiantuntijana optimointiprojekteissa Suomessa ja ulkomailla. Olli muistaa olleensa mukana yli 80 projektissa, pääasiassa logistiikan alueella, mutta myös liittyen työajan- ja resurssien hallintaan sekä tuotannon suunnitteluun; hän kertoo projekteissa saadun usein varsin merkittäviä käytännön tuloksia. Esimerkiksi kotihoidon optimoinnissa on päästy jopa yli 60% säästöihin lähtötilanteeseen verrattuna. Projektien lisäksi Bräysy on ollut mukana useiden kansainvälisen tason optimointisoftien kehitystyössä.

Olli kertoo panostaneensa kansainvälisyyteen uransa alusta asti ja muistaa olleensa yhteydessä Kanadalaisiin heuristisen optimoinnin asiantuntijoihin jo gradua kirjoittaessaan. Tohtorintutkintonsa jälkeen hän lähti töihin Norjaan ja on myöhemmin toiminut vierailevana tutkijana mm. Montrealissa,

Antwerpenissä ja Bolognassa. Bräysy onkin kertynyt mittava verkosto kansainvälisistä alan johtavista tutkijoista.

Kotimaassa Bräysy on työskennellyt yliopistopuolella Jyväskylässä, Vaasassa ja Kuopiossa, sekä Procomp Solutions Oy:llä.

Bräysy kertoo, että hänen viimeisin innovaationsa optimoinnin saralla on uusi geneerinen tapa mallintaa optimointiongelmia. "Se mahdollistaa optimoinnin jopa miljoona kertaa nykyisin tunnettuja menetelmiä nopeammin ja lineaarisen skaalautumisen kaikilla mahdollisilla ongelman varianteilla, ilman että tulosten laatu kärsii". Hän arvelee uudella innovaatiolla olevan jatkossa paljonkin käytännön vaikutuksia optimointiin.

Nykyisin Bräysy työskentelee optimointiin keskittyvässä Myopt Consulting Oy:ssä ja toimii lisäksi vierailevana tutkijana Hollannissa, Amsterdamissa VU yliopistossa. Vaikuttaa siltä, että akateemisen maailman ja käytännön optimointityön yhdistäminen on onnistunut.

## Hissin sähköinen syväluotaus

TkT Tapio Tyni

KONE Oyj.

### Taustaa

KONE toimittaa vuosittain noin 100 000 hissiä ja liukuporrasta ympäri maailman matalista asuinrakennuksista korkeisiin pilvenpiirtäjiin. Paitsi uusien kohteiden laitteet, myös uudistettavien talojen hissien modernisointi on tärkeä liiletoiminta-alue. Tyypillinen tilanne, jossa talo vaatii peruskunnostusta syntyy, kun alueelle nousee uusia rakennuksia nykyaikaisin ominaisuuksin houkutellen vuokralaisia puoleensa. Pitääkseen oman rakennuksensa alueella kilpailukykyisenä, vanhemman rakennuksen omistaja joutuu uudistamaan investointiansa ja siinä yhteydessä useimmiten myös modernisoimaan hissijärjestelmänsä. Tärkeitä motivaatioita modernisoinnille ovat myös vanhojen laitteistojen epäluotettavuus, huollon ja varaosien saannin varmistaminen sekä yhä tärkeämmäksi asiaksi kipuava rakennusten energiankulutuksen pienentäminen. Rakennukset vastaavat noin 40% kaikesta energiankulutuksesta maailmassa, ja hissit vastaavasti noin 5% hissillisen rakennuksen energiankulutuksesta. Nykyiset talotekniset järjestelmät ovat huomattavasti energiatehokkaampia kuin yli 20 vuotta vanhat edeltäjänsä. Pilvenpiirtäjähissien modernisoinnilla on mahdollista saavuttaa jopa yli 60% energiansäästö. Samalla saadaan myös nykyaikaisten evoluutiolaskentaan perustuvien reititysalgoritmien sekä uusien ohjausperiaatteiden ja käyttöliittymien ansiosta selkeästi parempi matkustajien palvelutaso ja käyttökokemus.

Tyypillisesti hissien modernisoinnissa on sekä taloudellisesti että ekologisesti kannattavaa uudelleenkäyttää mahdollisimman paljon komponentteja modernisoitavasta hissistä. Kuilussa korin ja vastapainon johteet, itse kori ja vastapaino apulaitteineen sekä osin kompensointiköysistö ovat käyttökelpoisia komponentteja myös uudistetussa hississä. Haasteena on selvittää korin ja vastapainon massat, koska nämä ovat avainparametreja moottorin mitoituksessa. Karkeasti voidaan sanoa, että perinteisessä teräsköysisessä pilvenpiirtäjähississä puolet liikkuvista massoista tulee korista ja vastapainosta ja toinen puoli köysistöistä ja moottorin ja taittopyörien hitausmomenteista. Liikkuvat massat voivat olla jopa 30 tonnia. Vertailun vuoksi 4-akselisen perävaunullisen rekan suurin sallittu massa (kuormattuna) on 36 tonnia. Hissin nostomoottori käyttää tehoa häviöiden voittamiseen, liikkuvien massojen kineettisen energian sekä korin ja vastapainon massaeron potentiaalienergian muutoksiin. Kahdesta jälkimmäisestä energiamuodosta valtaosa saadaan nykyaikaisissa hisseissä takaisin regeneroimalla näistä vapautuva energia takaisin talon sähköverkkoon. Hissin huipputehon suhde keskimääräiseen, häviöiden aiheuttamaan tehontarpeeseen on varsin epäedullinen – toimintasyklin aikana tarvittavat huipputehot voivat olla yli kymmenkertaisia keskimääräiseen, häviöiden aiheuttamaan tehontarpeeseen nähden (eri kitkamuodot, moottorin kupari- ja rautahäviöt).

Perinteinen tapa selvittää korin ja vastapainon massa on suoraviivainen: mennään kohteeseen ja tehdään punnitus. Tässä menetelmässä on useita huonoja puolia, jonka takia sitä käytännössä päästään tekemään vain harvoin. Suurin haitta on pitkä aika, jonka hissi on pois käytöstä, kokonainen työpäivä. Maailman metropoleissa toimistotalot ovat vilkkaita ja hissijärjestelmät toimivat usein ylikuormitettuina. On selvää, että tällaisessa tilanteessa rakennuksen omistaja ei ole lainkaan innostunut antamaan lupaa poistaa hissejä käytöstä kokonaiseksi toimistopäiväksi. Toinen pulma liittyy tarvittaviin resursseihin. Punnitukseen tarvitaan 4-5 kokenutta henkilöä ja raskasta mittauskalustoa – järeä terästangosta konstruoitu

Tässä artikkelissa esitettävä hissin sähköinen tutkimusmenetelmä tuottaa, paitsi edellämainitut korin ja vastapainon massat, lisäbonuksena huomattavan määrän muutakin yksityiskohtaista tietoa tutkittavasta hissijärjestelmästä. Menetelmän edut ovat ilmeiset: tarvittava miesvahvuus on kaksi henkilöä, mittaustaitteisto mahtuu asiakirjasalkkuun ja hissi joudutaan sulkemaan pois käytöstä tyypillisesti vain puoleksi tunniksi. Kehitetty ”sähköinen syväluotaus” käyttää operaatiotutkimuksen menetelmiä; kohdejärjestelmä mallinnetaan, mallin parametrit optimoidaan ja tärkeimmät lopputulokset saadaan luottamusväleineen stokastisen simuloinnin tuloksena. Kuva 1 esittää mallinnuksen periaatetta lohkokaaviokuvana.

The diagram illustrates the control system for a hoistway. It includes the following components and connections:

- Motor:** Receives electric power  $P_{me}$  and outputs mechanical power  $P_{mm}$  to the Hoistway.
- Hoistway:** Receives mechanical power  $P_{mm}$  and outputs acceleration  $a$  and mechanical power  $P_{hm}$ .
- Motor Model (dashed box):** Receives  $P_{me}$  and  $P_{mm}$ , and outputs  $\hat{P}_{mm}$ .
- Hoistway Model (dashed box):** Receives  $P_{hm}$  and  $\hat{P}_{hm}$ , and outputs  $a, v, h$ .
- Inertia model (vertical block):** Receives  $a, v, h$  and outputs  $m, car, m, cwt$ .
- Control Logic:**
  - The error  $e$  is calculated as  $P_{me} - \hat{P}_{me}$ .
  - The cost function  $\min \sum e^2$  is calculated based on the error  $e$ .
  - The acceleration  $a$  is integrated to find velocity  $v$  and position  $h$  using the blocks  $\int a dt$  and  $\int \int a dt^2$ .
  - The inertia model also receives  $a, v, h$  and outputs  $m, car, m, cwt$ .
  - The inertia model also receives  $friction, bearing friction, wind drag, compensation, unit mass of travelling cable$  and outputs  $armature resistance, copper losses, iron losses$ .

Perusideana on muodostaa fysikaalinen *tehomalli* hissin nostomoottorille ja hissikuilulle, ajaa testiajo sekä mitata moottorille syötettävä sähköteho ja sen aikaansaama korin kiihtyvyys. Tämän jälkeen optimoidaan moottorin ja kuilun mallien parametrit niin, että mallin tuottama teho vastaa mahdollisimman tarkasti mitattua tehoa yli koko testiajon. Tärkein oivallus on perustaa mallinnus nimenomaan tehoon, näin taataan suureiden yhteensopivuus siirryttäessä moottorin sähköisestä maailmasta hissikuilun mekaaniseen maailmaan. Perinteisesti tämän tyyppiset liikkuvien järjestelmien mallit on rakennettu voimatasapainojen varaan. Lähestymistavan ylitsekäymätön puute tässä sovelluksessa on se, että voimiin perustuva malli tarvitsee etukäteistietoa tutkittavasta moottorista - on tiedettävä moottorin virta-momenttifunktio. Käytännössä tämä tieto ei ole saatavissa kun työskennellään yli 20 vuotta vanhojen, jonkin toisen yhtiön valmistamien laitteiden kanssa. Sen sijaan valittu tehomalleihin perustuva lähestymistapa mahdollistaa järjestelmän identifioinnin ilman mitään etukäteistietoa kohdejärjestelmästä - ja itse asiassa jälkilaskennassa voidaan tuottaa myös moottorin virta-momenttifunktio.

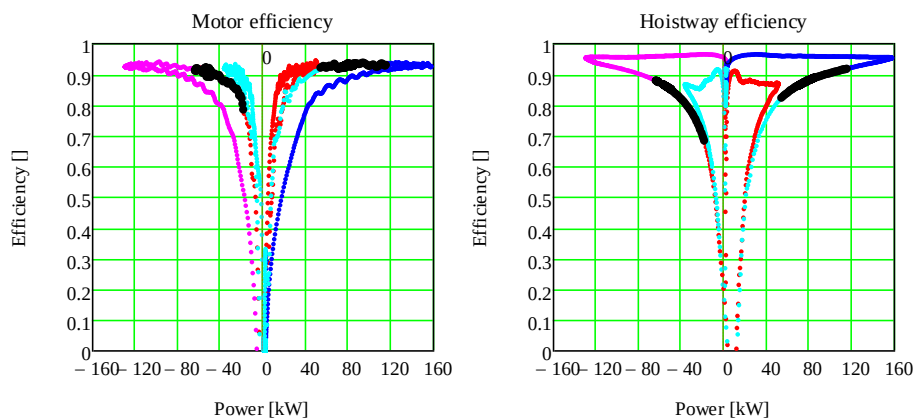
Fysikaalinen tehomalli tuottaa kaksi massaa: systeemin epätasapainomassa (korin massa miinus vastapainon massa) sekä kaikkien suoraan liikkuvien ja pyörivien huimamassojen yhteinen massa redusoituna yhdeksi suoraan liikkuvaksi massaksi. Päästäksemme käsiksi itse korin ja vastapainon massaan pitää näistä kahdesta massasta ”vähentää” tunnetut liikkuvat massat. Taittopyörien hitausmomentit mallinnetaan yksinkertaisesti mittaamalla niistä 4 päämittaa: kehän ulkohalkaisija, sisähalkaisija, kehän paksuus sekä rungon paksuus. Moottorin inertia mallinnetaan jakamalla moottori neljään päälohkoon (kommutaattori, jarrurumpu, vetopyörä, ankkuri) ja soveltamalla näihin edellä mainittua neljää päämittaa. Köysien massat perustuvat niiden paksuuksiin ja kiihtyvyyden avulla laskettuun ajomatkaan sekä taittopyörien mittoihin ja etäisyyksiin. Käytetyistä köysityypeistä (teräs-/tekstiilisydän) ei useimmiten löydy tietoa kohteessa, mutta mallin tuottaman kompensatio- ja ajokaapelin yksikkömassan [kg/m] avulla on mahdollista päätellä myös oikeat köysien rakenteet ja siten saada köysimassat määritettyä oikein.

Koska inertiamallissa mekaanisten komponenttien muoto ei välttämättä ole puhdasoppisen selkeä ja/tai ne saattavat olla vaikeasti lähestyttävässä paikassa, sisältyy niiden mittoihin aina epävarmuutta. Tätä epävarmuutta pyritään hallitsemaan siten, että jokaisesta mitasta kirjataan maksimi ja minimi. Mittauksia tekevä henkilökunta ohjeistetaan siten, että maksimi/minimi tarkoittavat sellaisia mittoja, joiden yli/alle mitattava dimensio ei ainakaan voi olla. Näin mittaus on helppo ohjeistaa ja toteuttaa käytännössä. Inertiamallin stokastisessa simuloinnissa nämä mitat sitten edustavat normaalijakauman pisteitä  $\pm 3\sigma$  päässä keskiarvosta sisältäen 99,7% normaalijakauman arvoista.

### Joitain tuloksia

Hissin tehomalliin on onnistuttu löytämään ne oleelliset tehotermit, jotka yhdessä selittävät realistisesti sähköisen tehon käyttäytymisen moottorin navoissa korin kiihtyvyyden funktiona. Tyypillisesti estimointivirheen keskihajonta yli koko testiajon on alle 0.5kW hissille, jonka huipputehot testiajon aikana ovat luokkaa 150kW. Moottorin inertiamallinnuksesta voi mainita esimerkin moottorista, jonka tyyppikilvestä löytyi poikkeuksellisesti hitausmomenttietä. Edellä kuvatulla 4-osaisella moottorin inertiamallilla laskettiin moottorin hitausmomentiksi  $69\text{kgm}^2$ , kun valmistajan ilmoitus oli  $72\text{kgm}^2$ . Menetelmän tuottamia korin ja vastapainon massoja on luonnollisesti myös verrattu perinteiseen punnitukseen. Useat vertailut osoittavat, että näiden kahden menetelmän antamat tulokset vaihtelevat muutaman prosentin sisällä toisistaan. Seuraavassa käytetään esimerkkinä Pariisissa sijaitsevaa Tour Areva –rakennusta, jossa on parhaillaan modernisointityö käynnissä. Siellä perinteinen punnitus antoi korille massaksi 2810kg ja vastapainolle 3680kg. Vastaavat luvut sähköiselle punnitukselle olivat  $2780\pm 55\text{kg}$  ja  $3640\pm 60\text{kg}$ . Jälkimmäisissä tuloksissa oleva  $\pm$  yhden keskihajonnan poikkeama on saatu edellä kuvatulla stokastisella inertiamallilla. Stokastisella inertiamallilla voidaan auttaa suunnitteluinsinööriä hallitsemaan riskejä hänen mitoittaessaan moottoria. Voidaan esimerkiksi vastata seuraavaan suunnittelijaa kiinnostavaan kysymykseen: mitkä ovat *enintään* korin ja vastapainon massat todennäköisyydellä 0,9.

Tehomallilta saatavissa oleva moottorin akselitehon estimaatti  $\hat{P}_{mm}$  sekä kuilun mekaanisen tehon estimaatti  $\hat{P}_{hm}$  yhdessä mitatun moottorin sähkötehon  $P_{me}$  kanssa tarjoavat mielenkiintoisia mahdollisuuksia vaikkapa hyötysuhteiden laskentaan. Kuva 2 esittää moottorin ja hissikuilun testiajon aikaisia hetkellisiä hyötysuhteita, joista on helppo laskea tunnuslukuja ajon eri vaiheille tai koko testiajolle.



Kuva 2. Moottorin ja hissikulun hetkelliset hyötysuhteet eli ”perhoskuviot”. Kuusi eri testiajon vaihetta: kiihdytys, vakionopeus, hidastus; ylös- ja alassuuntaan

Tällaisia hyötysuhdekuvaajia laitteen todellisen toiminnan aikana ei ole aikaisemmin hissimaailmassa esitetty. Syynä on se, että moottorin akselin mekaanisen tehon mittaaminen asiakkaan tiloissa toimivasta hissistä on hyvin hankalaa, ellei suorastaan mahdotonta. Käytännössä hyötysuhdekäyriä eri moottorityypeille on pystytty ajamaan vain testilaboratorioiden dynamometreissä. Esimerkkeinä muista tuloksista mainittakoon kitkoihin liittyvät ilmiöt: tuulenvastus, laakerikitkat ja Coulombin-kitka. Näistä voidaan piirtää vaikkapa kitkakartta korin paikan funktiona. Kitkakarttaa voidaan hyödyntää, kun arvioidaan johteiden kuntoa, johteiden jatkoskohtien kohdistamista ja mahdollisia suoristamistoimenpiteitä. Vähäisimpänä tuloksena ei voi pitää asiakkaalle laadittavaa raporttia, jossa käy seikkaperäisesti selville hänen nykyisen laitteistonsa kunto ja suorituskyky sekä todettuihin järjestelmän parametreihin perustuen arvio odotettavissa olevasta suorituskyvyn parantumisesta kun hissijärjestelmä on aikanaan modernisoitu.

Edellä on esitetty pääpiirteittäin hissien sähköisen syväluotauksen toimintaperiaate sekä muutamia otoksia menetelmän laajasta tulosjoukosta ja tulosten hyödyntämismahdollisuuksista. Lopuksi voidaan todeta, että jälleen kerran on operaatiotutkimuksen menetelmin saatu pienemmillä resursseilla kohdejärjestelmästä vähintäänkin kertaluokkaa enemmän ja laadullisesti parempaa informaatiota kuin teollisuudenalalla vakiintuneilla menetelmillä on ollut saatavissa.

# Bilevel Multi-criteria Optimization and Decision Making

**Ankur Sinha and Pekka Malo**

**Aalto School of Business**

Multi-criteria optimization and decision making problems have already been well addressed in the literature over the past few decades. The next challenge lies in solving multi-criteria optimization and decision making problems involving multiple levels. The origin of such problems can be traced to two roots; namely, game theory and mathematical programming. In the field of game theory these problems are referred as Stackelberg games and in the field of mathematical programming they are referred as bilevel programming problems. The importance of such multi-criteria hierarchical optimization problems arises from a number of applications in the field of operations research that require attention.

Commonly referred as leader-follower problems, these problems represent an interaction between two entities, i.e. a leader and a follower, where both try to optimize their actions given that the leader is the first mover. When both entities are faced with multiple objectives, it introduces a number of difficulties, not only in terms of solving the mathematical program but also in terms of decision making. Such a leader-follower framework with multiple criteria at both levels has come to play an increasingly important role in homeland security, taxation policies, environmental economics, management problems and public healthcare to name a few.

In the context of homeland security, the framework has already been applied in pre-positioning of defensive missile interceptors, interdiction of nuclear-weapons projects, and preparedness and response to bioterror attacks. Identifying an optimal taxation policy can be readily observed to be a leader-follower problem with the government being the leader and the subjects being the follower. It would be trivial to state that both the government and the subjects are faced with multiple objectives. In addition to the mentioned areas of application, the bilevel framework has also been employed in investigating strategic behavior in deregulated markets, designing networks, optimizing retail channel structures, management of secret projects etc.

Solving bilevel programming problems can be difficult, particularly, in the presence of multiple criteria. Unknown preferences of the leader or the follower may induce substantial decision uncertainties. Such complexities can not be handled using conventional tools, which necessitates the use of sophisticated numerical methods to efficiently handle the problem. Our focus has been on addressing the issues and difficulties involved in solving such problems. Leveraging on our competence in the domain of decision making and evolutionary computation, our recent work is directed towards development of methodologies to tackle practical bilevel multi-criteria decision making and optimization problems.

Further details on: <http://alcomlab.com/>

## IEEE School of Career Boosting

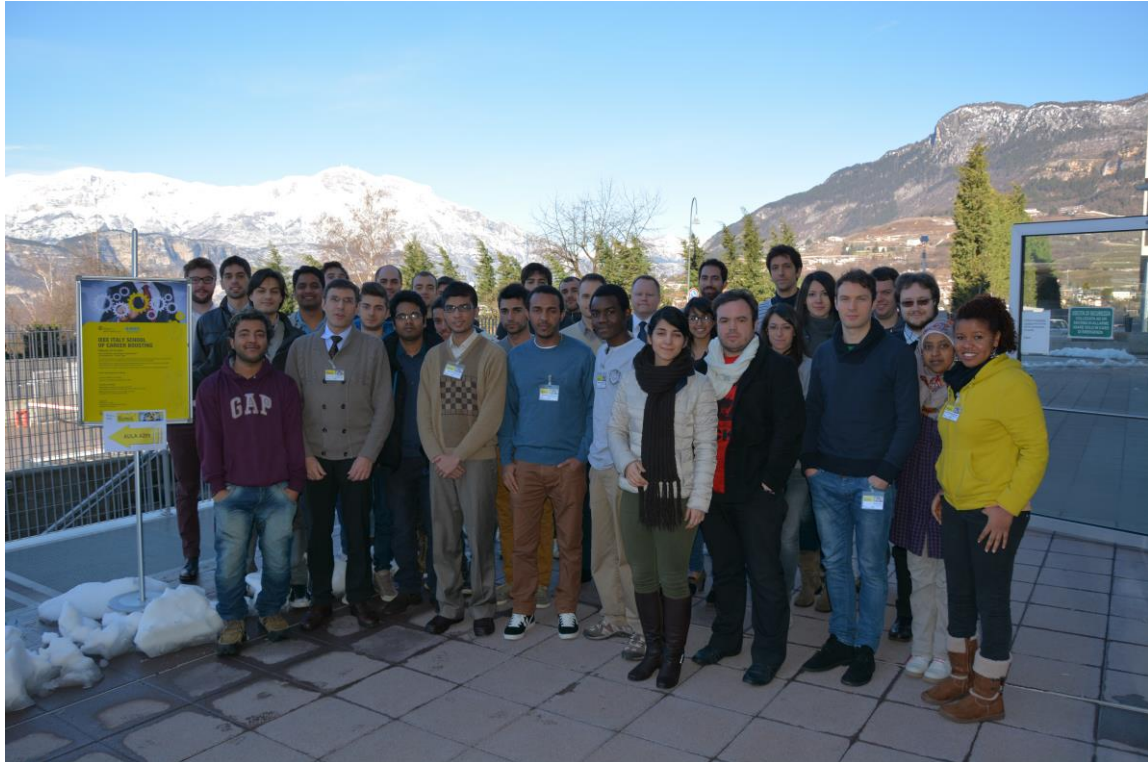
Professori, KTT Mikael Collan

Lappeenrannan teknillinen yliopisto,

LUT School of Business

Allekirjoittanut osallistui Trentossa, Pohjois-Italiassa järjestettyyn IEEE:n Italian osaston järjestämään "career boosting" koulutukseen. Pidin aamupäivän mittaisen koulutuksen aiheesta "Reaaliopitioiden rakentaminen projekteihin, tuotteisiin ja järjestelmiin". Muita aiheita olivat mm. yritysten toiminta työntekijän näkökulmasta, projektijohtaminen, laatu ja innovaatiojohtaminen ja yrittäjyyteen liittyvät aiheet. Lisäksi kurssilaiset tutustuivat kahteen paikalliseen yritykseen. Aihevalikoima oli siis vahvasti perinteisten "insinööritieteiden" ulkopuolelta ja suunniteltu avaamaan osallistujien silmiä siihen todellisuuteen, joka vallitsee ns. voittoa tavoittelevissa yrityksissä. Ilmoittautuneita koulutukseen oli yli kolmekymmentä, pääasiallisesti väitöskirjaansa teknisiltä aloilta valmistelevia ja valmistuneita, osallistujia oli useista eri maista.

Koulutus oli toteutettu IEEE:n ja Trenton yliopiston yhteistyönä, päävastuullisina järjestäjinä IEEE:n Italian osaston puheenjohtaja Prof. Dario Petri ja Trenton yliopiston professori Mario Fedrizzi. Kannattaisiko Suomessakin järjestää vastaava työelämävalmiuksien kehittämiseen panostava koulutus teknisten alojen väitöskirjaopiskelijoille? Voisin kuvitella, että siihen olisi kiinnostusta niin yritysten kuin opiskelijoidenkin puolelta.



Kuva 1: Career boosting kurssilaiset. IEEE Italian puheenjohtaja Prof. Dario Petri eturivissä toinen vasemmalta. Kirjoittaja takarivissä "kovat kaulassa".

Paikkana olivat Trenton yliopiston aivan uudet, vasta pari viikkoa vanhat tilat Povossa, Trenton kaupungin "yläpuolella". Maisemat ikkunoista ovat jylhät, lumihuippuisia vuoria Adige-joen laaksoa ympäröiden. Trento kuuluu "Trentino Alto Adige" alueeseen, jolla on itsehallinto osana Italiaa; leijonanosa paikallisista verotuloista palautuu alueelle. Trentino on tunnettu mm. omenoistaan, joita myydään Melinda tuotemerkillä, talviurheilusta, mm. 2013 Universiadi järjestettiin Trentinossa pika-aikataululla (Slovenialaisten kisajärjestäjien mentyä "konkurssiin") ja korkealaatuisesta koulutuksestaan, Trenton yliopisto on valittu useita kertoja peräkkäin Italian parhaaksi yliopistoksi omassa kokoluokassaan.

## MIT Sloan Sports Analytics Conference

**TkT, VTM Jirka Poropudas**

**Director of analytics, SportIQ (<http://www.sportiq.fi/>)**

**[jirka.poropudas@sportiq.fi](mailto:jirka.poropudas@sportiq.fi)**

Osallistuin 28.2.-1.3.2014 MIT Sloan Sports Analytics Conference 2014 (MIT SSAC) -tapahtumaan, joka järjestettiin Hynes Convention Centerissä, Bostonissa, Massachusettsissa. MIT SSAC on tapahtuma, jossa urheilualan ja analytiikan ammattilaiset pohtivat analytiikan kasvavaa merkitystä urheiluteollisuudessa ja jota pidetään yleisesti urheiluanalytiikan vuotuisena päätapahtumana. Konferenssi järjestettiin ensimmäisen kerran vuonna 2006 ja sen järjestäjinä toimivat Daryl Moreyn (NBA-joukkue Houston Rocketsin toiminnanjohtaja) ja Jessica Gelmanin (Kraft Sports Groupin markkinointijohtaja) johdolla vapaaehtoiset MIT Sloanin opiskelijat, jotka suunnittelevat ja toteuttavat tapahtuman vuosittain. Vuodesta 2010 alkaen tapahtuman pääsponsorina on toiminut amerikkalainen urheilukanava ESPN. Tapahtuma on avoin kaikille urheilusta kiinnostuneille ja siihen on vuosien varrella osallistunut opiskelijoita 170 eri koulusta ja yli 70 ammattilaisjoukkueesta. Tänä vuonna tapahtuman liput myytiin loppuun muutamassa tunnissa.

Käytännössä MIT SSAC on yhdistelmä tieteellistä konferenssia ja myyntimessuja. Tapahtuma on jaettu lukuisiin rinnakkaisiin trackeihin, joista tärkeimpiä ovat paneelikeskustelut ja tutkimuspaperien esittelysessiot. Itse olin mukana osallistumassa tapahtuman "Trade show"-osioon, jossa oli mukana toista kymmentä erilaisia analytiikkayrityksiä ja teknologia-startupeja edustavaa näytteilleasettaja. Tapahtuman osallistujista valtaosa on opiskelijoita, jotka koettavat luoda kontakteja urheiluteollisuuteen ja teknologiayrityksiin ja tapahtuma toimiikin hyvin aktiivisena rekrytointikanavana. Esimerkiksi NBA-joukkue Boston Celticsin apulaistoiminnanjohtaja Mike Zarren erehtyi eräässä paneelikeskustelussa mainitsemaan, että heidän organisaatiollaan on pulaa osaavista analytikoista. Esityksen jälkeen Zarren ei päässyt lainkaan poistumaan lavalta jouduttuaan työpaikkaa tavoittelevien opiskelijoiden piirittämäksi.

Tapahtumassa pidettyjen esitysten perusteella urheiluanalytiikan suurin mielenkiinto keskittyy tällä hetkellä urheilijoiden ja joukkueiden seurantaan, jossa kerätään tietoa urheilijoiden sijainnista, nopeudesta, kiihtyvyydestä sekä erilaisista fysiologisista mittareista (esim. syketaso). Kerätyn informaation avulla valmentajat pyrkivät kehittämään joukkueensa taktikoita ja tekemään parempia taktisia päätöksiä ottelutapahtuman aikana. Konferenssin pääpaino oli luonnollisesti amerikkalaisten suosimissa suurissa ammattilaisarjoissa: baseball (MLB), amerikkalainen jalkapallo (NFL), koripallo (NBA) ja jääkiekko (NHL). Lisäksi kansainvälisempää väriä toivat mm. jalkapalloon, tennikseen ja pyöräilyyn liittyvät esitykset.

Toisena tärkeänä kehityssuuntana voidaan nähdä teknologian ja analytiikan rooli urheilijoiden fyysisten suoritusten optimoinnissa ja loukkaantumisten ehkäisemisessä. Keräämällä urheilijoiden suorituksista tarkempaa ja parempaa informaatiota heille voidaan räätälöidä yhä parempia ja tarkempia harjoitusohjelmia. Esimerkiksi Harvardin lääketieteellisen tiedekunnan professori Charles Czeslerin mukaan seuraava merkittävä koripallotilasto ei liitykään kentän tapahtumiin, vaan pelaajien nukkumiseen ja unenlaatuun. Czeslerin mukaan urheilija tarvitsee 8,2 tuntia unta vuorokaudessa suoriutuakseen optimaalisella tasolla, kun taas unenpuute hidastaa reaktioaikoja, altistaa loukkaantumisille ja tulehduksille sekä pitkittää toipumisaikoja. ”Neljän tunnin yönillä pelaavan 25-vuotiaan suoritustaso vastaa 36-vuotiasta.”



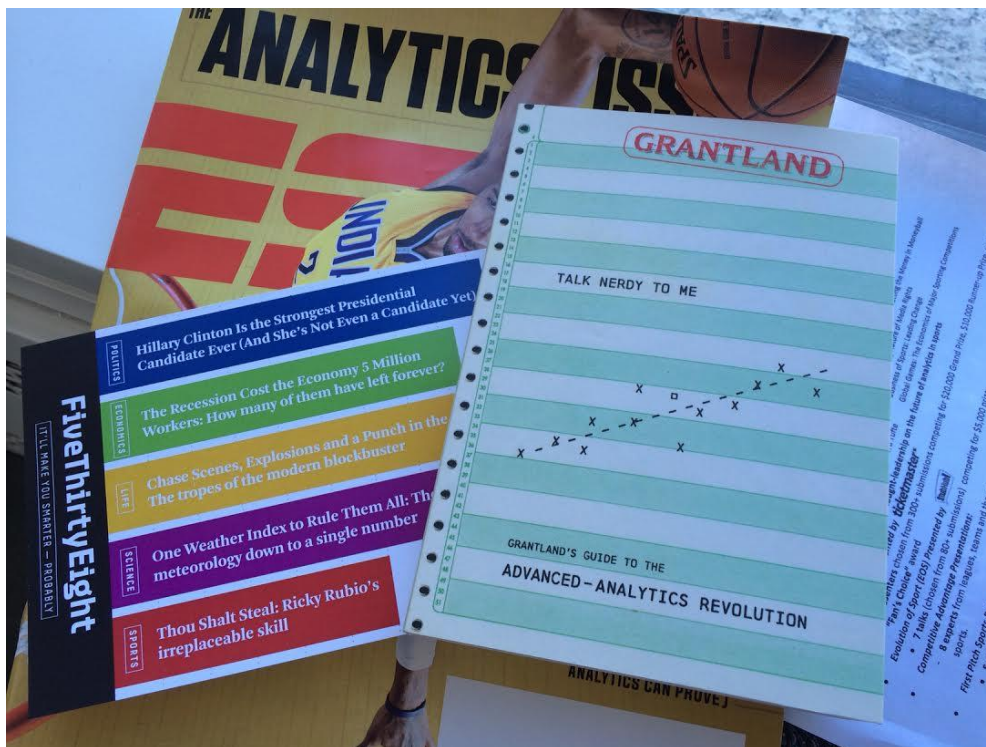
Kuva 1: NBA-komissaari Adam Silver kirjailija Malcolm Gladwellin haastateltavana.

Henkilökohtaisesti pidin konferenssin parhaana antina paneelikeskusteluja, joihin oli koottu puhujiksi hyvin merkittäviä nimiä urheilun, urheilujournalismin ja suurelle yleisölle suunnatun tiedekirjallisuuden alalta. Poimintoina parhaista paneeleista voidaan mainita seuraavat. Kirjailijat Malcolm Gladwell (mm. *Undercover Economist*, *Outliers*, *Tipping Point*) ja David Epstein (*Sports Gene*) keskustelivat harjoittelun ja perintötekijöiden vaikutuksesta urheilijoiden menestysmahdollisuuksiin. NBA-komissaari Adam Silver teki ensimmäisen julkisen esiintymisensä virkaanastumisensa jälkeen Gladwellin haastateltava ja puhui mm. kilpailullisen ja tasaisen sarjan rakentamisen vaikeudesta, urheiluvedonlyönnistä sekä dopingista. Dopingista kärynneen pyöräilijän Tyler Hamiltonin paneelissa pohdittiin dopingin roolia urheilussa nyt ja tulevaisuudessa. Hamilton kertoi hyvin avoimesti omasta urastaan ja dopingin käytöstään ja yhtyi Yhdysvaltojen anti-doping –toimikunnan puheenjohtajan Travis Tygartin toiveeseen urheilijoiden ns. biometrisen passin jatkokehittämisestä. Nate Silver (politiikkaa analysoiva *FiveThirtyEight*-blogi) osallistui useisiin paneeleihin, jotka käsittelivät urheiluanalytiikkaa yleisemmin sekä erityisesti baseballia. Graafisesti tapahtuman vaikuttavin esitys oli tilastotieteilijä ja datanvisualisointiguru Edward Tuften (mm. *Beautiful Evidence*) perustavanlaatuinen esitys informaation välittämisestä kuvin ja kaavioin. NBA-valmentajalegenda/filosofi Phil Jackson puhui hartaasti urheiludynastian rakentamisen vaikeudesta ja siitä, miten joukkueen sisäistä ”kemialla” on vaikea mitata. Yleisesti ottaen paneelikeskusteluille oli varattu runsaasti aikaa ja osaavat puheenjohtajat/haastattelijat antoivat keskustelijoille runsaasti vapauksia sekä

aiheiden että lähestymiskulmien suhteen. Tapahtuman ehdottomasti hauskimmassa paneelissa entinen NBA-valmentaja ja analytiikkaskeptikko Stan van Gundy kyseenalaisti umpimielisen numeroidenmurskaamisen mielekkyyden ja vaati tutkimusten suuntaamista aidosti käytännöllisempään suuntaan: ”Koripalloilija Paul George on kuulemma juossut 130 mailia tämän kauden otteluissa. Mitä hyötyä tästä yksittäisestä tiedonmurusesta on kenellekään?!?”

Hieman kunnianhimoisemmassa ”Evolution of Sport”-trackissä puhujat esittelivät mahdollisesti mullistavia ideoita, joiden tavoitteena on muuttaa kokonaisten urheilulajien luonnetta. Näiden puheenvuorojen aiheina olivat mm. amerikkalaisessa jalkapallossa käytettyjen pelikuvioiden automatisoitu tunnistaminen videokuvasta, automatisoitujen robottikameroiden käyttäminen urheilun live-lähetyksissä, avoin tiedonjakaminen urheiluanalytiikassa, koneellinen hahmontunnistus jalkapallotaktiikoiden analyysissä ja pienoisena kuriositeettina vapaaottelun (MMA) otteluvoittoon vaikuttavien tekijöiden tilastollinen tarkastelu.

Sponsoreiden (mm. ESPN, Adidas, SAP, Catapult) järjestämät paneelit olivat valitettavasti pääasiassa keskustelun muotoon puettuja mainoksia.



Kuva 2: Osallistujille jaettavan ”gift bag”-in sisältöä.

Operaatiotutkimuksen kannalta mielenkiintoisia paneelikeskusteluissa esiin nousseita aiheita olivat mm. seuraavat ongelmat. Ammattilaissarjojen sarjajärjestelmiin on suunniteltu erilaisia muutoksia, joiden tavoitteena on kasvattaa sarjojen kannattavuutta. Esimerkiksi ”paras seitsemästä”-pudotuspelisarjojen lyhentäminen kasvattaa yllätyksen todennäköisyyttä pudotuspeleissä, mikä lisää katsojien mielenkiintoa, mutta samalla vastaavasti leikkaa ottelutapahtumien lukumäärää ja niiden tuottamia lipputuloloja. Toisaalta on pohdittu erilaisia muutoksia ammattilaissarjojen tulokkaiden varausmekanismiin, joka toimii nykyään käänteisenä kannustimena heikoimmille joukkueille. Tietyn rajan jälkeen heikoimpien joukkueiden kannattaa hävitä tarkoituksella parantaakseen menestymisen mahdollisuuksiaan tulevaisuudessa, koska

huonoimmin menestyneellä joukkueella on parhaat mahdollisuudet päästä varaamaan kaikkein lupaavimmat tulokkaat.

Lisäksi konferenssin paneeleissa pohdittiin mm. erilaisia parannuksia urheilutapahtumien katsojakokemuksiin. Esimerkiksi on havaittu, että televisoidut urheilulähetykset menettävät katsojien mielenkiinnon mainostauoilla/aikalisillä ja joutuvat yhä enenevässä määrin taistelemaan televisiokatsojien huomiosta älypuhelimien, tablettikoneiden ja sosiaalisen median kanssa: ”Ensimmäistä kertaa historiassa nuorin sukupolvi katsoo vähemmän televisiota kuin edellinen.” Toisaalta käsiteltiin myös urheilutapahtumiin liittyviä innovaatioita kuten ottelutapahtumien katsojille älypuhelimella tarjottavat lisäpalvelut (esim. itse valittavat pikauusinnat tai mahdollisuus upgreidata lippunsa korvausta vastaan, jos paikkoja on jäänyt myymättä katsomon paremmille paikoille).

MIT SSAC:in tutkimuspapieriosiossa esiteltiin urheiluun liittyviä tutkimuspapereita postereina. Lisäksi kahdeksan parasta tutkimuspapereita oli valittu yleisölle esitettäväksi. Näiden finalistien joukosta raati valitsi sitten tutkimuspaperikilpailun voittajan, joka sai mainetta, kunniaa ja 20000 dollarin pääpalkinnon. Kahdeksasta finalistista neljä käsitteli koripalloa, kolme baseballia ja yksi jalkapalloa. Kilpailun voitti Second Spectrum –yrityksen Rajiv Maheswaranin johtaman tutkimusryhmän koripallon levypalloja tutkinut paperi ”Three Dimensions of Rebounding” (kaikki tutkimuspaperit löytyvät tämän tekstin lopun linkin takaa). Omasta mielestäni tutkimuspapereiden taso oli korkeintaan keskinkertainen – ainakin verrattuna aidosti tieteellisiin konferensseihin. Useimpien papereiden tutkimustulokset eivät ole yleisesti toistettavissa, koska muilla tutkijoilla ei ole käytössään aineistoa, johon tutkimukset perustuvat. Myönnettäköön, että tutkimuksissa käsitellyt aineistot ovat itsessään rahanarvoista tavaraa ja hyvin massiivisia (esimerkiksi yhden baseball-kauden ”PITCHf/x”-syöttövideoaineisto on kooltaan 17 petatavua), mutta tästä huolimatta syntyi vaikutelma, että kilpailussa oli pääasiassa kyse siitä, millä tutkimusryhmillä on pääsy tiukasti vartioituun pelaajien seurantadataan. Avoimeen dataan perustuvissa finalistipapereissa puolestaan koetettiin kompensoida aineiston niukkuutta rakentamalla liioitellun monimutkaisia malleja melko huterin tuloksin. Esitellyn tutkimuksen tasosta voitaisiinkin hieman leikkisästi sanoa, että on olemassa tiedettä ja ”urheilutiedettä”.

Lievästä epätieteellisyydestään huolimatta MIT SSAC on äärimmäisen mielenkiintoinen tapahtuma, jossa pääsee seuraamaan hyvin mielenkiintoisia keskusteluja ja tapaamaan kasvotusten urheiluteollisuuden huippunimiä. Lisäksi tapahtumassa esitellään äärimmäisen mielenkiintoisia analyyttisiä ja teknologisia innovaatioita, joista osa tulee varmasti olemaan merkittävässä roolissa urheilun tulevaisuudessa.

MIT Sloan Sports Analytics Conference –tapahtuman kotisivu: <http://www.sloansportsconference.com/>

# Diplomityö: Statistical learning based classification of rare events in predictive maintenance

Tekijä: TkK Harri Mäkelin, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: FM Laura Sutinen

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo

## Analytiikka ennakoi laitteiston vikaantumista

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulun opiskelija Harri Mäkelin on tänään julkaissut diplomityönsä ”Statistical learning based classification of rare events in predictive maintenance” ennakoivan analytiikan alalta. Työ käsittelee vikaantumisten ennustamista teollisen yrityksen näkökulmasta, ja soveltaa harvinaisten tapahtumien ennustamiseen soveltuvia menetelmiä oikeaan esimerkkidataan.

Mäkelinin työssä arvioitiin harvinaisten tapahtumien ennustamisen ja koneoppimisalgoritmien soveltuvuutta ongelmaan, jossa pyritään ennustamaan laitteiston vikaantumista monitorointi-, huoltoloki- ja konfiguraatiodatasta. Sovellettaviksi menetelmiksi olivat valikoituneet erilaiset otantamenetelmät sekä päätöspuihin perustuvat ns. ensemble-mallit.

Harvinaisten tapahtumien - kuten laitteiston vikaantumisen - ennustaminen vaatii niiden keinotekoisia korostamista esimerkiksi painotettujen otantamenetelmien avulla. Tutkimuksen keskeisimpänä havaintona oli erilaisten otantamenetelmien paremmuuden selvittäminen ennustusten tulosten kannalta. Lisäksi työssä havaittiin, että vaikka vikaantumisen ennustaminen on käytännössä mahdollista tiettyyn tarkkuuteen asti, vikaantumisen tyypin ennustaminen on huomattavasti vaikeampaa.

Oikeiden menetelmien löytäminen vikaantumisen ennustamisongelmaan lupaa osaltaan suurien toiminnan tehostamisesta syntyviä säästöjä organisaatioille, joille laitteiston huolto on suuri kuluerä. Viime vuosina organisaatioiden käytettävissä olevan datan määrä on räjähtänyt, ja kasvuvauhdin ennustetaan vain lisääntyvän. Suurista lupauksista huolimatta datan konkreettiseen hyödyntämiseen on herätty vasta äskettäin. Konkreettisten tulosten saaminen voi olla myös haaste monelle yritykselle, sillä se vaatii loppukädessä myös organisatorista muutosta, kun henkilöstö ja prosessit koulutetaan ja suunnitellaan alusta alkaen ennakoivan analytiikan hyödyntämisen näkökulmasta.

Mäkelinin työn perusteella analytiikan käytöllä on merkittävää potentiaalia. Jatkotutkimuksen kannalta on vielä tärkeää arvioida erilaisten mallien evaluaatiokeinojen soveltuvuutta ongelmaan sekä käyttää suurempaa aineistoa, jotta varmistuttaisiin menetelmän yleistettävyydestä. Esimerkiksi vikaantumisten ennustamisessa vikaantumisen tarkka päivä on usein käytännössä mahdotonta ennustaa, mutta jo viikon tarkkuus riittää. Tästä syystä mallien evaluointimenetelmiä suunniteltaessa pitää pystyä ottamaan ongelman luonne huomioon. Ennustamismenetelmät ovat kuitenkin vain toinen puoli yhtälöä, ja todellisen analyttisen kyvykkyyden kehittäminen organisaatiossa vaatii investointeja.

# **Diplomityö: Evaluating Options for International Software Expansion within a Partner Channel Model**

Tekijä: TkK Jimmy Forsman, Aalto-yliopisto

Työn ohjaaja: KTM Aino-Maija Gerdt

Työn valvoja: Professori Ahti Salo

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa julkaistu diplomityö ”Evaluating Options for International Software Expansion within a Partner Channel Model” esittelee viitekehyksen tukemaan ohjelmistoyrityksen johdon päätöksentekoa kansainvälisen kumppanijakelukanavan käyttöönotossa. Tekniikan kandidaatti Jimmy Forsmanin työssä tutkitaan eri kumppanimallien sopivuutta kohdeyritykselle sekä sitä, miten yrityksen tulee valita kumppaneita ja miten kumppanit arvioivat ohjelmistoyrityksiä. Työ tehtiin Enoro Oy:lle, joka on suomalainen energia-alan ohjelmistoyritys.

Kumppanijakelukanava on pienen tai keskisuuren ohjelmistoyrityksen ensisijainen vaihtoehto, jos se palvelee yritysasiakkaita ja hakee kasvua kansainvälisiltä markkinoilta. Kumppaneiden vastuulla ovat tällöin paljon miestyötunteja vaativat tehtävät kuten käyttöönotto, testaus, räätälöinti ja integrointi muihin järjestelmiin. Diplomityön mukaan siirtämällä nämä toimenpiteet kumppanille ohjelmistoyritys lisää hyvin kannattavien lisenssitulojen osuutta kokonaisliikevaihdostaan. Diplomityössä todetaan, että parhaat mahdollisuudet kasvuun tarjoaa yhteistyö systeemi-integraattoriyritysten (SI) kanssa. Sopivan kumppanin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat asiakastuntemus ja kokemus samankaltaisista asiakkaista. Ohjelmistoyrityksen on taas tarjottava SI-kumppanin käyttöön selkeästi määritellyt ja yleisesti käytetyt rajapinnat, jotta tämä pystyy luomaan lisäarvoa esimerkiksi asiakaskohtaisella räätälöinnillä. Ohjelmistotuotteen arvoa lisää potentiaalisten kumppaneiden silmissä lisäksi yrityksen nykyisten asiakkaiden koko ja lukumäärä.

Diplomityön lopussa esitellään kumppanijakelukanavaan liittyvien tavoitteiden ja vaatimusten, joista tärkeimmät esiteltiin edellä, arviointiin mittaristo ja prosessi. Eri tavoitteiden välinen priorisointi vaihtelee tuotteen elinkaaren ja kohdeyrityksen markkina-aseman mukaan. Esimerkiksi alkuvaiheessa tuotteen näkyvyyden ja uskottavuuden lisäämistä on priorisoitava. Kun markkina-asema on tarpeeksi vahva, voidaan keskittyä sopivien kumppanien ja asiakkaiden valintaan ja projektitoimitusten kannattavuuden parantamiseen.

## **Kandidaatintyö: Multistage investment under two explicit sources of uncertainty – a real options approach**

Tekijä: Tekn. yo Lauri Kauppinen

Työn ohjaaja: PhD Afzal Siddiqui, Senior Lecturer, University College London

Työn valvoja: Professori Ahti Salo

### **Monivaiheisissa investointipäätöksissä on oleellista ennakoida tulevaisuutta**

Tekniikan ylioppilas Lauri Kauppinen esittää joulukuussa 2013 Aalto-yliopiston Matematiikan ja Systeemianalyysin laitoksella valmistuneessa kandidaatintyössään ”Multistage investment under two explicit sources of uncertainty – a real options approach” reaaliopiomallin, jolla voidaan tarkastella

tilanteita, joissa päätöksentekijällä on mahdollisuus investoida monivaiheiseen investointiprojektiin, jonka hyöty kehittyy stokastisesti eli satunnaisesti ajassa.

Kauppisen esittämän mallin tuloksena saadaan sekä investointiprojektin arvo että optimaalinen päätössääntö kaikissa mahdollisissa tilanteissa. Päätössäännön perusteella voidaan tulkita, että päätöksentekijän kannattaa arvioida projektin hyödyn oletusarvoinen kehitys tulevaisuudessa ja verrata tätä päätössääntöön tulevissa tilanteissa. Investoida kannattaa vasta silloin, kun voidaan olettaa, että projekti kannattaa saattaa oletusarvoisesti valmiiksi mahdollisimman nopeasti. Vaikka valmiin projektin rahallinen hyöty olisi tällä hetkellä negatiivinen, voi olla optimaalista aloittaa tai jatkaa sijoittamista, mikäli projektin hyöty kasvaa keskimäärin riittävän nopeasti. Lisäksi havaitaan, että projektin hyötyyn vaikuttavien muuttujien tulevaisuuden arvojen epävarmuuden kasvattaminen johtaa siihen, että projektin aloittaminen tai jatkaminen tulee epäoptimaaliseksi useammissa tilanteissa. Suuri hyötyyn liittyvä epävarmuus siis lisää kannusteita odottaa suotuisampia olosuhteita projektin toteuttamisen kannalta. Tehdyistä oletuksista seuraavalle matemaattiselle ongelmalle ei ole analyyttistä ratkaisua, jolloin sivutuotteena saadaan myös keino ratkaista tietynlainen reaalioptio-ongelma numeerisesti.

Mallissa oletetaan, että projektin hyödyt realisoituvat vasta silloin, kun se on valmis. Lisäksi oletetaan, että projektin hyödyn määräävät muuttujat noudattavat jatkuva-aikaisia stokastisia prosesseja, joiden luonne ei riipu päätöksentekijän toimista. Mallissa tulevaisuutta koskeva epävarmuus on siis eksogeenistä. Tämän vuoksi malli kuvaa lähinnä tilanteita, joissa investointihanketta koskeva epävarmuus johtuu ulkoisista tekijöistä. Päätöksentekoprosessista oletetaan, että päätöksentekijä voi investoida jokaisella ajanhetkellä valitsemallaan investointinopeudella, joka on rajattu nollan ja positiivisen vakion eli maksimaalisen investointinopeuden välille. Toisin sanoen, investointiprosessi voidaan keskeyttää tai sitä voidaan jatkaa ilman ylimäärisiä kustannuksia koska tahansa. Malli on näin ollen sovellettavissa lähinnä sellaisissa tilanteissa, joissa projektin aloittamiseen ei liity merkittäviä peruuttamattomia sitoumuksia.

Mallia voisi soveltaa yllä mainittujen rajoittavien oletusten nojalla esimerkiksi tilanteeseen, jossa lääkkeitä tuottava yritys on kehittänyt uuden lääketeknologian, joka voidaan kaupallistaa. Kaupallistamishanke on selvästi monivaiheinen, sillä siihen kuuluu esimerkiksi tuotannollisia investointeja ja pilotointeja, joiden aikana syntyy lähinnä pelkkiä kustannuksia yritykselle. Kaupallistamishankkeen hyötyyn vaikuttavat epävarmuustekijät voisivat liittyä markkinahintaan ja tuotannon raaka-ainekustannuksiin. Mallin avulla lääkeyritys voisi määrittää päätöstilanteissa, kannattaako kaupallistamista jatkaa vai olisiko viisaampaa odottaa, että toimintaolosuhteet muuttuvat suotuisammiksi. Jos lääkeyritys haluaisi esimerkiksi myydä lääketeknologiaan liittyvän patentin toiselle yritykselle, olisi kaupallistamishankkeen arvon määrittäminen keskeinen kysymys kauppahinnasta neuvoteltaessa.

Käytännön sovellusmahdollisuuksien näkökulmasta katsottuna mallin oletukset ovat kuitenkin jokaisessa tilanteessa rajoittavia: harvat tilanteet täyttävät mallin oletukset edes approksimatiivisesti. Työn merkitys on siis laajemmin katsoen teoreettinen, eli sen perusteella voidaan tehdä lähinnä kvalitatiivisia johtopäätöksiä siitä, kuinka esimerkiksi suurin mahdollinen investointinopeus tai hyötyyn vaikuttavien muuttujien epävarmuus vaikuttaa projektin arvoon ja päätössääntöön. Olisikin mielenkiintoista kehittää mallia edelleen siten, että sen oletukset olisivat vähemmän rajoittavat. Jos esimerkiksi projektin keskeyttämisestä tai uudelleenkäynnistämisestä seuraisi kustannuksia päätöksentekijälle, kuvaisi malli realistisemmin tosimaailman investointitilanteita. Tällöin voitaisiin tutkia myös sitä, kuinka kyseisen sakon suuruus vaikuttaa projektin arvoon ja optimaaliseen päätössääntöön.

# Tapahtumakalenteri

## Huhtikuu 2014

29.4. FORS vuosikokous ja kevätseminaari

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu,

Chydenia-rakennus

## Toukokuu 2014

9.5. FORS excursio Finnairille. Lisätietoa

[www.operaatiotutkimus.fi](http://www.operaatiotutkimus.fi) tai

[sihteeri\(at\)operaatiotutkimus.fi](mailto:sihteeri(at)operaatiotutkimus.fi)

19.5.-26.5. Intensiivikurssi: Value-Focused Thinking  
and Decision-Making. Opettaja: Ralph L Keeney.

Lisätietoa:[http://salserver.org.aalto.fi/vanhat\\_sivut/](http://salserver.org.aalto.fi/vanhat_sivut/Opinnot/Mat-2.4194/valuefocused/)  
[Opinnot/Mat-2.4194/valuefocused/](http://salserver.org.aalto.fi/vanhat_sivut/Opinnot/Mat-2.4194/valuefocused/)