

INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

1 / 2017



FORS, Suomen Operaatiotutkimusseura ry

Finnish Operations Research Society

www.operaatiotutkimus.fi

**Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti INFORS
N:o 1 – 2017**

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

Vastaava päätoimittaja, seuran puheenjohtaja:

Mikael Collan
Lappeenrannan teknillinen yliopisto,
Strategy, Management & Accounting
PL 20, 53851 Lappeenranta
Mikael.Collan@lut.fi

Toimittaja, seuran sihteeri:

Tommi Pajala
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelutalouden laitos
PL 21220, 00076 Aalto
tommi.pajala@aalto.fi

Jäsenmaksun suuruus:

30 euroa / vuosi
jatko-opiskelijat 25 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 2017	3
Kansantautien ennaltaehkäisyssä tarvitaan analytiikkaa ja operaatiotutkimusta – ja etenkin poikkitieteellisyyttä	8
BOR työryhmä Euroopan Operaatiotutkimusseurojen yhdistykseen	10
Reflections on the workshop: TRIZ – Theory of Inventive Problem Solving	12
Kokemuksia seminaarista ”OR liikuttaa ihmistä”	14
INFORMS 2016 - Nashville	15
Power-to-Gas Optimisation	16
Pyöreistä histogrammeista	18
Opinnäytetöitä	21
Tapahtumakalenteri	25

Puheenjohtajan palsta

Mikael Collan, Mikael.Collan@lut.fi

Suomi viettää 2017 sata vuotista taivaltaan itsenäisenä valtiona. Tänä aikana maailma on muuttunut uskomattoman paljon. Onkin terveellistä palata lyhyesti pohtimaan tilannetta, joka maailmassa vallitsi sata vuotta sitten. Vuonna 1917 maailman väestöstä noin 80% eli äärimmäisessä köyhyydessä, noin 70% oli lukutaidotonta ja yli 30% lapsista kuoli ennen viidettä ikävuottaan. Tällaiset faktat kuvastavat sitä mitä nämä "vanhat hyvät ajat" oikeastaan olivat verrattuna nykyaikaan. Olemme varsin hyvässä ja onnellisessa tilanteessa verrattuna sadan vuoden takaiseen. Kun seuraavan kerran murehdimme lillukanvarsia pidettäköön tämä mielessä.

Operaatiotutkimuksella ja yleisemmin sanottuna matemaattisten menetelmien käytöllä teollisuuden ja yhteiskunnan toimintojen parantamisessa on Suomessakin jo kymmenien vuosien historia. Yksi erinomainen esimerkki Seuran järjestämässä kevättapahtumassa, jossa kuulimme miten Kone Oyj. on pitkällä tähtäimellä hyödyntänyt optimointia luomaan hissiliiketoimintansa kilpailukykyä parempien ohjaus-ohjelmistojen muodossa.

Analytiikka on kovassa nosteessa ja analytiikkaosaajille vahva kysyntä - olen ilahtunut nähdessäni, että analytiikan esiinmarssi ei ole jäänyt vain puheiden asteelle, vaan yritykset ja julkinen sektori ovat alkaneet myös konkreettisesti ottamaan käyttöön operaatiotutkimuksen menetelmiä. Paljon on vielä tehtävää - ei vähiten julkisella puolella; haluan kuitenkin uskoa, että sata-vuotias Suomi ei ole liian vanha pystyäkseen taas yhteen murrokseen ja tulemaan maaliin yhtenä voittajista.

Seuran johtokunta 2017

Puheenjohtaja

Professori, KTT Mikael Collan
Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Kauppatieteiden tiedekunta
mikael.collan@lut.fi



Toimin strategisen rahoituksen professorina Lappeenrannan Teknillisen Yliopistolla. Tutkimuksessani olen keskittynyt päätöksenteon tukijärjestelmien kehittämiseen mm. reaali-investoinneista koostuvien portfolioiden valintaan ja investointianalyysimenetelmiin. Erityisesti olen kiinnostunut reaaliopliolaskennasta ja viime aikoina systeemidynaamisten mallien käytöstä reaaliopliotioanalyysissa. 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 golfia ja suomalaisten malli 1930 postimerkkien postihistoriaa
<http://www.malli1930.fi>

Taloudenhoitaja

KTT Juha Eskelinen
Melkior Oy



juha.eskelinen@melkior.fi

Työskentelen liikkeenjohdon konsulttina omistamassani Melkior Oy:ssä (www.melkior.fi). Autan yrityksiä ja julkisen sektorin organisaatiota parantamaan suorituskykyään – erityisesti tuottavuuttaan, tehokkuuttaan ja vaikuttavuuttaan. Työskentelen osa-aikaisesti myös Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa tutkijana. Väittelin vuonna 2014 kauppätieteiden tohtoriksi aiheenani tehokkuuden arviointi pankissa.

Johtokunnan varsinaiset jäsenet

DI Tuomas Lahtinen
Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu

Matematiikan ja systeemianalyysin laitos, Systeemianalyysin laboratorio
tuomas.j.lahtinen@aalto.fi

Olen suorittanut jatko-opintoja alkaen syksystä 2013 Systeemianalyysin laboratoriossa Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulun Matematiikan ja systeemianalyysin laitoksella. Väitöskirjani fokus on operaatiotutkimuksen ja päätösanalyysin käyttöön liittyvissä ilmiöissä. Mallipohjaiseen ongelmanratkaisuprosessiin voi vaikuttaa monin tavoin erilaiset käyttäytymiseen, kognitioon ja motivaatioon liittyvät ilmiöt. Tutkin lisäksi portfoliomenetelmien hyödyntämistä ympäristöpäätöksenteon tukena. Olen vastuuopettaja kursilla sovelletun matematiikan tietokonetyöt. Aiemmin olen toiminut assistenttina sekä tutkimusapulaisena Systeemianalyysin laboratoriossa.





Professori, TKT Eeva Vilkkumaa
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelutalouden laitos
eeva.vilkkumaa @aalto.fi

Toimin apulaisprofessorina Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa Management Science -oppiaineessa. Tutkimuksessani olen keskittynyt matemaattisten mallien kehittämiseen yritysten ja julkishallinnon päätöksenteon ja resurssien allokoiminnin tueksi. Erityisesti tarkastelen epävarmuuksien mallintamista, ryhmäpäätöksentekoa sekä monivaiheisia päätösprosesseja. Viime aikoina olen tutkinut analytiikan ja operaatiotutkimuksen menetelmien soveltamista terveydenhuollon päätöksenteon tuessa. Opetan kauppakorkeakoulussa kursseja, jotka käsittelevät talousmatematiikkaa ja liiketoiminnan analytiikkaa.

Professori, TKT Jukka K. Nurminen
VTT & Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu, Tietotekniikan laitos
jukka.k.nurminen@aalto.fi



Aloitin vuoden 2016 alussa työt johtavana tutkijana VTT:n Teollinen optimointi tutkimusryhmässä. Sitä ennen olin viisi vuotta Aalto Yliopistossa tietotekniikan professorina, jossa jatkan edelleen osa-aikaisesti Adjunct Professor nimikkeellä. Ennen akateemiseen maailmaan siirtymistä työskentelin lähes 25 vuotta Nokialla ohjelmistotutkimuksessa. Olen erityisen innostunut uusien asioiden oppimisesta ja soveltamisesta todellisten ongelmien ratkaisemiseen. Kokemukseni ylittää matemaattisesta mallinnuksesta asiantuntijajärjestelmiin, verkkosuunnittelutyökaluista matkapuhelimiin ja R&D projektien hallinnasta kymmeneen patentoituihin keksintöihin. Valmistuin tekniikan tohtoriksi vuonna 2003 Teknillisen korkeakoulun Systemianalyysin laboratorion.



Professori, TKT Juuso Liesiö
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Tieto- ja palvelutalouden laitos
juuso.liesio@aalto.fi

Toimin apulaisprofessorina Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulussa Management Science oppiaineessa. Tutkimusalanani on päätösanalyysi- ja optimointimallit, sekä näiden soveltaminen yritysten ja julkishallinnon portfolio- ja resurssiallokointipäätösten tukemisessa. Viimeaikoina menetelmäkehityksen tutkimusaiheitani ovat olleet esimerkiksi monitavoitteisissa portfoliomalleissa käytettyjen preferenssimallien aksiomaattiset perusteet sekä näiden mallien yleistyksiset. Viimeisimmät sovellukset ovat käsitelleet merelle sijoitettavien tuulivoimaloiden portfolio-

optimointia, jossa huomioidaan taloudellisten näkökohtien lisäksi ympäristönäkökohtien asettamat rajoitteet sekä tuulen suuntaan ja nopeuteen liittyvä epävarmuus. Opetan kauppakorkeakoulussa kursseja, jotka käsittelevät päätösanalyysin ja optimoinnin käyttöä liiketalouden päätöksenteon tukena.

Johtokunnan varajäsenet

Professori, TkT Ahti Salo

Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulu

Matematiikan ja systeemianalyysin laitos, Systeemianalyysin laboratorio

ahti.salo@aalto.fi

Olen toiminut vuodesta 1999 lähtien professorina systeemianalyysin laboratoriossa, joka on osa matematiikan ja systeemianalyysin laitosta Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulussa. Lokakuusta 2014 lähtien olen toiminut korkeakoulun varadekaanina vastuualueenani tutkimus ja sidosryhmäsuhteet. Tutkimusryhmäni 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. Maanpuolustuksen tieteellisessä neuvottelukunnassa MATINEssa olen systeemianalyysijaoston puheenjohtaja.



Erikoistutkija, TkT Jyri Mustajoki

Suomen ympäristökeskus

jyri.mustajoki@ymparisto.fi

Työskentelen erikoistutkijana Suomen ympäristökeskuksessa, mitä ennen olen toiminut tutkijana Teknillisen korkeakoulun Systeemianalyysin laboratoriossa sekä Tampereen teknillisen yliopiston Systeemitekniikan laitoksella. Tutkimusalani on monitavoitearvioinnin menetelmät ja niiden soveltaminen ympäristösuunnittelussa. Tämänhetkiset projektini liittyvät muun muassa monitavoitearvioinnin soveltamiseen tukemaan ekosysteemipalveluiden

arviointia sekä Suomen vesiturvallisuuden liittyviä tarkasteluita.

TkT Toni Lastusilta

VTT, Industrial Optimization

toni.lastusilta@vtt.fi

Olen toiminut vuodesta 2006 optimoinnin parissa. Vuodesta 2016 olen toiminut tutkijana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oyssä [teollisen optimoinnin tutkimusryhmässä](#). Tehtäviini kuuluvat yksityisen ja julkisen sektorin kehitysprojektit. Tätä ennen olin töissä saksassa [GAMS Software GmbHssa](#) ja silloin tehtäviini kuuluivat tekninen asiakastuki,



projekti- ja kehitystehtävät sekä edustus tehtävät. Tämän lisäksi olen toteuttanut [GAMS/AlphaECP](#) ratkaisijan väitöskirjani yhteydessä. Olen kiinnostunut soveltamaan optimointia sekä yritysten että yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi.



FT Jussi Hakanen
Jyväskylän yliopisto, Industrial Optimization Group
jussi.hakanen@jyu.fi

Toimin Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksella yliopistotutkijana. Tutkimusintresseihini kuuluu optimointi eri muodoissaan, pääasiassa kuitenkin monitavoiteoptimointi. Tutkimukseni liittyy epälineaarisen ja jatkuvan monitavoiteoptimoinnin interaktiivisiin menetelmiin, toteutuksiin ja erityisesti laskennallisesti vaativiin teollisuussovelluksiin. Pääasiassa olen työskennellyt kemian prosessisuunnitteluun liittyvien sovellusten parissa, esim. liittyen jätevedenpuhdistukseen. Opetan lisäksi tietotekniikan laitoksella pidettäviä optimointikursseja. Vapaa-ajalla olen Roopen (8v) ja Kasperin (2v) isä ja pelaan sekä sählyä että koripalloa.

DI Mirko Ruokokoski
KONE
mirko.ruokokoski@kone.com

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 teen parhaillaan väitöskirjaa rakennuksen henkilöliikenteen mallintamisesta, erityisesti estimoinnista optimointimallien avulla.



Seuran sihteeri



DI Tommi Pajala
Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu,
Tieto- ja palvelutalouden laitos
sihteeri@operaatiotutkimus.fi tai tommi.pajala@aalto.fi

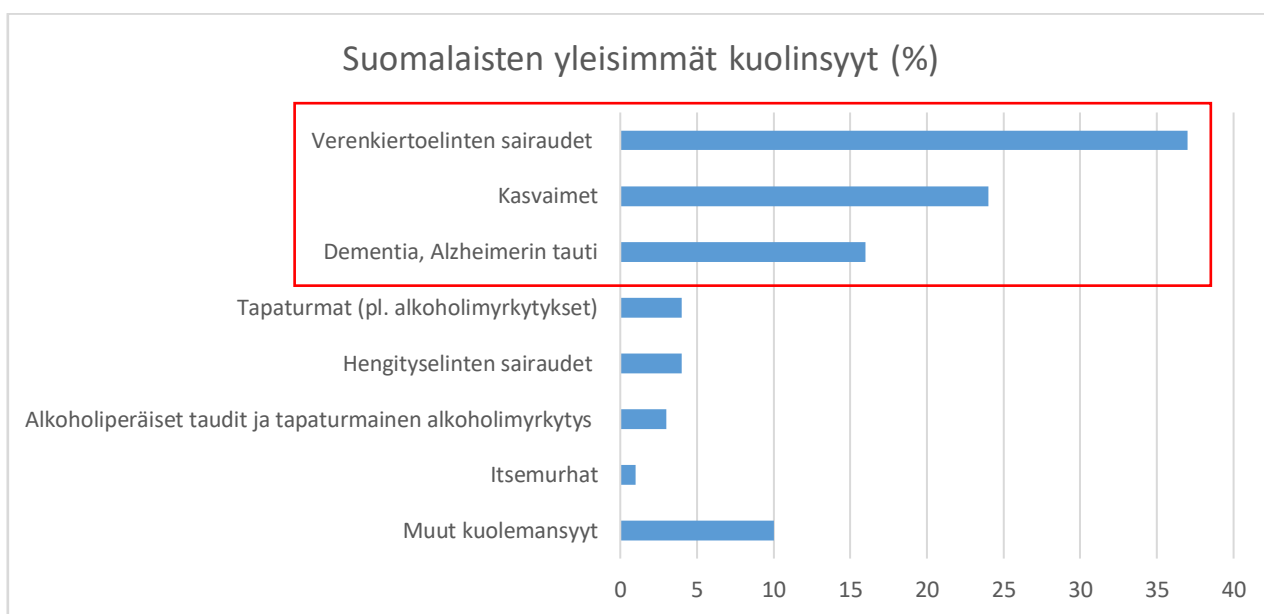
Olen suorittanut jatko-opintoja syksystä 2014 lähtien Management Sciencen pääaineessa Jyrki Walleniuksen ohjauksessa. Tutkimukseni keskiössä ovat behavioraaliset elementit monikriteerisessä päätöksenteossa, kuten esimerkiksi psykologisten muuttujien käyttö preferenssiennustamisessa, sekä kriteerien tärkeyden tulkinta. Näissä puuhissa olen päässyt hyödyntämään monipuolisesti psykologiaa, optimointimalleja, sekä tilastollista päättelyä.

Aloitin seuran sihteerinä helmikuussa 2017. Aiemmin olen toiminut tutkimusapulaisena Tuotantotalouden laitoksella sekä Tieto- ja palvelutalouden laitoksella. Tutkimuksen sekä seuran asioiden hoidon lisäksi harrastan kaikenlaista urheilua veren maku suussa, musisointia, sekä bloggaamista oman elämän ja parisuhteen optimoinnista.

Kansantautien ennaltaehkäisyssä tarvitaan analytiikkaa ja operaatiotutkimusta – ja etenkin poikkitieteellisyyttä

Prof. Eeva Vilkkumaa, Aalto University School of Business, Department of Information and Service Science

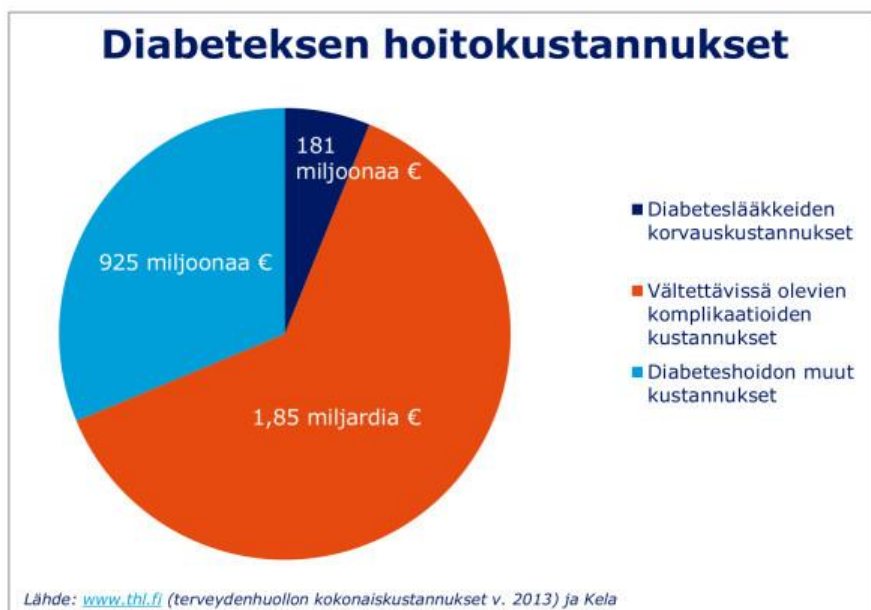
Kansantaudit, kuten sydän- ja verisuonisairaudet, syövät, diabetes ja muistisairaudet, vähentävät terveitä elinvuosia, alentavat toimintakykyä ja tuottavat inhimillistä kärsimystä. Lisäksi niistä aiheutuu merkittäviä yhteiskunnallisia ja taloudellisia kustannuksia niin terveydenhuollon resurssien suuntaamisen kuin sairauspoissaolojen, työkyvyttömyyden ja kuolemien vuoksi. Näistä syistä kansantautien ennaltaehkäisy on sekä yksilön että yhteiskunnan kannalta erittäin tärkeää.



Lähde: Tilastokeskus

Kansantautien tehokkaan ennaltaehkäisyn kannalta on tärkeää kyetä tunnistamaan ne henkilöt, joilla on korkea sairastumisriski. Perinteisesti riskien arviointiin on käytetty regressiomalleja, joissa selittävinä muuttujina ovat taudista riippuen esimerkiksi ikä, sukupuoli, painoindeksi, kolesteroli- ja sokeriarvot, verenpaine, tupakointi sekä perintötekijät. Näissä malleissa ei kuitenkaan hyödynnetä kaikkea sitä dataa, mitä suomalaisista on kerätty esimerkiksi potilastietorekistereihin ja biopankkeihin. Perinteiset mallit eivät myöskään huomioi maantieteellisiä tai sosioekonomisia taustatekijöitä, joilla on osoitettu olevan merkittäviä vaikutuksia sairastumisriskiin.

Datan täysimääräiseen hyödyntämiseen riskiennustemallien rakentamisessa tarvitaan edistyneitä **analytiikan menetelmiä**. Erityisesti on kyettävä yhdistelemään sekä rakenteellista dataa että epärakenteellista - ja usein melko epämääräistäkin - tekstiaineistoa. Näiden aineistojen perusteella tulisi tunnistaa eri kansantautien kannalta olennaisimmat riskitekijät ja niiden vaikutukset huomioiden samalla, että samat riskitekijät (kuten ylipaino, tupakointi ja masennus) altistavat useammalle kansantaudille, ja kansantaudit toisille kansantaudeille (esimerkiksi diabetes sydän- ja verisuonisairauksille ja toisinpäin).



Ennustemallit eivät ole itsetarkoitus, vaan niitä voidaan käyttää esimerkiksi ennaltaehkäisevien toimenpidelinjausten kustannusvaikuttavuusarvioinnin pohjana. Tähän mennessä kustannusvaikuttavuusanalyseja on tehty lähinnä vertailemalla muutamaa ennalta määriteltyä strategiaa, kuten esimerkiksi jonkin kokonaisen ikäkohortin seulontaa joko heikentyneen glukoositoleranssin tai diabeteksen osalta. Kustannusvaikuttavuusanalyysien luotettavuuden kannalta olisi kuitenkin tärkeää optimoida erilaisten ennaltaehkäisevien toimenpiteiden yhtäaikainen käyttö ja erityisesti niiden mahdollisimman yksilöllinen kohdentaminen. Lisäksi kustannusvaikuttavuusanalyseissa olisi huomioitava riskiennustemallien tapaan samojen toimenpiteiden vaikutukset useamman kansantaudin ennaltaehkäisyyn kannalta.

Optimaalisten ennaltaehkäisytoimenpiteiden tunnistamiseen ja kohdentamiseen sopivat luontevasti **operaatiotutkimuksen menetelmät**, kuten monitavoitteiset ja monivaiheiset päätöstukimallit sekä niiden ratkaiseminen optimointitekniikoin. Näillä menetelmillä voidaan tarjota vastauksia yhteiskunnallisen päätöksenteon kannalta olennaisiin kysymyksiin, kuten:

- Kuinka rajalliset resurssit tulisi jakaa ennaltaehkäisevien toimenpiteiden ja hoidon välillä, kun tavoitteena on yhtäältä taata riittävä hoito kaikille ja toisaalta nostaa koko yhteiskunnan keskimääräistä hyvinvointia pitkällä aikavälillä?
- Kuinka tämän resurssiallokaation tulisi muuttua ajan mukana väestön ikääntyessä, mutta toisaalta ennaltaehkäisevien toimenpiteiden vaikutusten alkaessa näkyä?
- Mille ihmisryhmille ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä tulisi ensisijaisesti kohdentaa?

Toisaalta operaatiotutkimuksen menetelmiä voidaan soveltaa myös entistä yksilöllisempien ennaltaehkäisy- ja hoitopolkujen rakentamisessa kehittämällä ohjelmistotyökaluja sekä kliinisen päätöksenteon että itsehoidon tueksi. Näihin työkaluihin voitaisiin myös yhdistää erilaista sensoridataa, jota yhä useampi suomalainen itsestään kerää esimerkiksi aktiivisuusrannekkeen tai sykemittarin kautta.

Analytiikalla ja operaatiotutkimuksella on siis kysyntää kansantautien ennaltaehkäisyssä. Kansantauteihin liittyvien suurten kysymysten ratkaiseminen vaatii kuitenkin lähtökohtaisesti **poikkitieteellistä lähestymistapaa**. Esimerkiksi riskiennustemallien rakentamisessa tarvitaan analytiikan asiantuntijoita datan käsittelyssä ja mallin kehityksessä, sekä lääketieteen asiantuntijoita lähtöoletusten perustelemisessa ja mallin validoinnissa. Luotettavien kustannusvaikutavuusanalyysien tekeminen taas vaatii lääketieteen ammattilaisia kliinisten interventioiden ideointiin ja vaikutusarviointiin, terveystaloustieteilijöitä hoito- ja ennaltaehkäisytoimenpiteiden terveyshyötyjen ja kustannusten määrittelyyn, ja operaatiotutkijoita optimointimallien rakentamiseen ja ratkaisemiseen. Tulosten jalkauttaminen käytännön päätöksentekoon edellyttää paitsi järjestelmä- ja käytettävyysasiantuntijoiden, myös sosiaali- ja terveysjohtamisen ammattilaisten panosta. Suomesta löytyy tarvittavaa osaamista. Ratkaisevassa asemassa ovat yhteiskunnan tarjoamat edellytykset eri alojen osaajien pitkäjänteiselle, poikkitieteelliselle yhteistyölle.

BOR työryhmä Euroopan Operaatiotutkimusseurojen yhdistykseen

Tuomas Lahtinen, Systeemianalyysin laboratorio, Aalto-yliopisto

Euroopan Operaatiotutkimusseurojen yhdistys EURO on perustanut Behavioral Operational Research (BOR) työryhmän tammikuussa 2017. Työryhmä saa rahallista tukea muun muassa kahden vuosittaisen työpajan ja kerran kolmessa vuodessa pidettävän kesäkoulun järjestämiseksi. Ryhmä alkaa julkaista kahdesti vuodessa ilmestyvää tiedotuslehteä ja jatkaa BOR-istuntosarjojen järjestämistä kansainvälisissä OR-konferensseissa. Työryhmän koordinoitukomitean puheenjohtajana toimii professori emeritus Raimo P. Hämäläinen (Aalto-yliopisto) ja sihteerinä professori L. Alberto Franco (Loughborough:n yliopisto). Allekirjoittanut toimii työryhmän web-vastaavana. Työryhmän hallitus koostuu



12 henkilöstä, jotka ovat pääasiassa professoreja. Hallituksen jäsenet ovat kymmenestä eurooppalaisesta yliopistosta, jotka sijaitsevat seitsemässä eri maassa. Hallituksessa on kolme naista ja yhdeksän miestä.

Tuoreen työryhmän taustalla on ajatus, että OR-ammattitaidon keskeisiin tekijöihin kuuluu kyky huomioida ihmiset ja ihmisten toimintaan liittyvät ilmiöt osana mallinnusprosesseja. Ajatus nousi pinnalle 2013 julkaistun suomalaistutkimuksen myötä. Siinä Hämäläinen, Luoma ja Saarinen esittelivät Behavioural Operational Research nimikkeen ja visioivat BOR-tutkimuksen agendaa. Yhteisen nimikkeen ja sen luoman identiteetin merkitys vaikuttaa suurelta. Tänä päivänä voi todeta, että kiinnostus tutkia ihmisten toimintaa mallintamisen yhteydessä on herännyt vahvasti eloon.

Anekdootteihin ja mallintajien omiin kokemuksiin perustuvat toimintatavat ja vakiintuneet parhaat käytännöt eivät riitä sanovat BOR-liikkeen johtohahmot Franco ja Hämäläinen. He peräänkuuluttavat systemaattista kokeellista ja empiiristä tutkimusta tärkeänä osana BOR agendaa. Kokeellinen tutkimus voi käsitellä esimerkiksi OR:n soveltamisen prosesseja, tapoja jäsentää määrittelemättömiä ongelmia, sekä visualisointi- ja kommunikointimenetelmiä.



Kuvissa L. Alberto Franco, ja Raimo P. Hämäläinen

Lisätietoa

BOR-työryhmät verkkosivut: <http://bor.aalto.fi/index.html>

R.P. Hämäläinen, J. Luoma ja E. Saarinen (2013): On the Importance of Behavioral Operational Research: The Case of Understanding and Communicating about Dynamic Systems. *European Journal of Operational Research*, 228(3): 623-634.

L.A. Franco ja R.P. Hämäläinen (2016): Behavioural operational research: Returning to the roots of the OR profession, *European Journal of Operational Research*, 249(3): 791-795.

Reflections on the workshop: TRIZ – Theory of Inventive Problem Solving

DI Anton von Schantz, Matematiikan ja systeemianalyysin laitos, Aalto-yliopisto
anton.von.schantz@aalto.fi

Here are my reflections on the TRIZ-workshop organized by FORS last Tuesday 4.10 in the Aalto Ventures Program premises. The workshop was given by prof. Leonid Chechurin from LUT School of Business. In addition to his academic knowledge, prof. Chechurin has professional experience in the field of innovation. He has worked for Samsung and LG as a consultant and teaching product and process inventive design.



Prof. Chechurin in the Aalto Ventures Program Moose lounge

Prof. Chechurin started the workshop talking about how important ideation, or conceptual design is in product/technology development. Cost reduction, troubleshooting, inventive design, competitor's patent circumventions - all these processes depends on the ability of an engineer to generate a successful idea. TRIZ is an inventive problem solving method used by many industrial companies (e.g. Samsung) to tackle the aforementioned challenges.

TRIZ relies on the concept of function. All phenomena and actions can be expressed as functions. Engineering is really all about satisfying functions. Products and processes exist to satisfy functions required by users. For

example, the function of a chair is to hold the person sitting on it, or the function of a car is to transport a person from place A to B.

In product design, we face challenges where we would like a product to have two contradicting functions. For example, we would like to have a warm house, that is cheap to heat at the same time. Contradictions can be characterized by a desire to improve one aspect of a system and when this was done, another property declined in performance or value. TRIZ offers tools to solve these kinds of contradictions without compromising, by helping the user to find an out-of-the-box solution.

Contrary to the way most persons solve problems, TRIZ focuses on solving the problem "backwards", beginning with the definition of the ideal final result. The ideal solution for the heating problem could for example be a house, which would only heat up the spot where a person is. This could be done for example with infrared lamps, that would be directed wherever a person is.



How an ideal ruler would act according to Lao Tze

So, in TRIZ, systems evolve towards ideality by overcoming contradictions. TRIZ matrix gathers 40 principles (known solutions) to overcome these contradictions. Prof. Chechurin suggested the following [webpage](#) for those who are interested to play around with the TRIZ contradiction matrix. You can use the interactive matrix to discover possible ways of solutions.

There is a lot more to be said about TRIZ, but I'll try to keep this post short. If you missed the workshop, or would like to get more information about TRIZ it check prof. Chechurin's [Youtube-channel](#).

Kokemuksia seminaarista "OR liikuttaa ihmistä"

DI Anton von Schantz, Matematiikan ja systeemianalyysin laitos, Aalto-yliopisto
anton.von.schantz@aalto.fi

Seura järjesti keskiviikkona 25.1 Tieteiden talossa onnistuneesti seminaarin aiheella "OR liikuttaa ihmistä". Tapahtumassa kuultiin puheita hissi- ja väkijoukon liikenteen mallintamiseen, liikkuminen palveluna konseptiin, dynaamiseen reititykseen sekä työvoimaresurssien suunnitteluun liittyen. Tapahtuman avasi seuramme puheenjohtaja Mikael Collan. Collan julisti seminaarin ensimmäisen puhujan, TkT Marja-Liisa Siikosen Kone Oy:stä vuoden 2016 OR-henkilöksi. Valinta annettiin tunnustuksena Siikosen ansiokkaasta ja pitkäaikaisesta urasta rakennusten henkilövirtojen ja hissiliikenteen optimoinnin ja mallinnuksen parissa.

Siikosen puhe käsitteli hänen työtään hissiliikenteen mallintamisen ja optimoinnin parissa.



TkT Marja-Liisa Siikonen on johtava tutkija hissiliikenteen mallinnuksen alalla. Työssään hän on kehittänyt innovatiivisia lähestymistapoja rakennusten henkilövirtojen suunnitteluun soveltaen erilaisia operaatiotutkimuksen menetelmiä, kuten optimointia, simulointia ja tilastoanalyysia.

Vuodesta 2001 lähtien Siikosen tutkijaryhmä KONE Oyj:ssä on tehnyt tiivistä yhteistyötä Aalto-yliopiston perustieteiden korkeakoulun matematiikan ja systeemianalyysin laitoksen kanssa. Tämän yhteistyön puitteissa Siikonen on ohjannut useita diplomitöitä optimointi- ja evakuointitutkimuksen alalta sekä toiminut ohjaajana neljälle tohtoriopiskelijalle. Siikosella on tähän mennessä yli 80 tieteellistä julkaisua sekä yli 200 hissijärjestelmien kehittämiseen liittyvää patenttia.

Marja-Liisan jälkeen TkT Lauri Häme piti puheen aiheella "Dynaaminen reititys ja kysyntäohjautuva joukkoliikenne". Väitöskirjassaan "Kysyntäohjautuvan joukkoliikenteen matemaattisia malleja ja algoritmeja" TkT Lauri Häme tutki ja kehitti älykkään joukkoliikenteen matemaattista teoriaa. Tärkeimpiä tuloksia olivat uudet tehokkaat reitinlaskenta- ja matkasuunnittelumenetelmät, joiden avulla voidaan joukkoliikenteen lisäksi tehostaa muun muassa rahti- ja lentoliikennettä, lähetti- ja ruoankuljetuspalveluita sekä sotilaslogistiikkaa.

Väitöskirjan tutkimustuloksia on hyödynnetty mm. Kutsuplus-palvelun kokeilussa. Lauri on myös perustanut suositun vesiliikenteen aikataulupalvelun Lautta.net.

Hämeen puheenvuoron jälkeen oli vuorossa kahvitauko, jonka jälkeen vanhempi tutkija TkT Timo Korhonen VTT:n paloturvallisuustutkimusryhmästä piti puheen väkijoukon rakennuksesta poistumisen mallinnuksesta. Hän kertoi työstään virtausmekaniikkaan perustuvien palosimulointien ja evakuoinnin simuloinnin työkalujen kanssa, sekä kehittämiensä todennäköisyysperäisiä työkaluja paloriskianalyysiin. Lisäksi Korhonen kertoi agenttipohjaisesta evakuointisimulaatio-ohjelmisto FDS+Evac:ista, jonka pääkehittäjä hän on.

Korhosen jälkeen TkT Antti Punkka VR-Yhtymältä. Hän valmistui operaatiotutkimuksen tohtoriksi Aalto-yliopistosta vuonna 2013. Ennen VR:ää hänellä oli post-doc paikka Aalto-yliopiston Systeemianalyysin Laitoksella. Hän on julkaissut johtavissa OR-julkaisuissa kuten Management Science, the European Journal of

Operational Research and Decision Analysis. Punkka johtaa VR-Yhtymässä resurssien suunnittelu yksikköä. Esitelmässään hän kertoi kuinka hän on VR:än työvoimasuunnittelussa hyödyntänyt operaatiotutkimuksen menetelmiä.

Seminaarin viimeisenä puhujan oli Satu Kantola MaaS Globalista. MaaS Globalissa hän toimii liiketoiminta-analyttikkona. Sadulla on taustaa älyliikenne- ja ohjelmistoalalta sekä startup- ja innovaatorahoituksesta, ja viime vuosina hän on keskittynyt erityisesti startup-liiketoiminnan kehittämiseen mm. pelialalla. Sadun puhe liittyi liikkuminen palveluna (Mobility as a Service, MaaS) konseptiin ja miten MaaS Global tarjoaa tätä palvelua. MaaS Globalissa Satu on vastuussa erilaisen liiketoimintaan ja markkinoihin liittyvän datan keräämisestä, jalostamisesta ja analysoinnista, liiketoiminta-, talous- ja prosessimallien kehittämisestä ja simuloinnista sekä projektihallinnasta

Esitysten jälkeen pidettiin vielä paneelikeskustelu seminaarin aiheiden tiimoilta.

Paneelikeskusteluun ottivat osaa Timo Korhonen, Marja-Liisa Siikonen sekä Antti Punkka. Paneelikeskustelussa käsiteltiin monia aiheita kuten henkilöliikenteen paikantamisen hyötyjä ja haasteita. Puhujat olivat lähes yksimielisiä siitä, että datasta olisi hyötyä liikenteen sujuvuuden optimoinnissa, mutta se toisaalta rikkoisi ihmisten yksityisyyttä.

INFORMS 2016 - Nashville

Prof. Juuso Liesiö, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

FORSin Amerikan serkku, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), järjesti vuoden 2016 pääkonferenssinsa Tenneseen osavaltion pääkaupungissa Nashvillessä. Konferenssi kattoi tuttuun tapaan koko operaatiotutkimuksen kentän, joten täytyy nostaa hattua yhdysvaltalaiskollegoille konferenssin ytimekkästä otsikosta "Fine Tuning Decisions in Music City". Otsikko ankuroi selvästi operaatiotutkimuksen mallintamiseen, jonka tarkoitus on auttaa parempien päätösten tekemisessä. Toisaalta se sitoo konferenssin Nashvilleen, joka tunnetaan jopa tieteenkenttämme ulkopuolella (ja ehkä erityisesti siellä) kantrimusiikin kehtona.

INFORMS konferensseihin ei kannata lähteä ilman suunnitelmaan: Tämäkin nelipäiväinen konferenssi sisälsi arviolta 4000 esitystä ja rinnakaissessioita oli parhaimmillaan käynnissä yli 70. Konferenssiohjelmaan onkin syytä tutustua hyvissä ajoin etukäteen ja suunnitella aikataulunsa huolellisesti. Itse seurasin pääasiassa päätösanalyysisessioita (Decision Analysis stream), tehden kuitenkin muutamia harkittuja syrjähyppyjä optimoinnin, energiatuotannon ja toimitusketjuhallinnan esityksiin. Suuresta esitysten määrästä huolimatta suomalaisdelegaatiomme jäsenten esityksiin riitti mukavasti yleisöä. Konferenssin pääesitykset (plenary/keynote) korostivat tuttuun tapaan tutkimusalamme käytännönrelevanssia esimerkiksi terveydenhuollon, turvallisuuden ja logistiikan sovelluksissa.

Konferenssin järjestelyt olivat ammattimaiset, joskin tuttuun INFORMS tyyliin hieman kliiniset. Tiloina toimi Music City Center –messukeskus sekä viereisen korttelin Omni Nashville hotelli. Nämä sijaitsevat aivan

kaupungin keskustassa, joten kävelymatkan päästä löytyi useita illallisravintoloita sekä livemusiikkia ja virvokkeita tarjoavia ravitsemusliikkeitä. Mainittakoon, että Music City Centerin viereinen rakennus oli NHL-joukkue Nashville Predatorsin kotihalli. Pienellä kateudella on ihailtava ruotsalaiskollegoiden suunnitelmallisuutta konfferenssimatkojen aikatauluttamisessa: Useampi ruotsalainen operaatiotutkija oli lentänyt paikalle päivää aikaisemmin nähdäkseen huippumaalivahti Pekka Rinteen upean 27 torjunnan nollapelin Anaheim Ducksia vastaan.



Kuva 1: Operaatiotutkijat (alh.) ja NHL-tähdet (ylh.).

Tänä vuonna INFORMS järjestää vuotuisen konferenssinsa Houstonissa 22.-25. lokakuuta teemalla "Houston, we solve problems". Tämä vaikuttaa hyvältä tilaisuudelta pysyä ajan tasalla OR/MS kentän eturintamasta ja samalla saada valohoitoa keskellä Suomen pimeää syksyä.

Power-to-Gas Optimisation

Toni Lastusilta and Robert Weiss, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy



Production of industrial gases such as hydrogen, oxygen or nitrogen requires high amounts of energy. Simultaneously, there is an increasing penetration of intermittent renewable energy, e.g. wind and solar power. A large amount of electrical energy is difficult to store. The power grid maintains a high efficiency and reliability, for example, by varying energy prices at the power market and reducing energy consumption by agreements made at the balancing power market.

VTT has developed a platform that can optimize gas production that requires high amounts of energy. It considers a gas demand and schedules the gas production in a way that energy markets instruments can be utilized. For example, it can estimate the production cost for a specific delivery quantity, as well as, give the

production schedule for that quantity. It can give cost curves for hydrogen production up to 30 days that are based on given electricity market price scenarios.

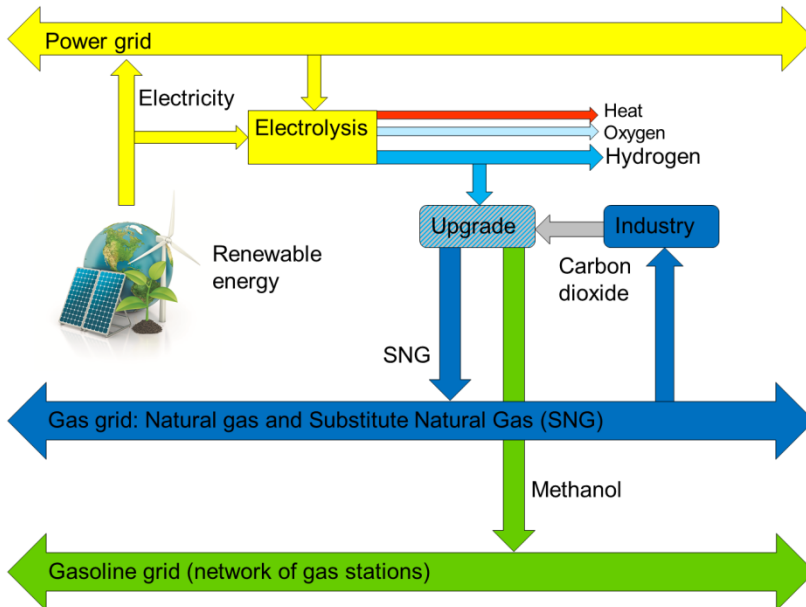


Figure 1: The role of hydrogen in different energy infrastructures.

In Figure 1 we can see the role of hydrogen in different energy infrastructures. Renewable energy can be used to produce electricity for the power grid or directly to an electrolysis process, which is performed with an electrolyser. An electrolyser consumes electricity and water (not shown) in order to produce hydrogen, oxygen and heat. Hydrogen can be further refined in integrated processes into Substitute Natural Gas (SNG) or methanol, among others. Natural gas can be distributed via a gas grid and methanol via an existing network of gas stations. Natural gas and Substitute Natural Gas (SNG) consists mostly of methane. The value of SNG gases, like biogas, can be increased by increasing its methane content. Regardless of, if SNG or methanol is used in the future, hydrogen plays a key role in transforming power to SNG and methanol.

The electrolyser and methanation process was first studied and simulated in the [Neo Carbon Energy project](#). The optimization platform was later developed in the [SmartP2G2 project](#). In this project the logistic cost of hydrogen transport was also optimised. Currently, the work continues in the [R3Water project](#). R3Water stands for Reuse of water, Recovery of valuables and Resource efficiency in urban wastewater treatment and the project is funded by the European Commission.

In the R3Water project we use the optimization platform to investigate the economic impact of using an electrolyser at a Waste Water Treatment Plant (WWTP). This enables all the electrolyser products to be used onsite. A WWTP uses bacterial activity to clean waste water. Hydrogen can be used to increase the methane content in biogas (which is a SNG gas); oxygen can be used in the oxidation process (increasing bacterial activity) and heat in the digester (enabling bacterial activity).

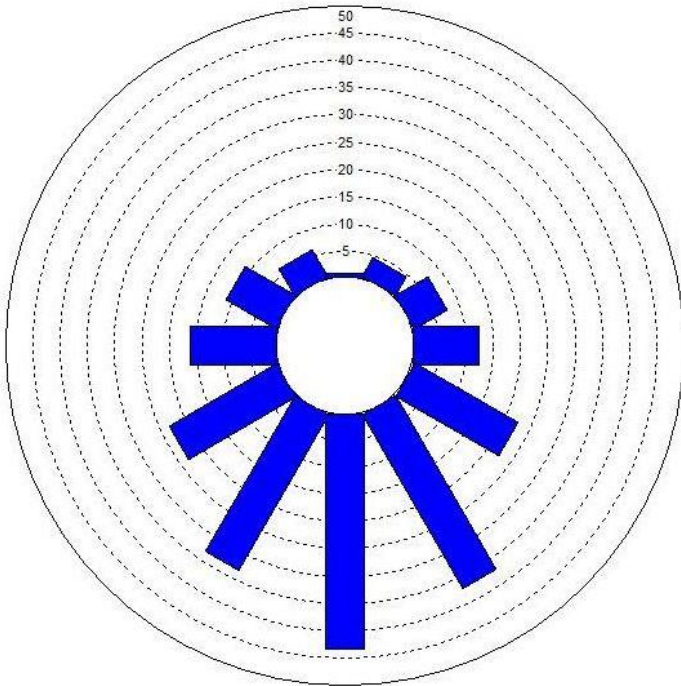
The Mixed Integer Linear Programming (MILP) model is developed in the General Algebraic Modeling System ([GAMS](#)). The objective is to maximize profit. The constraints consist of hydrogen and methane demand, production and storage capacities, as well as, intelligent principles on how to operate on the energy balancing market. The integer part is needed to allow the electrolyser to occasionally be turned off. Note that, the electrolyser has a minimum load requirement, as well as, a start-up cost. The model can be used for daily operative use, but also for short term strategic analyses, e.g. to determine when it is cost efficient to produce gas during the next month.

Pyöreistä histogrammeista

Prof. Mikael Collan, LUT School of Business and Management

Kaikki meistä tietävät mitä histogrammit ovat, kyseessä on tyypillisesti frekvenssiä kuvaava pylväistä koostuva visualisointi, josta on helppoa nähdä miten "jostakin kerättyjen" tulosten frekvenssi vaihtelee "jollakin asteikolla". Tärkeää on huomata, että histogrammi on itse asiassa diskreetti jakauma, eli jokainen pylväs edustaa vaihteluväliä, jonka "sisälle" osuva arvo raportoidaan yhtenä tapauksena pylväässä. Mitä enemmän pylväitä, sitä hienojakoisempi ja "tarkempi" jakauma on. Usein toimitaan siten, että yksinkertaistetaan todellisuutta ja oletetaan, että "pylväät asteikon päissä" sisältävät myös kaikki skaalan ääriarvoja pienemmät / suuremmat havainnot.

Tapauksissa, joissa skaala on "täysin määritelty" esimerkiksi vuorokauden tunnit, joita on 24 kappaletta ei tällaisia yksinkertaistuksia tarvita, vaan histogrammi voi esittää havaintojen frekvenssitietoa tarkemmin määritellysti - esimerkiksi 24:llä pylväällä.



Kuva 1: Pyöreä eli modulohistogrammi (modulo 12)

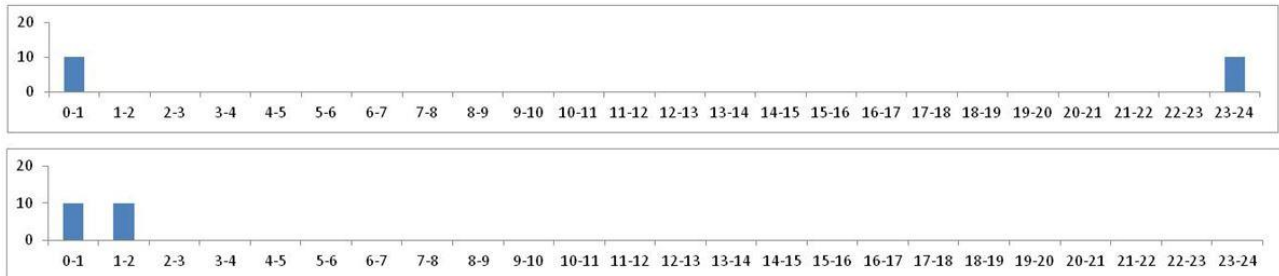
Voisi kuvitella, että histogrammit ovat mitä ovat ja niistä ei voi enää nyhjäistä mitään kiinnostavaa, mutta näin ei (onneksi) kuitenkaan ole, vaan histogrammien lähempi tarkastelu avaa paljonkin mielenkiintoisia mahdollisuuksia kehittää tätä tunnettua visualisointitapaa ja siihen liittyvää laskentaa edelleen. Yksi kehityssuunta histogrammeille on tutkia pyöreitä-, toiselta nimeltään modulo-histogrammeja.

Mitä ovat pyöreät histogrammit?

Pyöreiden histogrammien tarkoituksena on tuoda paremmin ja realistisemmin esille histogrammin pylvään sijainnin merkitys suhteessa muihin pylväisiin. Tässä tarkoitetaan sijainnilla esimerkiksi sitä, että kun ajatellaan vaikkapa tuntikohtaista ympärivuorokautisen verkkokaupan ostamiskäyttäytymistä, niin on mielekästä sijoittaa kello 23-24 tapahtuvien ostosten pylväs kello 24-01 tapahtuvien ostosten pylvään viereen ja samalla tavalla mitkä tahansa "vierekkäisten" tuntien pylväät toistensa viereen. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, jos käytetään ns. tavallista horisontaalista histogrammia, koska tyypillisesti on valittava mikä tunti on ensimmäinen vasemmalta katsottuna ja mikä viimeinen oikealla - eli mitkä tunnit ovat kauimpana toisistaan histogrammissa, vaikka ne todellisuudessa kellonaikoina ovatkin vierekkäin. On siis luonnikasta sijoittaa tällaiset histogrammin pylväät ympyrän muotoon, jolloin samalla tavalla kuin kellotaulussa (kts. kuva 1) ovat vuorokauden tunnit vierekkäin (modulo 24).

Pylväiden sijainti saa merkitystä, kun pohditaan histogrammien välistä vertailua. Esimerkki: Kun kahdelle "tavalliselle" histogrammille, joissa kuvataan vuorokauden tunnit 24:nä pylväänä (alkaen pylvästä 00.00 - 00.59 ja päättyen pylvääseen 23.00 - 23.59), lasketaan esimerkiksi samankaltaisuusarvoja (similaarisuus) on

tilanne, jossa tehdään 10 ostosta vuorokauden ensimmäisenä ja viimeisenä tuntina (ei muita ostoksia) erittäin paljon erilainen, kuin tilanne, jossa tehdään 10 ostosta kahtena vuorokauden ensimmäisenä tuntina, vaikka todellisuudessa erona on vain yksi tunti, kts. kuva 2.



Kuva 2: 10 ostosta vuorokauden ensimmäisenä ja viimeisenä tuntina tai 10 ostosta vuorokauden kahtena ensimmäisenä tuntina.

Tätä kirjoitettaessa on edellisenä yönä siirrytty kesäaikaan. Jos ostajat ovat esimerkiksi venäläisiä (Venäjällä ei ole kesä ja talviajan välisiä siirtymiä) voi kesäaikaan siirtyminen aiheuttaa esimerkin kaltaisen eron "Suomen aikaa" esittävässä histogrammissa.

Huomataan, että mikäli tällaista "yksinkertaista" asiaa ei oteta laskennassa huomioon, ovat saatavat tulokset mahdollisesti harhaanjohtavia - eli kahta histogrammia vertailtaessa saadaan ym. tapauksessa tulos, että kyseiset tapaukset ovat erittäin erilaisia, vaikka todellisuudessa ne ovat hyvin samanlaisia.

Vastaava tilanne tulee "ajanlaskuun" liittyvien (kts. taulukko 1) frekvenssien lisäksi vastaan esiin mm. suuntien kanssa ja voimme ajatella oikeastaan mitä tahansa syklistä jatkuvaa toimintoa "pyöreästi". Itse asiassa se, että puhutaan ympäripyöreitä saa täysin uuden merkityksen...

vuosi	modulo 365 tai modulo 12
standardikuukausi	modulo 30
viikko	modulo 7
vuorokausi	modulo 24
kellotaulu	modulo 12
tunti	modulo 60
minuutti	modulo 60

Taulukko 1: aikayksikköihin liittyvää jaollisuutta

Kun suuri osa esimerkiksi yritysten tiedosta on aikakoodattua, on mielekästä hyväksikäyttää tähän koodaukseen liittyvää tietoa ja sitä kautta saada vielä entistäkin enemmän lisäarvoa. Tällä hetkellä pyöreät histogrammit ovat kohtalaisen uusi asia ja on vaikeaa mm. löytää softaa, jolla niitä voidaan visualisoida.

Muitakin "uusia" tapoja soveltaa histogrammeja ja histogrammeihin liittyvää ajattelua on olemassa: niitä voidaan mm. soveltaa parametrejä käyttävien menetelmien tulosten paremmuusjärjestykseen laittamisessa siten, että voidaan huomioida suuri määrä parametrisarvoja (tai parametrisarvojen kombinaatioita) samanaikaisesti. Sumeat histogrammit, joissa epätarkat havainnot jakaantuvat useammalle kuin yhdelle pylväälle ovat myös yksi uusi tutkimuskohde.

Referenssejä:

Luukka, P. and Collan, M., 2017, Comparing circular histograms by using Modulo similarity and Maximum Pair-Assignment Compatibility measure, *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 10, 1, 1-14.

Luukka, P. and Collan, M., 2016, Histogram ranking with generalized similarity based TOPSIS applied to patent ranking, *International Journal of Operational Research*, 25, 4, 437-448.

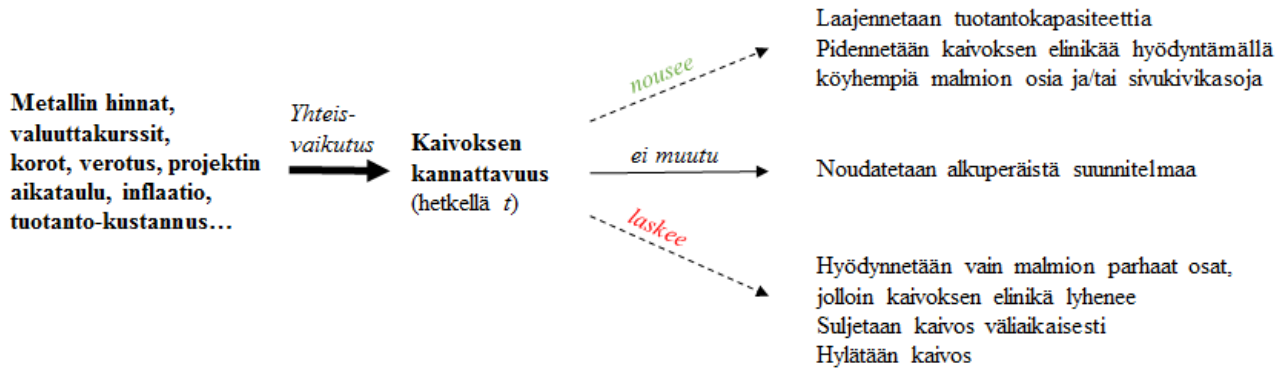
Opinnäytetöitä

Väitöskirja: Analyzing the profitability of metal mining investments with system dynamic modeling and real option analysis

Tekijä: DI Jyrki Savolainen

Työn ohjaaja & valvoja: Professori Mikael Collan (School of Business and Management, LUT)

Kaivoksen taloudellista kannattavuutta koskevat päätökset tehdään useimmiten yksinkertaisilla kynä-paperi tason työkaluilla siinä missä insinöörien käyttämät teknisen analyysin ohjelmistot ovat vuosien saatossa kehittyneet huomasti. Tämä on merkittävä epäkohta, jota ei enää 2010-luvulla pitäisi perustella laskennan monimutkaisuudella tai laskentatehon puutteella. Taloudellisen analyysin tueksi väitöskirjassa kehitettiin systeemidynaaminen kaivosinvestointien analyysimalli, joka kuvaa yksityiskohtaisesti kaivoksen toimintaa sekä tekniseltä että taloudelliselta näkökannalta huomioiden käytössä olevat tuotannon joustavuudet (ts. reaaliopiot).



Kuva 1. Reaalioptioiden käytön periaate kaivosteollisuudessa

Kaivosinvestointien taloudellinen kannattavuus on pääasiassa riippuvainen 1) metallimarkkinoiden kehityksestä ja talouden sykleistä sekä 2) projektien teknisestä onnistumisesta. Jo toimivia kaivoksia suljetaan väliaikaisesti hintojen painuessa alle kannattavuusrajan ja avataan taas hintojen noustessa. Vähemmän radikaaleina toimenpiteinä kaivosten louhintasuunnitelmia voidaan muuttaa kohti rikkaampia malmion osia kannattavuuden parantamiseksi (usein myös lyhentää kaivoksen elinikää) tai osa kaivoksen fyysisestä tuotannosta voidaan myydä kiinteällä hinnalla etukäteen tulevaisuuden kassavirtojen takaamiseksi. Näitä ja muita mahdollisia varautumistoimenpiteitä tai tuotannon joustavuuksia kutsumme yleisnimityksellä *reaalioptiot* (kuva 1). Kaivoksen taloudellisuuden kannalta reaalioptioiden rooli on kaksiosainen: ensimmäiseksi suojata tuottoja epäedullisten olosuhteiden vallitessa ja toisekseen luoda lisätuottoja olosuhteiden kääntyessä ennakoitua paremmiksi.

Ongelmana kaivosten (ja muun teollisuuden) reaalioptioanalyysin kannalta on ollut, kuinka laskea joustavuuksien vaikutus kannattavuuteen epävarmuuden oloissa. Toisin sanoen, vaikka nykyisillä mallinnusmenetelmillä pystytään rakentamaan yksinkertaistettuja tilanteita päätöksenteon tueksi, eivät ne pysty kuvaamaan kaivoksen todellisuutta, jossa useita epävarmuudet vaikuttavat yhtä aikaa ja useita toisiinsa vaikuttavia reaalioptioita on käytössä. Esimerkiksi mikään ei estä kaivoksen samanaikaista louhintasuunnitelman päivytystä tuotannossa ja hintojen suojaamista sopimusten kautta.

Vastauksena numeerisen reaalioptioanalyysin ongelmiin väitöskirjassa kehitettiin systeemidynaaminen analyysimalli, joka räätälöidään kaivoskohtaisesti. Malliin kuvataan kaivoksen keskeiset kannattavuuteen vaikuttavat avaintoiminnot ja näiden vuorovaikutukset, kuten louhinta- ja tuotantosunnitelma, rahoitusrakenne, investointisuunnitelma, voimassaolevat taloudelliset sopimukset ja niin edelleen. Ajamalla koko kaivoksen data sekä tulevaisuuden skenaariot mallin läpi (Monte Carlo –simulaatio) voidaan tarkastella taloudellisinta toimintatapaa huomioiden käytössä olevat reaalioptiot. Esimerkiksi voidaan määrittää kaivoksen optimaalinen laajentamisajankohta tai kannattavuusraja väliaikaiselle sulkemiselle.

Väitöskirja osoittaa, että systeemidynaamisten mallien avulla voidaan ratkoa monimutkaisia reaaliopio-ongelmia, joissa on useita epävarmuuksia ja useita toisiinsa vaikuttavia reaaliopioita. Tulosten perusteella vaikuttaa myös, että kaivosinvestointien kannattavuus on sidoksissa niiden rahoituspohjaan. Toisin sanoen, pääomien vähyyden vuoksi kaivoksia voidaan joutua operoimaan tavalla, joka ei ole optimaalinen tarkastellessa niiden pitkän tähtäimen tuottopotentiaalia. Tulokset ja analyysimallin toimintaperiaatteet ovat siirrettävissä myös muille teollisuuden toimialoille, joissa tehdään suuria ja pitkäaikaisia investointeja tuotantolaitoksiin.

Jyrki Savolaisella on 10 vuoden kokemus Talvivaaran (nyk. Terrafame) kaivokselta, jossa hän on toiminut tuotannon ja talouden eri tehtävissä.

Väitöskirja: On Approaches for Solving Computationally Expensive Multiobjective Optimization Problems

Tekijä: Mohammad Tabatabaei

Ohjaajat: Kaisa Miettinen, Jussi Hakanen, Markus Hartikainen, Karthik Sindhya

Mohammad Tabatabaei on kehittänyt väitöskirjassaan uusia laskentamenetelmiä, jotka auttavat insinöörejä ratkaisemaan optimointiongelmiaan huomattavan nopeasti vähentäen ongelmanratkaisuun käytettyä aikaa esimerkiksi tunneista minuutteihin. Uudet menetelmät on kytketty päätöksentekoa tukevaan järjestelmään, joka tarjoaa insinööreille tietoa saavutettavissa olevista ratkaisuista.

Insinöörien tehtävät – kuten auton, junan tai lentokoneen suunnittelu – koostuvat tyypillisesti useista keskenään ristiriitaisista tavoitteista. Esimerkiksi auton suunnittelussa tavoitteena voi olla samanaikaisesti sekä polttoaineen kulutuksen minimointi että nopeuden maksimointi. Luonnollisesti nämä kaksi tavoitetta ovat ristiriitaisia, koska nopeutta lisäämällä lisätään samalla myös polttoaineen kulutusta. Käytännössä tavoitteita voi olla myös enemmän kuin kaksi. Tällaisia tehtäviä kutsutaan monitavoiteoptimointitehtäviksi. Niillä on yhden optimiratkaisun sijaan useita kompromissiratkaisuja, joista päätöksentekijä valitsee kulloisiakin tarpeita parhaiten vastaavan.

Monia tosielämän monitavoiteoptimointitehtäviä voidaan mallintaa matemaattisesti. Kun tehtävät on mallinnettu, tietokonepohjaiset simulaatiotyökalut tuottavat tietoa niiden käyttäytymisestä ja ominaisuuksista. Ratkaisujen tuottaminen simulointimallien avulla voi kuitenkin olla hyvin hidasta, vieden aikaa jopa päiviä tai kuukausia. Siksi tällaisia tehtäviä kutsutaan laskennallisesti kalliiksi monitavoiteoptimointitehtäviksi. Niiden ratkaiseminen perinteisillä menetelmillä ei ole mahdollista, sillä se vie liikaa aikaa.

Tabatabaein tutkimuksessaan kehittämät menetelmät vähentävät laskenta-aikaa huomattavasti. Lisäksi ne tuottavat tärkeää tietoa tavoitteiden välisistä riippuvuussuhteista ja tukevat päätöksentekijää tasapainoilussa ristiriitaisien tavoitteiden välillä. Uusien menetelmien avulla entistä vaativampia tehtäviä pystytään ratkaisemaan lyhyessä ajassa ja päätöksentekijä löytää häntä parhaiten tyydyttävän kompromissiratkaisun.

Pro Gradu-työ: Assessing customer profitability in garbage truck routes

Tekijä: Tomi Mankinen

Työn ohjaajat: Sebastian Aniszewski, Lassila & Tikanoja

Työn tarkastaja: Prof. Mikael Collan, LUT School of Business and Management

Tässä tutkielmassa tarkastellaan asiakaskannattavuutta jäteautojen reiteillä ja erityisesti keinoja allokoida kuljetuskustannuksia asiakkaille. Tutkielma tekee katsauksen asiakaskannattavuuskirjallisuuteen ja sovelluksiin sekä käytäntöihin tehdä asiakaskannattavuusanalyysejä jätteenkäsittelyn toimialalla. Tutkielma tarkastelee yhteistoiminnallisen peliteorian käsitteitä ja soveltaa niitä kuljetuskustannusten allokointiin sekä tekee suosituksia parhaasta asiakaskannattavuusmallista. Tutkielma määrittelee myös asiakaskannattavuuden eroja jäteauton reittien sisällä ja tekee pahimman skenaarion analyysejä käyttäen hyväksi VaR-tyyppistä ajattelua. Lopputuloksena asiakaskannattavuus lasketaan tuottojen ja kustannusten erotuksena, jossa kuljetuskustannukset allokoidaan käyttämällä Shapleyn arvon likiarvoa. Keskimääräinen keskijajonta asiakaskannattavuudessa todettiin olevan 13,84% reiteillä. Tämä tarkoittaa, että merkittävät asiakaskannattavuuden erot ovat suhteellisen harvinaisia ja painottuvat vain tiettytyyppisille reiteille. VaR-tyyppisen ajattelun tulokset osoittivat, että keskimäärin huomattava osa tuotoista menetetään, jos 10% kaikkien kannattavimmista asiakkaista kadotetaan. Tämä tarkoittaa myös sitä, että 10% asiakkaista tuo keskimäärin huomattavan osan voitoista reiteillä.

Pro Gradu-työ: Kiinteistösijoitustrustien ja S&P 500:n tuottojen dynaaminen suhde 2000-luvulla Yhdysvalloissa

Tekijä: Hannu Rauhamaa

Työn ohjaajat: Dr. Jan Stoklasa & Prof. Mikael Collan, LUT School of Business and Management

Kiinteistösijoitustrustit ovat kasvaneet voimakkaasti 90-luvun alun jälkeen niin paljon, että elokuussa 2016 REIT -yrietykset saivat oman toimialaluokituksen isoimmissa markkinaindekseissä, kun ennen ne olivat listattuina finanssiryhtiöiden joukkoon. Tutkimukset siitä, pitäisikö REIT-kiinteistösijoitusyhtiöt nähdä samalla tavalla kuin suorat kiinteistösijoitukset, vai kuten tavalliset osakkeet, ovat ristiriitaisia. Empiiriset tulokset ja johtopäätökset riippuvat hyvin paljon aikajänteestä, tutkimuksen ajanjaksosta ja käytetyistä menetelmistä. Tämä pro gradu –tutkielma tutkii lyhyen aikavälin dynaamista suhdetta kiinteistösijoitustrustien ja S&P 500 –indeksin tuottojen välillä ja syventää ymmärrystä REIT –omaisuuslajin ainutlaatuisesta luonteesta verrattuna tavallisiin pörssiosakkeisiin. Tavoitteena on tutkia kuinka paljon S&P 500 vaikuttaa REIT:ien tuottoihin Yhdysvalloissa. Syvällisempi ymmärrys REIT ja S&P 500:n välisestä ajassa muuttuvasta suhteesta auttaa sijoittajia tekemään päätöksiä portfolion hajautuksesta.

Tutkimusmenetelmä perustuu vektoriautoregressio (VAR) –malleihin. Lyhyen aikavälin suhdetta tutkitaan VAR –mallilla ja siitä johdetuilla impulssivaste-testillä (impulse response) ja varianssin hajoamisanalyysillä (variance decomposition) tulosten tulkinnan tueksi. Lisäksi lineaarista ennustavaa kausaliteettia REIT ja S&P 500:n tuottojen välillä tutkittiin Grangerin kausaliteettitestillä. Finanssikriisi otettiin huomioon jakamalla

tutkimuksen data kolmeen eri alakategoriaan, ennen kriisiä, kriisin aikana ja jälkeen kriisin –kategorioihin, ja jokainen alakategoria analysoitiin vektoriautoregressio –mallilla, impulssivaste –testillä, varianssin hajoamisanalyysillä ja Granger-kausaliiteettitestillä. Lopuksi koko data analysoitiin 36:n kuukauden liikkuvalla VAR –mallilla. Liikkuvan VAR –mallin tarkoituksena oli ymmärtää omaisuuslajien välistä aikariippuvaista suhdetta paremmin ja kompensoida mahdolliset tulosten vertailukelpoisuusongelmat johtuen eri pituisista alakategorioista, sekä välttää mahdolliset epästationaarisuusongelmat finanssikriisi –alakategoriassa johtuen verrattain vähäisten havaintojen lukumäärästä. Mahdollinen pitkän aikavälin suhde omaisuuslajien välillä otettiin myös huomioon ja se testattiin Johansenin cointegraatio –testillä.

Tulokset osoittavat, että REIT ja S&P 500:n tuottojen välillä on vain lyhyen aikavälin suhde, ja se on erittäin riippuvainen ajasta. Ennen finanssikriisiä S&P 500:n tuotot Granger-vaikuttivat REIT –yritysten tuottoihin ja S&P 500:n yhden kuukauden viivästetyt tuotot olivat kaikista merkittävin parametri REIT tuottojen selittämisessä. Myös finanssikriisin aikana S&P 500 vaikutti merkittävästi REIT –yritysten tuottoihin, mutta finanssikriisin jälkeen vaikutus väheni merkittävästi. Finanssikriisin jälkeen S&P 500:n tuotot eivät enää Granger-vaikuttaneet REIT:ien tuottoihin. Nyt REIT:ien ja S&P 500:n välisten tuottojen suhde on heikompi kuin koskaan ennen 2000-luvulla, ja tästä syystä REIT –kiinteistösijoitusyhtiöt tulisi nähdä lyhyen aikavälin tarkastelussa omana omaisuuslajikkeena, eikä tavallisina pörssinoteerattuina osakkeina.

Tapautumakalenteri

Huhtikuu 2016

- 27.4. FORSin vuosikokous

16:30-17:15 Anssi Käki: Advanced Analytics at UPM

17:15-17:30 Kahvit

17:30-18:15 Vuosikokous

Lisätiedot ja ilmoittautuminen (20.4. mennessä):

<http://www.operaatiotutkimus.fi/seminarit/vuosikokous17/>

