

INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

2/2000

- Akateemisia kuulumisia -



FORS

Suomen Operaatiotutkimusseura ry

Finnish Operations Research Society

**Suomen
Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti**

N:o 2 - 2000

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

**Vastaava päätoimittaja,
seuran puheenjohtaja:**

Ahti Salo
Teknillinen korkeakoulu
Systeemianalyysin laboratorio
PL 1100
02015 TKK
Puh. (09) 451 3055, 040 540 9916
Fax (09) 451 3096
E-mail: ahti.salo@hut.fi

**Toimituspäällikkö,
seuran sihteeri:**

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

Jäsenmaksun suuruus:

100 mk / vuosi
perusopiskelijat 20 mk / vuosi

Mainoshinnat:

Sivu 500 mk
Sivu / 2 eri numeroa 800 mk

Pankkiyhteys:

Leonia 800014-70360372

Painopaikka:

Picaset Oy

SISÄLTÖ

Puheenjohtajan palsta Ahti Salo	3
Sihteerin palsta Laura Salmi	4
Dipl. ins. Kauko Kivistö In Memoriam Markku Sääksjärvi	4
Matkakertomus: Kansainvälinen operaatiotutkimuskonferenssi Koreassa Tomi Seppälä & Mikko Syrjänen	5
Taulukkolaskentaohjelmiston käyttö optimoinnin perusteiden opetuksessa Juha Koljonen & Juha Mäntysaari	7
Liiketoimintariskienhallinta biolääketeollisuudessa Janne Gustafsson	13
Opinnäytetyöt	15
Tiedote European Journal of Operational Research' iltä	24
Tapahtumakalenteri	28

PUHEENJOHTAJAN PALSTA

Ahti Salo

Voittaja vie kaiken – vai viekö sittenkään?

Viime kuukausina olemme saaneet kiinnostuneina seurata kolmannen sukupolven UMTS-matkaviestinten taajuusaluehuutokauppoja, joilla Iso-Britannia ja Saksa keräsivät satoja miljardeja markkoja. Suomessa nämä luvat myönnettiin teleoperaattoreille ilmaiseksi. Ei siis ihme, että tiedotusvälineissä on käyty keskustelua siitä, missä määrin Suomen ratkaisua voidaan pitää elinkeinotukena alan teollisuudelle.

Ottamatta sen enempää kantaa eri menettelytapoihin tässä yhteydessä on hyvä kiinnittää huomiota yhteen keskeiseen huutokauppatutkimuksen tulokseen, voittajan kiroukseen (engl. ”winner’s curse”). Pelkistetyimmillään tässä on kyse siitä, että jos huutokaupan osallistujilla ei ole tarkkaa tietoa kaupattavan kohteen arvosta, niin luultavimmin kaupan voittaa osallistujista se, joka on arvioinut kohteen arvon eniten yläkanttiin. Näin voittaja ei siis saakaan kohteesta odottamaansa tuottoa, vaan joutuu tyytymään ennakoitua vähäisempään tuottoon tai päätymään peräti tappiolle. Tämä voittajan kirouksena tunnettu ilmiö ei ole pelkästään teoreettinen tulos, vaan sille on löytynyt vahvaa empiiristä näyttöä muun muassa öljylähdeoikeuksia koskevista huutokaupoista. Nähtäväksi jää, ovatko UMTS-lupien voittajat mahdollisesti yliarvioineet tulevan liiketoiminnan arvon.

Ylipäätään kolmannen matkaviestinsukupolven tulemiseen liittyy niin paljon teknologisia, taloudellisia ja sosiaalisia epävarmuuksia, että UMTS-lupien ”oikean arvon” määrittäminen on tehtävänä lähes mahdoton: erilaisista oletuksista ja lähtökohdista on helppo päätyä erilaisiin johtopäätöksiin, joiden perusteella hyvinkin erilaisia ratkaisuja on mahdollista perustella. Tämä ei kuitenkaan vähennä tulevaisuusorientoituneiden analyysien tarpeellisuutta elinkeinopoliittisten ratkaisujen valmistelussa, sillä juuri nämä analyysit auttavat hahmottamaan keskeisiä muutosvoimia ja tulkitsemaan toimintaympäristön kehitystä. Vastuullisen päätöksenteon kannalta ongelmallisinta onkin se, jos vaihtoehtoiset ja keskenään kilpailevat analyysit eivät anna keskustelulle riittäviä rakennusaineita, jolloin ratkaisut tehdään ohuemmalta tietopohjalta ja lopulta ehkä kaikkien sidosryhmien kannalta heikompaan tulokseen päätyen.

Tämä on samalla kaksivuotisen puheenjohtajuuskauteni päätöspalsta. Haluankin kiittää lämpimästi seururan jäseniä sekä erityisesti sen johtokuntaa, jonka kanssa on ollut ilo luotsata FORS tälle vuosituhannelle.

Ystävällisin terveisin,

Ahti

SIHTEERIN PALSTA

Laura Salmi

Ajan kuluessa ja ihmisten vaihtuessa sekä muuttaessa seuran jäsenrekisteriin on päässyt kertymään virheitä, kuten vanhentuneita osoitteita. Muistattehan siis päivittää tietonne myös FORS:ille vaihtaessanne työpaikkaa tai muuttaessanne. Erityisesti sähköpostiosoitteet vaihtuvat suhteellisen usein ja niiden muutoksista ilmoittaminen unohtuu helposti. Mikäli et ole saanut sähköpostia seuralta koskien syksyn FORS-päivää, osoitteesi ei ole ajan tasalla tai puuttuu postituslistasta. Ottamalla yhteyttä minuun asia saadaan järjestykseen; kaikki yhteystietoni löytyvät tämän lehden etukannen sisäpuolelta.

Toivon, että pääsette runsaslukuisina paikalle tämänkin vuoden FORS-päivään sekä vaalikokoukseen.

Iloista loppusyksyä toivottaen,

Laura

DIPL. INS. KAUKO KIVISTÖ IN MEMORIAM

Markku Sääksjärvi

Kirjoittaja on Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n perustajajäsen ja seuran toinen puheenjohtaja.

Yksi Suomen Operaatiotutkimusseura ry:n perustajajäsenistä ja seuran ensimmäinen puheenjohtaja, dipl.ins. Kauko Kivistö kuoli Espoossa 3. syyskuuta. Hän oli syntynyt vuonna 1937 ja ehti toimia merkittävän työuransa aikana useissa maamme atk-alaa monipuolistavissa ja kehittävässä tehtävissä, pääasiassa metsäteollisuuden tietojärjestelmien piirissä.

Kauko Kivistö oli mukana siinä alkuun suppeassa ryhmässä, jossa aivan 1970-luvun alkuvuosina näimme ennen muuta oman työkokemuksemme pohjalta tarpeen valtakunnalliselle seuralle, joka voisi toimia yhdyssiteenä suuryrityksissä toimivien alan ammattilaisten välillä ja edistää alan yleistä kehittymistä. Tuohon aikaan varsin monissa johtavissa yrityksissä puuhattiin merkittävien yrityksen ohjausmallien parissa, joita silloinen vielä orastava integroitujen tietojärjestelmien mukainen MIS-ajattelu siivitti, huolimatta tietokonekapasiteetin riittämättömyyden aiheuttamista harmeista. Kivistö, joka oli edennyt jo 1960-luvun lopulla Enso-Gutzeit Oy:n atk-päälliköksi, edusti jo tuolloin varsin kokenutta matemaattisesti orientoituneen tietojenkäsittelyn pioneeria. Hänhän oli toiminut 1960-luvun alkupuolelta lähtien yhtiönsä haastavissa ja urauurtavissa paperinvalmistuksen tietokonesäädön ja tuotannonoptimoinnin tehtävissä. Jo seuran perustamisen aikaan hän vaikutti näkyvästi myös muillakin vasta muotoaan hakeneen atk-alan sektoreilla, ennen muuta alan ammattilaisten koulutuksen kehittämisessä.

Kauko Kivistö oli itseoikeutettu ensimmäinen puheenjohtaja seuralle, joka hänen johdollaan sai erinomaisen startin toiminnalleen. Seuran perustaminen ja sen rekisteröinti tapahtuivat varsin nopeasti, vaikka sääntöjen kehittämisen aikaan useampia erilaisia visioita esitettiin. Kotimaisten tapahtumien järjestämisen rinnalla alkoi varsin pian kansainvälisten konferenssien kaavailu toimintaan. Seura sai toimintansa piiriin kutakuinkin kaikki merkittävät operaatiotutkimuksen alueella toimivat ammattilaiset, myös yliopistojen piiristä. Kivistön tehokkaaseen tyyliin hoidella asioita kuului aina tietty annos kipakkaa huumoria, mutta selkeitä päätöksiä tehtiin kun oli tarvis, ja viivyttelämättä. Siitä oli paljon apua seuran tuolloisen hallituksen sihteerille, josta tulikin Kauko Kivistön jälkeen puheenjohtaja.

**MATKAKERTOMUS:
KANSAINVÄLINEN
OPERAATIOTUTKIMUSKONFERENSSI
KOREASSA**
Tomi Seppälä & Mikko Syrjänen

Vuoden 2000 kansainvälinen INFORMS-konferenssi järjestettiin 18.-21.6. Soulessa, Etelä-Koreassa. Konferenssin teemana oli *Information and Knowledge Management in the 21st Century*. Konferenssin istunnot järjestettiin kolmen päivän aikana 18 rinnakkaisena istuntona: ne käsittelivät operaatiotutkimuksen kenttää laajalla skaalalla elektronisesta kaupasta ja knowledge managementista aina optimointialgoritmeihin. Yhteensä esityksiä oli ohjelmassa noin 800, mutta osa näistä jäi lopulta pitämättä poissaolojen vuoksi.

Konferenssi oli Korean operaatiotutkimusseuran (KORMS) voimannäyttö. Se oli yksi suurimmista Koreassa järjestetyistä kansainvälisistä konferensseista. Puitteet vastavalmistuneessa messukeskuksessa olivatkin loistavat. Paikallista merkitystä kuvaa myös se, että konferenssin osallistujista noin 2/3 oli korealaisia. Suomesta konferenssiin osallistuivat Timo Kuosmanen, Tomi Seppälä ja Mikko Syrjänen.

Konferenssin avaajana ja ensimmäisenä avainpuhujana toiminut Samsungin toimitusjohtaja Yun Jong-young arvioi kuinka kilpailun edellytykset ovat informaatioteknologian myötä muuttumassa: lisäarvoa ei luoda enää niinkään tuotannolla ja logistiikalla vaan ydinteknologian, tuotesuunnittelun ja markkinoinnin osaamisella. Tässä Yun korostaa erityisesti knowledge managementin osuutta. Jotta voisi säilyttää kilpailukykyä digitaalisella aikakaudella, organisaation täytyy hallita ja johtaa tiedon avulla strategisesti.

Yksi konferenssin pääteemoista oli elektroninen verkkokauppa eli e-kauppa (e-commerce). Jo avajaispäivänä konferenssin toisena avainpuhujana toimineen MIT:n dekaanin Thomas Magnantin esityksissä tuli voimakkaasti esiin se, kuinka paljon operaatiotutkimukselle tyypillisiä ongelmia e-kaupassa tulee esiin, ja kuinka tärkeä operaatiotutkijoiden osuus on kehitettäessä internet-pohjaista elektronista kauppaa. Hän korosti, että samalla kun elektroninen kauppa luo entistäkin laajemman globaalin näkökulman kaikkeen kaupankäyntiin, informaatioteknologian uudet vaateet ja haasteet tulisi ottaa huomioon myös koulutuksessa ja tutkimusrahojen

suuntaamisessa.

John D.C. Littlen (MIT Sloan School) piti e-kaupan teemaan liittyen mielenkiintoisen tutorialesityksen, jossa hän analysoi tarkemmin operaatiotutkimuksen soveltamista sähköisen liiketoiminnan ympäristössä. Esimerkit osoittivat, että perinteiset operaatiotutkimuksen sovellukset kuten kysynnän ennustaminen, varastojen hallinta ja kuljetusten suunnittelu ovat tärkeitä myös sähköisen liiketoiminnan ympäristössä. Uutta näissä alueissa on usein entistä suurempi tietomäärä ja tuotetun tiedon jakaminen tietoverkkojen välityksellä.

Verkkokaupan mukanaan tuomia kokonaan uusia sovellusalueita ovat tuotteiden etsimisessä ja valinnassa avustavat agentit. Näissä sovelluksissa operaatiotutkimukseen perustuva päätöksenteon tuki mahdollistaa uudenlaisten palveluiden tarjoamisen asiakkaalle. Vastaavasti päätösmalleja voidaan käyttää myös asiakkaiden ostokäyttäytymisen analysointiin. Operaatiotutkimus voi myös auttaa eri tyyppisten asiakkaiden tunnistamisessa ja mainosten kohdentamisessa heille.

Yhteenvedon voi todeta, että operaatiotutkimus on sovellettavissa sähköiseen liiketoimintaan vähintään yhtä hyvin kuin perinteisempäänkin ympäristöön. Se tarjoaa vastapainoa sähköisessä liiketoiminnassa usein vallalla olevalle tietotekniikkalähtöiselle lähestymistavalle. Useassa sähköisen liiketoiminnan istunnoissa käsiteltiinkin edellä esiteltyjä aihepiirejä.

Mikko Syrjäsen kiinnostuksen kohteena olivat ennen kaikkea kahdeksan ohjelmaan sisällynyttä DEA-istuntoa. Konferenssin DEA-istunnot käsittelivät laajasti menetelmän ympärillä tehtävää tutkimusta. Eniten huomiota saaneita kysymyksiä olivat erilaisten epävarmuuksien huomioiminen sekä sovellukset muun muassa markkinointiin sekä pankki- ja vakuutussektorille. Välittömästi oman tutkimuksen kannalta kiinnostavia esityksiä ei näihin istuntoihin sisällynyt, mutta ne tarjosivat mahdollisuuden tutustua uusiin alalla toimiviin ihmisiin.

Mikon johtama istunto käsitteli preferenssi-informaation sisällyttämisestä DEA-malleihin. Mikko esitti istunnossa yhdessä Pekka Korhosen kanssa kirjoitetun paperin "Efficient Resource Allocation Based on Efficient Frontier Analysis", joka käsitteli DEA-menetelmän tuottaman tehokkuusrintaman käyttämistä hyväksi resurssien allokointilanteessa.

Resurssien allokointia käsitelleitä esityksiä löytyi myös muutamista muista istunnoista. Näissä esityksissä käsiteltiin resurssien allokoinnista sairaalayksiköille sekä puolustusjärjestelmäprojektien valintaa. Esitetyt menetelmät perustuvat erilaisiin lähestymistapoihin ja laajensivat siten yleisnäkemyksiä resurssien allokointiongelmia käsittelevästä tutkimuksesta.

Tomi Seppälä saapui konferenssiin vierailtuaan ensin Korean itärannikolla Postechissa, Pohangin teknillisessä korkeakoulussa, jonka kanssa Turun kauppakorkeakoulu on solminut yhteistyösopimuksen. Konferenssissa Tomi Seppälällä ja Kwang-jae Kimillä oli yhteispaperi "Enhancing the Usefulness of QFD". Lisäksi Tomi seurasi esityksiä laajalti eri aloilta, edellä mainittujen konferenssin teema-aiheiden lisäksi mm. laadunhallintaan, rahoitukseen ja konkurssin ennustamiseen liittyviä esityksiä.

Konferenssiosallistumisen lisäksi matkalla jäi aikaa tutustua korealaiseen kulttuuriin ja historiaan. Mieleen jäivät erityisesti kaupungin useat palatsialueet sekä lähes joka aterialla tarjottava korealainen kansallisruoka kimchi, joka valmistetaan hapattamalla chilillä ja muilla mausteilla täytettyä kiinankaalia. Toinen mieleen jäänyt asia oli taksikusien englannin kielen taito – sitä kun ei ollut – itse asiassa he eivät lukeneet meikäläisiä kirjaimiakaan, joten kommunikaatio tällä

informaation aikakaudella oli joskus hieman hankalaa.

Konferenssin ohjelma ja osa esitysten tiivistelmistä on nähtävillä osoitteessa
<http://informs.scu.edu/seoul/program.html>.

TAULUKKOLASKENTA-OHJELMISTON KÄYTTÖ OPTIMOINNIN PERUSTEIDEN OPETUKSESSA

Juha Koljonen & Juha Mäntysaari

*Systeemianalyysin laboratorio
Teknillinen korkeakoulu*

Taulukkolaskin

Taulukkolaskentaohjelmiston suosio toimistojen perustyökaluna on kasvanut tasaisesti. Taulukkolaskentaa sovelletaan ahkerasti esimerkiksi kirjanpidossa, mutta harvemmat käyttävät taulukkolaskinta tehtävissä, joissa perinteisesti turvaudutaan erikoisohjelmistoihin, kuten tilastollisten analyysien teossa tai optimointitehtävien ratkaisemisessa. Tässä jutussa tutustutaan taulukkolaskimen käyttöön opetuksen apuvälineenä TKK:n Systeemianalyysin laboratorion kurssilla Mat-2.105 Optimoinnin perusteet. Esimerkit on tehty MS Excel, Office 95 - taulukkolaskentaohjelmistolle.

Esimerkki optimointitehtävän muotoilusta taulukkolaskimelle

Kuvitelkaamme tilanne, jossa luonnonkatastrofin uhkaamalle saarelle on jäänyt 2400 kg kultaharkkoja. Harkkojen pelastusoperaatiota varten on käytettävissä kolme kevyttä helikopteria. Näistä Kopteri 1 selviytyy matkasta takaisin mantereelle todennäköisyydellä $p_1 = 0.9 \cdot (1 - x_1/1000)$, missä x_1 on kopterin lastin paino ($0 \leq x_1 \leq 1000$). Vastaavasti Kopterit 2 ja 3 selviytyvät todennäköisyyksillä $p_2 = 0.8 \cdot (1 - x_2/1200)$ ja $p_3 = 0.9 \cdot (1 - x_3/1600)$. Toisin sanoen, koptereiden perille pääsyn mahdollisuudet ovat sitä heikommät mitä enemmän niissä on lastia, ja maksimilastissa kopterit eivät enää nouse ollenkaan lentoon. Olisi päätettävä kuinka paljon kultaa kannattaa ottaa mukaan ja miten se on jaettava eri helikoptereihin, jotta perille pääsevän kullon määrä maksimoituisi. Halutaan siis maksimoida odotusarvo $z = p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3$. Optimointitehtävänä ongelma nähdään kolmessa osassa: päätösmuuttujat, maksimoitava tai minimoitava kohdefunktio sekä päätösmuuttujia sitovat rajoitusehdot. Koptereiden lastit x_i muodostavat tehtävän päätösmuuttujat. Tehtävässä tavoitteena on maksimoida pelastetun kullon odotusarvo siten että, minkään kopterin maksimikapasiteettia ei ylitetä ja toisaalta huomioidaan, että kultaa on kuljetettavissa pois ainoastaan rajattu määrä eli 2400 kg. Optimointimalli on siis muotoa:

$$\text{Max } 0.9 \cdot (1 - x_1/1000) \cdot x_1 +$$

$$0.8 \cdot (1 - x_2/1200) \cdot x_2 +$$

kohdefunktio

$$0.9 \cdot (1 - x_3/1600) \cdot x_3$$

$$\text{s.e. } x_1 + x_2 + x_3 \leq 2400$$

tekniset rajoitukset

$$0 \leq x_1 \leq 1000$$

$$0 \leq x_2 \leq 1200$$

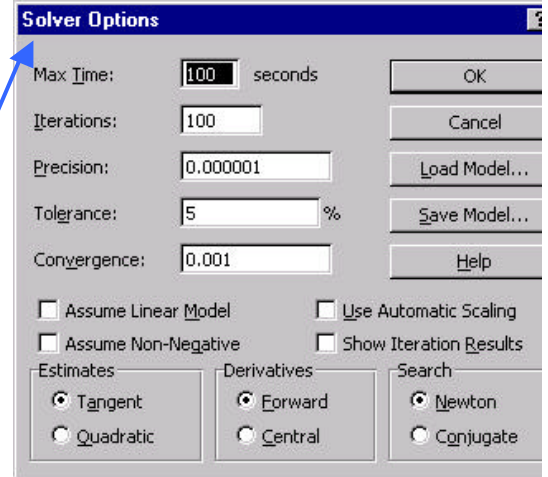
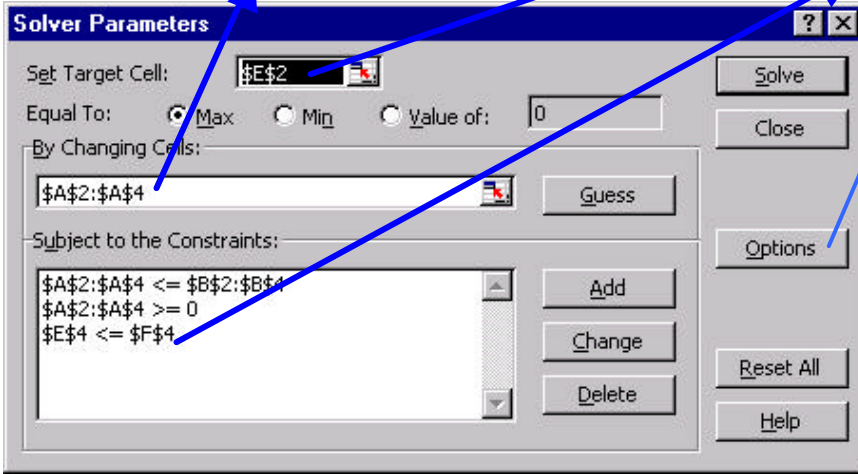
$$0 \leq x_3 \leq 1600$$

päättösmuuttujien ala- ja ylärajat

Opetuksessa yritämme korostaa yllä esitettyä optimointitehtävien rakennetta. Tehtävän muotoilu Excel-taulukkolaskimeen alkaa samoin kuin matemaattinen muotoilu eli ensin on tunnistettava päätösmuuttujat ja sovittava, mihin soluihin näiden arvot sijoitetaan. Olkoon nämä sijoitettu soluihin A2, A3 ja A4. Kirjataan näiden viereen soluihin B2, B3 ja B4 valmiiksi jatkoa varten päätösmuuttujien ylärajat 1000, 1200 ja 1600. Päätösmuuttujien arvot määräävät kohdefunktion arvon, joka kuitenkin kannattaa muodostaa taulukkolaskimen ominaisuuksia käyttäen. Sijoitetaan selviytymistodennäköisyyksien lausekkeet C-sarakkeeseen soluihin C2, C3 ja C4, siis kukin samalle riville kuin ao. päätösmuuttuja. Tämän viereen voidaan sen jälkeen helposti muodostaa lausekkeet $p_i x_i$ soluihin D2, D3 ja D4. Kohdefunktio saadaan sitten laskemalla näiden summa soluun E2. Tämän jälkeen täytyy vielä muodostaa tehtävän ainoa tekninen rajoitus. Tehdään tämä sijoittamalla soluun E4 pelastettavan kullan määrä ja kirjataan viereiseen soluun F4 kullan kokonaismäärä.

Tehtävän ratkaisemiseen käytämme Excel:in mukana toimitettavaa Solver-optimointiohjelmistoa. Solver käynnistyy Tools-valikon kohdasta 'Solver'. Jos valikosta ei löydy Solver:ia syy on yleensä Office-pakettien perusasennuksessa, jotka eivät sisällä Solverin asentamista. Tällöin Solver täytyy lisätä Tools-valikon 'Add ins' -kohdasta Office-paketin asennus-CD:tä käyttäen.

	A	B	C	D	E	F
1	x	x_yläraja	p	px	z	
2	499.999	1000	=0.9*(1-A2/B2)	=A2*C2	=SUM(D2:D4)	
3	599.999	1200	=0.9*(1-A3/B3)	=A3*C3	pelastetaan	Kok.määrä
4	800.000	1600	=0.9*(1-A4/B4)	=A4*C4	=SUM(A2:A4)	2400



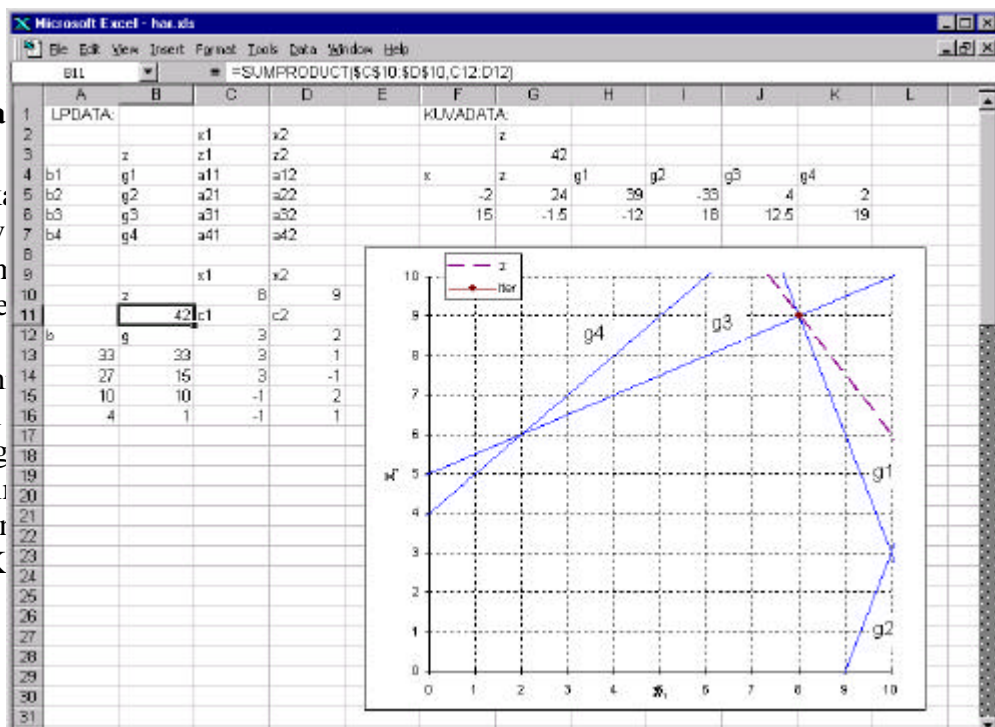
Kuva 1: Esimerkkitehtävän muotoilu taulukkolaskimeen.

Solut, joihin päätösmuuttujat on sijoitettu annetaan kohtaan 'By Changing Cells'. Kohdefunktion soluviite on puolestaan annettava kohtaan 'Set Target Cell'. Lopuksi annetaan tehtävän rajoitusehdot 'Subject to the Constraints' -kohtaan 'Add'-nappulan avulla. Rajoitusehdoissa voidaan solujono rajoittaa suoraan toisella solujonolla, kuten esimerkkitönnögelman päätösmuuttujien ala- ja ylärajat, jolloin Solver tulkitsee rajoituksen alkioittain. Mallin ratkaisemiseen liittyvät parametrit, kuten haluttu desimaalilukutarkkuus ja käytetty derivaatan estimointialgoritmi, viivahakualgoritmi ja rajoittamattomien tehtävien optimointialgoritmi, löytyvät 'Options' -nappulan alta. Kuvassa 1 nähdään tarvittavat laskentakaavat ja tehtävän määrittely Solver:iin. Optimiratkaisu on $(x_1, x_2, x_3) = (500, 600, 800)$ ja $z = 1900$. Tähän ratkaisuun myös Solver laskentatarkkuuden rajoissa päätyy.

Käyttöma

Käyttö jak
Edellä kuv
muodostan
ja rajoituse

Optimoinn
että kaikki
G. Dantzig
kautta opti
esittäminen
kahteen. K

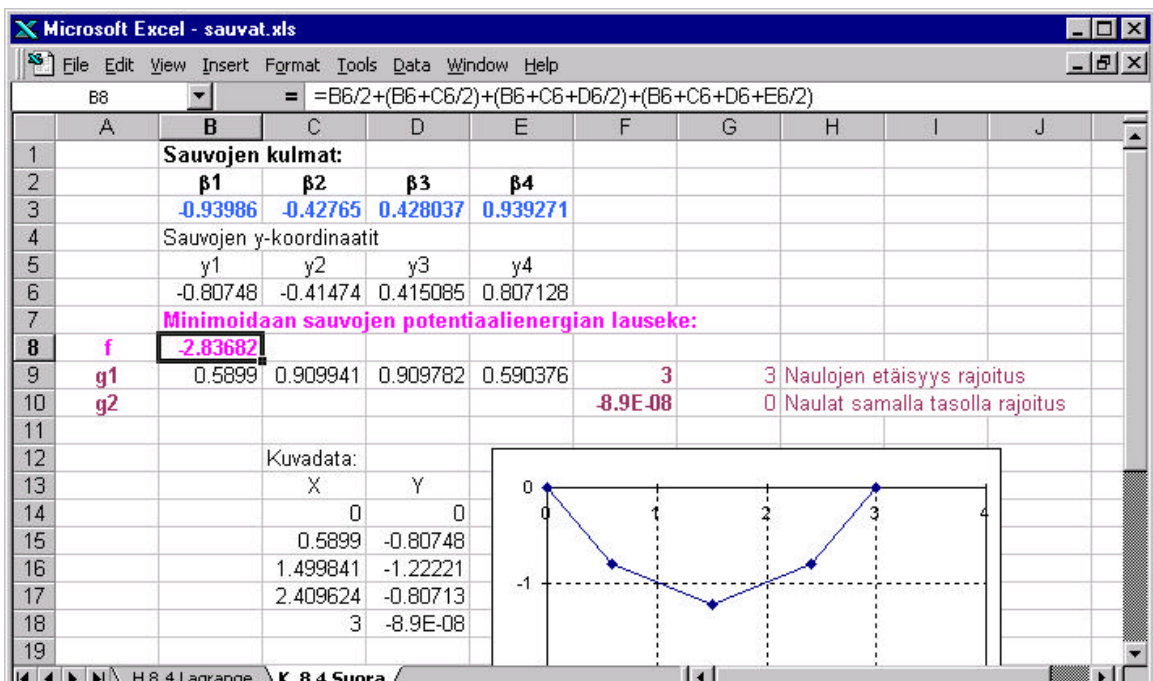
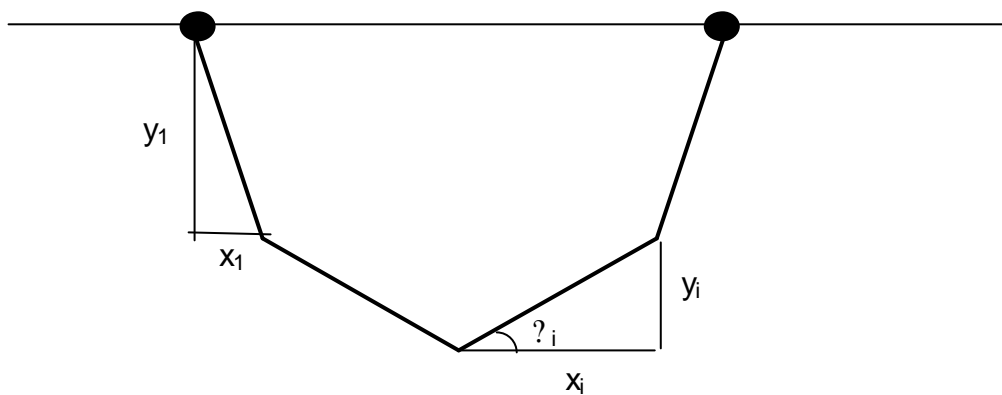


trointi.
muotoilu
...
nktio
iden
kaisun
mista
tehtävä

Excel:iin sekä tähän liittyvä kuvio. Lineaariset tehtävät kannattaa Excel:ssä sijoittaa kuvassa esitetyllä tavalla, jossa kohdefunktio sijoitetaan vasempaan yläkulmaan, päätösmuuttujat vaakatasoon ja rajoitusehdot riveille. Kohdefunktion kertoimet ja rajoitusehtojen kerroinmatriisi on kirjoitettu soluihin auki. Kohdefunktion ja rajoitusehtojen lausekkeet on tällöin helppo muodostaa SUMPRODUCT-funktion avulla ja uusien muuttujien ja rajoitusehtojen lisääminen

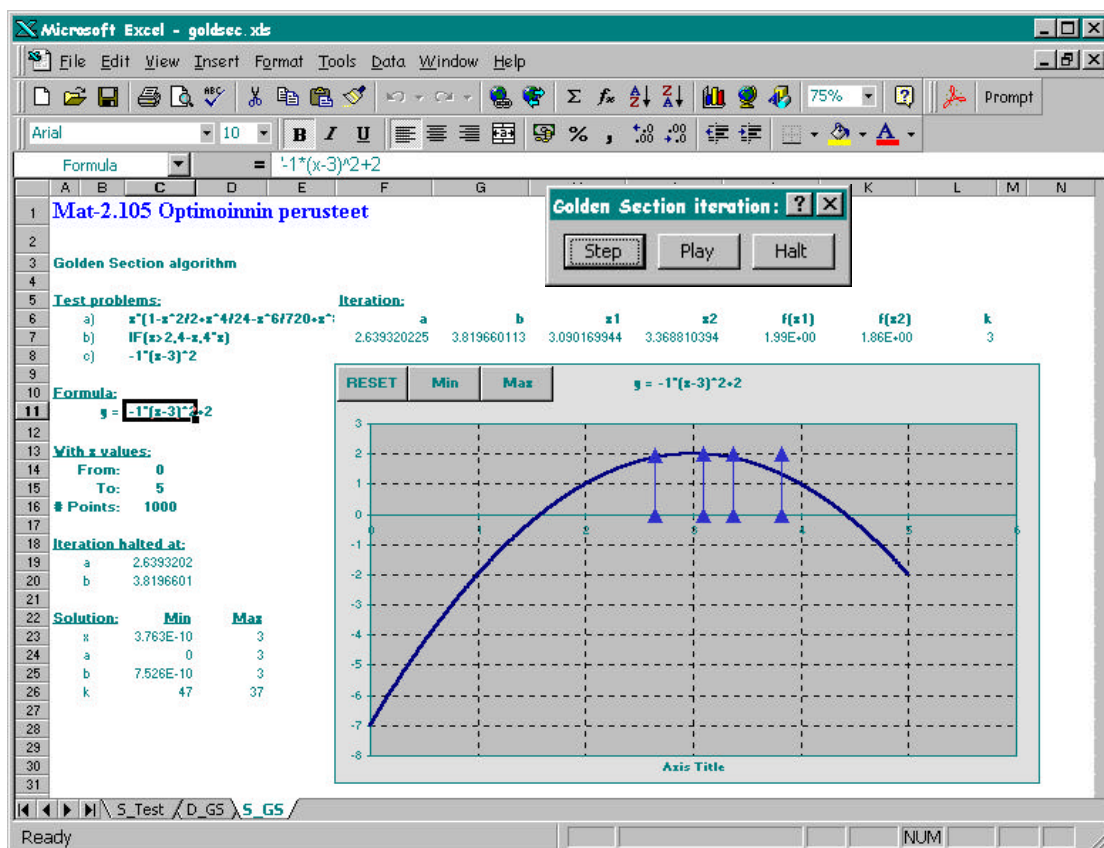
on helppoa vanhojen perään. Lisäksi kertoimia voi tarvittaessa muuttaa koskematta laskentakaavoihin. Nykyinen iteraatiopiste (x_1, x_2) on lisätty omana pisteensä tehtävän kuvaajaan, jolloin asettamalla Solver'in Options-nappulan alta rastit ruutuihin 'Assume Linear Model' ja 'Show Iteration Results' simplex-algoritmin välivaiheita ja iteraatiopisteen kulkua pääsee visuaalisesti tarkastelemaan.

Esimerkkinä mallintamisen tärkeydestä olemme käyttäneet mekaniikasta peräisin olevaa tehtävää, jossa Solver'in rajallisuus ja tarkkuus tulevat vastaan. Kysymys kuuluu mihin asentoon hakeutuu painovoiman vaikutuksesta kahden naulan varaan riippumaan asetettu neljän toisiinsa kytketyn identtisen sauvan systeemi. Tehtävän malli muodostetaan mittaamalla aina kunkin sauvan loppupisteen x ja y poikkeamat edellisen sauvan loppupisteestä ja ensimmäisen sauvan kohdalla kannettelevasta naulasta. Näiden muuttujien avulla lausutaan sauvojen potentiaalienergioiden summa, jota pyritään minimoimaan. Tehtävässä esiintyy myös kaksi rajoitusehtoa, jotka sitovat toisen naulan kiinnityskohdan samalle tasolle ja vakioetäisyydelle ensimmäisestä naulasta.



Tehtävän päätösmuuttujiksi voidaan valita eri sauvojen y -poikkeamat. Tehtävän luonteesta johtuen Solver joutuu kuitenkin tällöin vaikeuksiin eikä löydä välttämättä optimiratkaisua edes järkevistä alkutilanteesta lähtien. Tehtävässä kannattaakin valita muuttujiksi sauvojen kulmaukset (? ;) ja lausua poikkeamat kulmauksien kautta. Tällöin Solver ratkaisee tehtävän luotettavasti.

Excel:illä on mahdollisuus visualisoida ratkaisualgoritmin etenemistä, mihin yllä jo viitattiin simplex-algoritmia käsittelevän tehtävän yhteydessä. Toisena esimerkkinä mainittakoon Excel:in Visual Basic-ohjelmointikielen avulla toteutettu kultaisen leikkauksen algoritmin demonstrointi (ks. kuva 5).

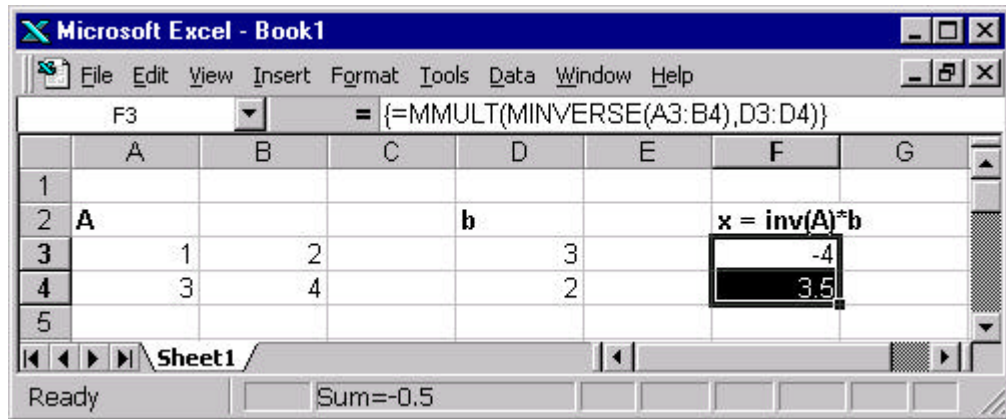


Kuva 5: Kultaisen leikkauksen (Golden section) algoritmin visualisointidemo.

Varjopuolia

Taulukkolaskimella on huomattavia etuja puolellaan, kuten esimerkiksi sen saatavuus lähes kaikkialla ja laaja opiskelijoiden käyttökokemus eri yhteyksistä. Tästä huolimatta se ei kaikilta osin sovellu optimoinnin perusteiden opetukseen. Puutteita voidaan mainita esimerkiksi vaikeasti toteutetussa ja huonosti dokumentoidussa matriisilaskennassa. Tarkastellaan nyt esimerkiksi yhtälöryhmän $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ ratkaisemista Excel:ssä. Ensin valitaan sopivan kokoinen solualue, joka vastaa ratkaisuvektorin $\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}$ kokoa. Syötetään tähän alueeseen kaava:

“=MMULT(MINVERSE(A),b)”, missä **A** on soluviite **A** matriisin alkioit sisältävään solualueeseen ja **b** vastaavasti soluviite vektorin **b** alkioihin. Kaava toimii ainoastaan, jos se syötetään näppäinyhdistelmällä CTRL+SHIFT+ENTER eli painamalla CTRL- ja SHIFT-näppäimet yhtä aikaa pohjaan ja tämän jälkeen syöttämällä kaava ENTER-nappulalla.



Kuva 6: Yhtälöryhmän ratkaiseminen matriisilaskennalla Excel:ssä

Kovin laajojen esimerkkien hallinta ja ratkaiseminen Solverin avulla on myös kömpelöä, joskin perusopetuksessa tämä ei ole suuri haitta. Toisaalta visualisoinnin kannalta ikävää on se, ettei Excel:iin ole valmiina toteutettu funktion tasa-arvopintojen piirtoa.

Yhteenveto

Kaiken kaikkiaan Exceliä voi suositella ensimmäisenä mallinnusympäristönä optimointitehtävien muodostamiseen ja ratkaisemiseen. Taulukkolaskennan periaatteet pakottavat tarkasti rajaamaan optimointitehtävän peruskomponentit: kohdefunktio, rajoitusehdot, päätösmuuttujien ala- ja ylärajat. Kiinteästi Excel:iin sulautettu optimointityökalu helpottaa mallien ratkaisemista ja parametrikokeiluja. Syytä on kuitenkin korostaa jo peruskurssilla, että suurempien mallien käsittely on Excel:in avulla työlästä ja ratkaiseminen aikaa vievää. Mallin rakentamisen harjoittelu Excel:issä helpottaa kuitenkin siirtymistä tekstipohjaisiin mallinnusympäristöihin kuten GAMS ja AMPL.

LIIKETOIMINTARISKIENHALLINTA BIOLÄÄKEYRITYKSISSÄ

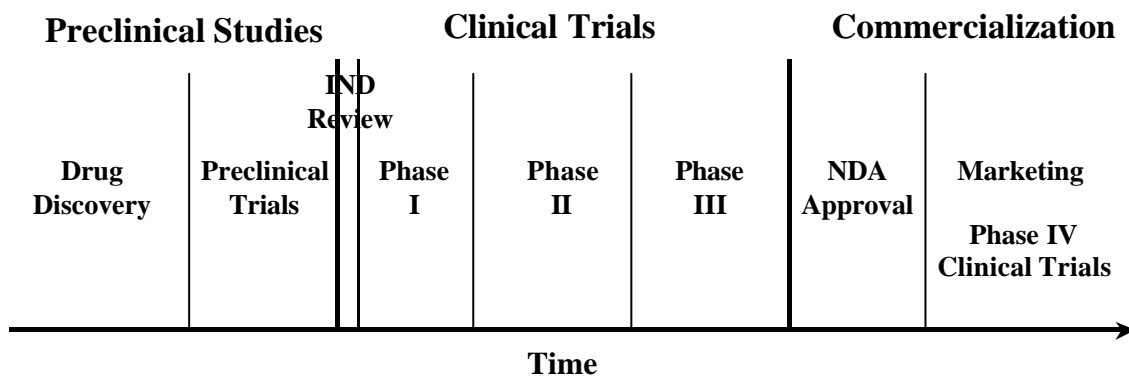
Janne Gustafsson

Kirjoitus perustuu Systemianalyysin laboratoriossa tehtyyn diplomityöhön.

1. Johdanto

Biotekniikkaan, varsinkin sen soveltamiseen lääketieteessä kohdistuu voimakkaita odotuksia. Bioteknisten lääkkeiden uskotaan tuovan uusia tapoja hoitaa monia vielä heikosti hoidettuja sairauksia kuten syöpää, Alzheimerin tautia ja reumaa. Vaikka suomalaisten biolääkeyritysten määrä onkin lähtenyt nousuun, varsinaisia bioteknisiä lääkkeitä on tullut markkinoille harvakseltaan verrattuna biolääkkeisiin sijoitettuun pääomaan. Tähän on neljä pääasiallista syytä:

1. Biotekninen lääkkekehitys vaatii erittäin korkeaa, tyypillisesti tohtoritasoista koulutusta. Tästä syystä potentiaalisia yrittäjiä on vähemmän kuin esimerkiksi tietotekniikka-alalla.
2. Lääkkekehitys on tiukasti säänneltyä. Lääkkeiden kehityksessä ja kaupallistamisessa standardien ja lääkkeiden hyväksymispolitiikan tuntemus on keskeisellä sijalla. Lisäksi lääkkeet joudutaan usein lisensoimaan monikansallisille yhteistyökumppaneille, koska omia jakelukanavia on hyvin kallista rakentaa. Niinpä lääkkeiden kaupallistaminen vaatii myös neuvottelutaitoa ja markkinointihenkisyyttä. Kuitenkin ihmisiä, jotka kykenevät sekä lääkkekehitykseen että lääkkeiden kaupallistamiseen, on vähän.
3. Vaikka säännöstelyä tarvitaan lääkkeiden turvallisuuden varmistamiseksi, se tekee lääkkekehityksestä erittäin pitkäkestoista ja kallista: tyypillisesti lääkkekehitys kestää yli 10 vuotta ja maksaa kymmeniä miljoonia markkoja. Kuitenkin jos lääkkeellä esiintyy kokeissa haitallisia vaikutuksia, viranomaiset eivät päästä tuotetta markkinoille. Tämä tekee lääkkekehityksestä erittäin riskialtista.
4. Lääkkekehityksen pituuden ja kalliuden takia lääkkekehitys vaatii suuria alkupääomia, joilla lääkkeet pystytään saattamaan ainakin lisensointivaiheeseen. Kuitenkin suurten riskien takia monet pääomasijoittajat ovat haluttomia panostamaan biolääkeyrityksiin. Tästä syystä riskienhallinta onkin biolääkeyritysten yksi keskeisimmistä liiketoiminnan välineistä.



Kuva 1. Lääkkekehitysprosessi.

2. Riskienhallinta lääketeollisuudessa

Lääketeollisuuden keskeisimmät riskit liittyvät erityisesti lääkkeiden *tehokkuuden* ja *vaarattomuuden* osoittamiseen. Näitä pitäisi pystyä arvioimaan jo 1) lääkekehitysprojekteja käynnistettäessä ja myöhemmin 2) niiden ollessa käynnissä. Mitä aikaisemmin tehokkuus ja vaarattomuus pystytään osoittamaan toteen tai vääräksi, sitä pienempi on riski. Kaikki nykyisin kehitetyt lääkkeet käyvät läpi lääkekehitysprosessin, jossa lääkkeen tehokkuus ja vaarattomuus todistetaan (ks. kuva 1). Yleisesti lääkekehitys voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: 1) esikliinisiin tutkimuksiin (mm. eläinkokeisiin), 2) ihmisillä tehtäviin kliinisiin kokeisiin ja 3) kaupallistamiseen. Ihmiskokeet jaetaan tyypillisesti vielä kolmeen *faasiin*, joista kukin suoritetaan edellistä suuremmalla koepopulaatiolla sillä edellytyksellä, että edellinen vaihe läpäistiin.

3. Tutkittuja riskienhallintamenetelmiä

Diplomityössä tutkittiin, kuinka päätösanalyttiset ja liiketaloustieteen menetelmät soveltuvat lääkekehityshankkeiden arviointiin. Päätösanalyttisistä menetelmistä tutkittiin perinteisiä arvopuita, analyttistä hierarkiaproessia (AHP) ja intervalliarvopuita (erityisesti PRIMEä). Tutkitut liiketaloustieteen menetelmät käsittivät kassavirtojen nettonykyarvon (NPV), sisäisen korkokannan (IRR), päätöspuut ja reaaliopitot.

Diplomityössä osoittautui, että intervalliarvopuut ja päätöspuut soveltuvat parhaiten lääkekehitysprojektien arviointiin. Intervalliarvopuut mahdollistavat luottamusvälien käytön arvopuumenetelmässä, jolloin epävarmuudet pystytään ottamaan tavallisia arvopuita ja AHP:ta tehokkaammin huomioon. Päätöspuut soveltuvat puolestaan reaaliopitotia paremmin lääkekehityshankkeiden arvonmääritykseen, koska reaaliopitot vaativat markkinainformaatiota lääkekehityshankkeista, jota on tyypillisesti heikosti tai ei lainkaan saatavilla.

Valittujen riskienhallintamenetelmien käyttöä havainnollistetaan esimerkinomaisella lääkekehitysprojektilla, jossa tukeudutaan diplomityössä tehtyyn biolääkesektorin toimiala-analyysiin.

4. Johtopäätelmät

Diplomityön perusteella näyttää siltä, että projektiportfolionvalintamenetelmien kehittämisessä ja niiden käytön edistämässä on vielä paljon tehtävää. Käytännön puolella tarvitaan 1) tiedotusta lääkekehityshankkeiden arviointiin parhaiten sopivista menetelmistä ja 2) menetelmien integrointia päätösprosesseihin esimerkiksi tietokoneohjelmiston avulla.

Teoreettisella puolella 3) menetelmiä voidaan kehittää ottamaan parametrien epävarmuuksia huomioon esimerkiksi edistämällä intervalliajattelua liiketaloustieteen menetelmissä. Lisäksi 4) päätösanalyttisten ja liiketaloustieteellisten menetelmien yhdistämisessä tai yhteiskäytössä sekä 5) käytännönläheisten projektiportfolionvalintamenetelmien kehittämisessä tarvitaan vielä lisätöitä.

OPINNÄYTETYÖT

koonnut Laura Salmi

Apua neuvotteluihin Internetissä

Tekn. yo. Harri Jääliñoja

Diplomityö: Joint Gains - Negotiation Support in the Internet

Työn ohjaaja: TkL Eero Kettunen

Teknillisen korkeakoulun Systeemianalyysin laboratorio on julkaissut Joint Gains -neuvotteluntukijärjestelmän. Järjestelmän käyttäjät voivat luoda neuvotteluita ja osallistua niihin Internetin välityksellä. Joint Gains toimii WWW-ympäristössä ja vaatii käyttäjältään vain Java-ohjelmointikieltä tukevan selainohjelman. Joint Gains on kaikkien kiinnostuneiden käytettävissä WWW-osoitteessa www.jointgains.hut.fi.

Neuvotteluntutkimus on yksi Systeemianalyysin laboratorion perustutkimuskentistä. Nyt julkaistussa järjestelmässä on toteutettu laboratoriossa kehitetty matemaattinen menetelmä, jolla voidaan etsiä kaikkien osapuolien kannalta edullisia sopimuksia. Kyseinen ns. parantavien suuntien menetelmä perustuu matemaattiseen optimointiteoriaan. Menetelmällä on monia etuja aiemmin käytössä olleisiin menetelmiin nähden.

Suurin vaikeus neuvotteluntukimenetelmissä on neuvottelijoiden tavoitteiden mallintaminen. Useimmat menetelmät olettavat, että neuvottelijoiden tavoitteita voidaan kuvata matemaattisella funktiolla, ja menetelmää käytettäessä ensimmäinen tehtävä onkin määrittellä tämä ns. hyötyfunktio. Käytännössä neuvottelija joutuu vastaamaan tavoitteita kartoittaviin kysymyksiin, jotka etenkin ensikertalaiselle saattavat vaikuttaa hyvin hankalilta. Jos neuvottelija ei ole tottunut vastaamaan kyseisen tyyppisiin kysymyksiin, saattaa menetelmän määrittelemä funktio vastata huonosti hänen tosiasiallisia tavoitteitaan. Joint Gainsin käyttämässä parantavien suuntien menetelmässä tätä ongelmaa ei ole, koska menetelmässä ei oleteta yleispätevän hyötyfunktion olemassaoloa. Sen sijaan neuvottelijan tavoitteita mitataan tutkimalla miten hän haluaisi muuttaa kulloistakin tilannetta. Tämä puetaan yksinkertaisten vertailutehtävien muotoon, joissa neuvottelijalle esitetään kaksi mahdollista sopimusta, joista hänen tulee valita mieluisampi.

Systeemianalyysin laboratoriossa tutkitaan jatkossa mm. Joint Gains -järjestelmän ja parantavien suuntien menetelmän sovellusmahdollisuuksia sähköisen kaupankäynnin yhteydessä.

Logistiikan kehittämisen ongelmat johtuvat ihmisistä

Tekn. yo. Olli Kinnunen
 Diplomityö: Projektiriskien hallinta logistiikan kehittämisessä
 Työn ohjaaja: Christian Mahrenholz

Teknilliseen korkeakouluun tehdyssä diplomityössä tutkittiin logistiikan kehitysprojekteissa ilmeneviä ongelmia.

Työntekijöiden osuus logistiikan kehitysprojekteissa havaittiin merkittäväksi. Ilman kunnollista viestintää sekä työntekijöiden osaamisen huomioonottamista projekteja on vaikea saada onnistumaan.

Tutkimuksen perusteella on tärkeää, että työntekijät ovat motivoituneita saavuttamaan projektien tavoitteet. Motivoinnin edellytyksenä ovat tarkat ajalliset kehykset, joissa projektin eri vaiheet tulee suorittaa. On myös ensiarvoisen tärkeää kuvata henkilöstön toimenkuvat tarkasti projektin alussa. Tässä tehtävässä systemaattisen projektisuunnitelman teko korostuu.

Projektien onnistumisen esteeksi löydettiin useita riskejä. Riskit tulee havaita ajoissa, jotta niille ehditään löytämään vastalääkkeitä. Projektien aikana on myös välttämätöntä seurata niiden etenemistä. Jos seuranta unohdetaan, ei odottamattomille ongelmille ehditä löytämään ratkaisuja.

Työssä esitetään ratkaisua, jossa projektien seuranta suoritetaan määrittelemällä projekteille ajanhetkiä, jolloin tehdään systemaattinen toiminnan arviointi. Näillä ajanhetkillä tarkastellaan projektin ongelmia ja päätetään jatkotoimista. Kaikkia projekteja on turha viedä loppuun, koska resursseista on usein pulaa.

Tutkimuksessa havaittiin myös, että pienten kehitysprojektien johtoon joutuu usein ihmisiä, joilla ei ole kokemusta projektien hallinnasta. Tällaisissa tapauksissa korostuu projektien dokumentoinnin merkitys. Kun projektien ongelmat ja niiden ratkaisut kirjataan ylös, ei samoihin ongelmiin tarvitse etsiä vastauksia useita kertoja.

Tuotannonohjausjärjestelmiä on vaikea sovittaa valmiisiin huoltoprosesseihin tietoliikenneteollisuudessa

Tekn. yo. Jouni Kössi
 Diplomityö: Production Control in Hardware Service in Telecommunication Industry
 Työn ohjaaja: DI Mikko Valle

Teknillisessä Korkeakoulussa tehdyssä diplomityössä tutkittiin tuotannonohjausta tietoliikenneteollisuuden laitehuollossa, joka on usein yrityksen oma liiketoiminnallinen yksikkö. Tietoliikenneteollisuuden verkkotoimittajien asiakaspalvelun merkitys on kasvanut, koska markkinoiden nopea kasvu vaatii laitetoimittajilta myös nopeaa palvelua viallisille yksiköille. Erilaiset palvelusopimukset yrityksen ja asiakkaan välillä lisäävät tuotannonohjausjärjestelmältä vaadittavia piirteitä. Lisäksi laitteiden suuri määrä aiheuttaa ongelmia työnohjauksessa, ja korjaukset vaativat siten koulutetun henkilöstön. Jotta kysyntään voitaisiin vastata kustannustehokkaasti ja nopeasti, laitteistohuollon toiminnanohjauksen on oltava asiakaspalvelun kannalta optimaalinen. Valmiit toiminnanohjausjärjestelmät ovat usein vaikeita sovittaa valmiisiin huoltoprosesseihin, koska järjestelmät ovat liian monimutkaisia ja isoja. Diplomityössä tutkittiin

lisäksi erästä toiminnohjausjärjestelmää, vaikkakin sopivan järjestelmän löytäminen on vuosien prosessi.

Tutkimuksessa havaittiin, että toiminnanohjausjärjestelmän tärkeimmät ominaisuudet korjausprosessissa ovat työkapasiteetinohjaus, laadunseuranta ja kustannuslaskelmat. Työkapasiteetinohjausta tarvitaan pääasiassa ohjaamaan työtä joko yrityksen sisällä tai töiden ohjaamista ulkopuolisille alihankkijoille. Havaittiin, että yrityksen oma logistiikka voi jo alkuvaiheessa nopeuttaa työnohjausta ohjaamalla työtä joko yrityksen omiin korjauspisteisiin tai alihankkijoille. Laadunseuranta eli vika-analyysit ovat tärkeitä sekä asiakkaille että valmistajan tuotantolinjoille. Täydellisten vika-analyysien kirjaaminen tuotantolinjojen haluamalla tavalla on usein työlästä. Hyvällä toiminnohjausjärjestelmällä voidaan vaikuttaa huomattavasti vika-analyysien laatuun. Kustannuslaskelmilla voidaan seurata työstä aiheutuvia kustannuksia yrityksen sisällä ja tarvittaessa ostaa työ alihankkijoilta tai ostaa uusi yksikkö yrityksen sisällä.

Myös alihankkijat ja asiakkaat olisi hyvä saada yrityksessä käytettävän toiminnohjausjärjestelmän piiriin, jotta voitaisiin taata hyvä ja nopea tiedonkulku yrityksen, alihankkijoiden ja asiakkaiden välillä. Asiakkailta ja alihankkijoilta saatavat vika-analyysit ovat usein puutteellisia ja hidastavat osaltaan korjausprosessia, jolloin hyvällä järjestelmällä voitaisiin parantaa tiedonkulkua ja laatua. Järjestelmän tai sen osien vieminen yrityksen ulkopuolelle on kuitenkin suuri tietoturvaluusriski.

Uusi menetelmä nopeuttaa taivaankappaleiden ratojen laskentaa

Tekn. yo. Teemu Laakso

Diplomityö: Tehokkaita integraattoreita muutaman kappaleen ongelmaan

Työn ohjaaja: FT Mikko Kaasalainen

Helsingin yliopiston tähtitieteen laitoksella kehitetty uusi tekniikka nopeuttaa taivaankappaleiden ratojen numeerista ratkaisua, integrointia. Menetelmä soveltuu parhaiten Aurinkokunnan kaltaisiin systeemeihin, joita hallitsee massiivinen keskuskappale. Tehonlisäys on joissain tapauksissa jopa satakertainen verrattuna perinteisiin menetelmiin.

Tähtitieteen ongelmissa voivat laskettavat ajanjaksot olla hyvinkin pitkiä. Aurinkokunnan kehitystä seuraavia simulaatiota ajetaan miljoonia vuosia. Nykyisilläkin tietokoneilla laskenta saattaa kestää viikkoja, joten pienikin tehonlisäys on tervetullut.

Uuden menetelmän tehokkuus perustuu sen kykyyn antaa täsmälleen oikea tulos kahden kappaleen systeemille. Integroitavaksi jää ainoastaan poikkeama kahden kappaleen radasta. Koska poikkeuttava häiriövoima on yleensä suhteellisen pieni, voidaan laskennassa käyttää suurta askelpituutta.

Ajatus ei ole uusi. Sitä käyttävät myös tällä hetkellä nopeimmat, symplektiset integraattorit. Niiden määrittely estää kuitenkin mielivaltaisen häiriövoiman käytön. Aurinkokunnassa suurin häiriö on planeettojen keskinäinen vetovoima, mutta usein tarvitaan myös esimerkiksi planeettojen välisen aineen tai ilmakehän vastusta kuvaavaa voimaa. Uusi menetelmä ei aseta rajoituksia häiriövoimalle.

Mahdollisia sovelluskohteita on useita. Uutta menetelmää voitaisiin käyttää esimerkiksi hiljattain löydettyjen uusien aurinkokuntien tutkimisessa. Se soveltuu myös hyvin komeettojen ja satelliittien ratojen ennustamiseen.

Johdannaiset heijastavat markkinoiden epävarmuutta

Tekn. yo. Antti Miettinen

Diplomityö: Implisiittinen volatiliteetti ja teknologiayrityksen optioiden hinnoittelun tehokkuus

Työn ohjaaja: Johtaja Pekka Peiponen, HEX Oy

Osakeoptioiden hinta perustuu pääasiassa niiden kohde-etuutena olevan osakkeen hintaan ja sen vaihteluihin. Keskeinen hintaan vaikuttava parametri on osakkeen hinnan vaihtelun suuruus, jota rahoitusteoriassa kutsutaan volatiliteetiksi. Volatiliteetti on ainoa hinnoitteluparametri, jota ei optiota hinnoiteltaessa välttämättä pystytä arvioimaan edes tyydyttävällä tarkkuudella. Erityisen vaikeaa arviointi on teknologiaosakkeiden kohdalla, joiden hinnat ovat hyvin arvaamattomia ja saattavat heilahdella yllättävästi. Osakeoptioiden hinnoittelussa käytettävä volatiliteetti kuvaa osakkeen volatiliteettia option jäljellä olevalla voimassaoloajalla, mikä tekee sen arvioinnista erityisen haastavaa.

Osakkeen tulevaisuuden volatiliteetin arvioimisen ja käyttämisen sijaan option hinta saadaan selville myös johdannaispörssistä, mikäli kyseisellä optiolla käydään julkista kauppaa. Option markkinahinnan avulla voidaan laskea option kohde-etuutena olevan osakkeen volatiliteetti kyseisen option voimassaoloajalle. Tätä laskennallista volatiliteettia kutsutaan implisiittiseksi volatiliteetiksi, sillä se on osakeoption markkinahinnan implikoima volatiliteetti osakkeen hinnalle option voimassaoloaikana. Implisiittisen volatiliteetin tulisi näin ollen tehokkailla markkinoilla pystyä ennakoimaan tulevat volatiliteetin muutokset option kohde-etuutena olevan osakkeen hinnassa.

Teknillisen korkeakoulun Systemianalyysin laboratoriossa julkaistussa diplomityössä on tarkasteltu Nokian osakeoptioiden hinnoittelun tehokkuutta Helsingin ja Tukholman pörseissä. Työssä tutkitaan, seuraako Nokian implisiittinen volatiliteetti Nokian osakkeen volatiliteettitaso muutoksia yrityksen tuloksen julkistamisen yhteydessä. Ennen tuloksen julkistamista osakkeen hintaan sisältyy poikkeuksellisen paljon epävarmuutta, joka poistuu tuloksen julkistamisen myötä, kun sijoittajat pääsevät arvioimaan yrityksen arvoa tuoreiden tuloslukujen valossa. Tämä epävarmuuden purkautuminen näkyy volatiliteettiä hieman osakkeen arvostuksessa tuloksen julkistamispäivänä. Julkistamisen jälkeen osakkeen hinta reagoi nopeasti uuteen informaatioon ja hinta sopeutuu uuteen markkinatilanteeseen. Nokian osakkeen hinnassa on havaittavissa säännönmukainen, normaalia voimakkaampi hinnanmuutos yrityksen tuloksen julkistamispäivinä sekä Helsingin että Tukholman osakemarkkinoilla.

Mikäli johdannaismarkkinat hinnoittelevat optiot oikein ja tehokkaasti, implisiittisen volatiliteetin on noustava ennen edellä kuvattua volatiliteetin säännönmukaisuutta (implisiittinen volatiliteetti kuvaa option jäljelläolevan voimassaoloajan keskimääräistä volatiliteettia) ja pudottava jyrkästi heti korkean volatiliteetin vaikutuksen poistuttua tuloksen julkistamisen jälkeen. Työssä havaittiin sekä Tukholman että Helsingin markkinoiden täyttävän tehokkuuden kriteerit implisiittisen volatiliteetin suhteen. Tukholman markkinoilla volatiliteettitaso putosi hieman Helsinkiä jyrkemmin tuloksen julkistamisen jälkeen, mikä kuitenkin johtuneen pörssien lievästi toisistaan poikkeavista kaupankäyntiajoista.

Diplomityö kiihdytettyjen testien käytöstä matkapuhelinteollisuudessa

Tekn. yo. Olli Oksanen
Diplomityö: Accelerated Testing in Product Development
Työn ohjaaja: B.Sc. Michael Grayeff, DI Petri Takala

Tekniikan ylioppilas Olli Oksanen on palauttanut Teknillisen Korkeakoulun Systeemianalyysin laboratorioon tarkastettavaksi diplomityönsä Accelerated Testing in Product Development. Työ käsittelee kiihdytettyjen testien käyttöä matkapuhelinteollisuuden tuotekehityksessä.

Tuotekehitys on kriittinen tekijä matkapuhelimien valmistuksessa. Valmistajien kannattavuuden kannalta on oleellista, että he pystyvät tuomaan markkinoille jatkuvasti uusia edistyksellisiä tuotteita. Jotta kuluttajat olisivat valmiita maksamaan uusista tuotteista vanhoja enemmän, tulee niiden olla hyvin muotoiltuja, teknisiltä ominaisuuksiltaan ja toiminnoiltaan houkuttelevia sekä luotettavia. Valmistajan kannalta on tärkeää, että kuluttajan mieltymysten mukaisia tuotteita pystytään valmistamaan edullisesti ja nopeasti. Tuotekehityksen tehokkuuden varmistamiseksi ovat matkapuhelinvalmistajat ottaneet käyttöön tuotekehitysprosesseja. Tuotekehitysprosessi kuvaa, kuinka tuote suunnitellaan. Kun jokainen tuote suunnitellaan samojen periaatteiden mukaisesti, on lopputuloksen hallinta helpompaa. Olli Oksasen diplomityö esittelee kiihdytettyjen testimenetelmien käyttöä tuotekehitysprosessin eri vaiheissa.

Kiihdytettyjen testien lähtöajatuksena on ylläpitää testattavaa tuotetta. Rasitus voi olla esimerkiksi pudotus, värinä tai ilmankosteus. Rasittamalla tuotetta enemmän kuin normaalikäytössä saadaan nopeammin tietoa sen luotettavuudesta ja heikoista kohdista. Kiihdytetty testit voidaan jakaa kolmeen luokkaan: accelerated stress screens (kiihdytetty karsintatestit), accelerated stress tests (kiihdytetty rasiustestit) sekä accelerated life tests (kiihdytetty elinikätestit). Karsintatestien tarkoituksena on varmistaa, että tuote kestää sille määritetyn minimirasitustason. Rasiustestit etsivät tuotteesta heikointa kohtaa esimerkiksi porrastetusti rasiustasoa nostamalla. Tuotteen vikaannuttua muutetaan sen rakennetta määritetyssä heikoimmassa kohdassa, ja testataan uusi tuote alusta aloitetulla rasiustestillä. Tätä jatketaan, kunnes tuote ei enää vikaannu. Kiihdytettyjen elinikätestien tarkoituksena on estimoida eli arvioida tuotteen elinikää.

Olli Oksasen diplomityössä esitellään uusi malli vikaantumisen ymmärtämiseen. Mallissa vikaantuminen kuvataan neljän eri tekijän tuloksena. Mallia sovelletaan kiihdytettyjen testien analysointiin, sen avulla jokainen testi voidaan luokitella aiheuttamiensa vikojen perusteella. Uusi testien luokittelutapa edistää kiihdytetyn testauksen suunnittelua. Yksittäisten testien paremman ymmärtämisen lisäksi diplomityössä luodaan kokonaiskuva eri testimenetelmien käytöstä tuotekehitysprosessin osana. Työn johtopäätöksenä on, että kiihdytetty testaus on puutteistaan huolimatta hyödyllinen työkalu luotettavuuden parantamisessa ja varmentamisessa osana tuotekehitysprosessia.

Reaaliopiot lisäävät tuotekehitysprojektien arvoa lääketeollisuudessa

Tekn. yo. Jaakko Ollila
 Diplomityö: Real Options in Pharmaceutical R&D
 Työn ohjaaja: Esa Soppi (Orion Pharma), Aino Takala (Orion Pharma)

Reaaliopioilla tarkoitetaan mahdollisuutta vaikuttaa investointipäätösten toteutumiseen ja kehittymiseen tulevaisuudessa. Kasvuoportiot ja tuotekehitysprojektin hylkäsoportio ovat erityisen arvokkaita lääketeollisuudessa, jossa investointikustannukset ja -horisontti ovat pitkiä, ja jossa tuotekehitysprojekti jakautuu selkeisiin osakokonaisuuksiin.

Tuotekehitysprojektien tulosten ennustaminen ja niiden rahallisen arvon määrittäminen on alan asiantuntijoillekin hankala tehtävä. Lääketeollisuudessa vaatimukset korostuvat, koska yhtä markkinoille kehitettyä lääkettä kohden on seulottava yli 10,000 alkuperäismolekyyliä. Tämän lisäksi lääkkeen kehitys kestää 9-12 vuotta, ja kustannukset voivat nousta jopa miljardiin markkaan (FIM). Tuotekehittäjien haasteena on mahdollisimman aikaisessa vaiheessa löytää ne molekyylit, jotka läpäisevät monivaiheisen tuotekehityspotken ja jotka tavoittavat suurimman kohdemarkkinan.

Perinteiset menetelmät projektivalintojen tekemiseksi sopeutuvat huonosti lääkekehitysprosessin erityispiirteisiin. Kassavirtapohjaiset nettonykyarvomenetelmät (NPV) olettavat, että arvioitava molekyyli kehitetään tuotteeksi asti ilman, että kehityksen suuntaa voidaan muuttaa tulevaisuudessa. Menetelmä ei myöskään huomioi yksittäisen tuotekehitysprojektin synnyttämiä jatkokehitysmahdollisuuksia.

Rahamarkkinoilta tutun optioajattelun soveltaminen tuotekehityksen arviointiin sen sijaan ottaa päätöksentekijän vaikutusmahdollisuudet huomioon projektinvalinnassa. Apuväline on erityisen sovelias lääketuotekehityksessä, jossa prosessi etenee pienissä osakokonaisuuksissa, joihin päätöksentekijä voi aina saumakohtaisesti vaikuttaa. Päätös tuotteen jatkokehityksestä on itse asiassa reaalioption lunastus, joka synnyttää seuraavan reaalioption - valinnanvaraisen mahdollisuuden - jatkaa kohti markkinavalmista tuotetta.

Julkaistavassa diplomityössä identifioidaan kirjallisuustutkimuksen ja eksperttihaastatteluiden avulla lääketuotekehitysprosessin arvokkaimmat reaaliopiot, ja muodostetaan matemaattinen malli niiden arvon määrittämiseksi. Identifioidut reaaliopiot ovat mahdolliset kasvuoportiot ja projektin hylkäsoportio. Kasvuoportioilla tarkoitetaan ensimmäisten tuotekehitysinvestointien synnyttämiä jatkomahdollisuuksia, joita voidaan kehittää edelleen riippuen ensimmäisten tutkimustulosten arvokkuudesta. Hylkäsoportioilla tarkoitetaan päätöksentekijän mahdollisuutta lopettaa projekti, jos tutkimustulokset niin osoittavat.

Muodostettua mallia sovelletaan todelliseen lääkekehitysprojektiin, jonka kasvuoportiot ja hylkäsoportio arvioidaan. Laskelmat osoittavat, että molemmat reaaliopiot lisäävät tuotekehitysprojektin arvoa etenkin projektin alkuvaiheessa, jossa tuotekehityksen epävarmuudet ovat suurimmat ja jossa päätöksentekijöillä on eniten vaikutusmahdollisuuksia projektin ohjaamiseen.

Optioteoreettinen tuotekehitysprojektien arviointi määrittää projektin arvon oikeammin kuin perinteiset arvotusmenetelmät. Jos logiikkaa sovelletaan koko yrityksen projektiportfolion arviointiin, alkuvaiheen tuotekehitysprojekteissa nähdään enemmän arvoa kuin aikaisemmin. Tämän seurauksena yhä useampi projekti ylittää investointikynnyksen, ja projektien kokonaismäärä nousee hetkellisesti. Kehitystulosten paljastuessa yhä useampi projekti myös

keskeytetään, koska osa reaaliopitiosta jätetään lunastamatta, joten keskimäärin projektien kokonaismäärä pysyy samana. Tuotekehitys kuitenkin tehostuu, koska tiettyä resurssiyksikköä kohden pisytyään käymään läpi yhä useampi molekyylikandidaatti. Käytännön sovelluksissa menetelmän esteeksi voi nousta laskutoimitusten monimutkaisuus.

Laboratorioiden suunnittelu uusiksi

Tekn. yo. Konsta Sirvio

Diplomityö: Simulation Application Specifications for a Laboratory Automation System

Työn ohjaaja: Ilkka Talvinen

Kehitteillä olevan työkalun ansiosta voidaan pian uudistaa automatisoitujen laboratorioiden suunnittelu. Kun aiemmin joutui myyntimies arvioimaan sopivimmat laitteet laboratorioon epämääräisillä menetelmillä, voi hän sen jatkossa tehdä suunnitteilla olevalla simulointityökalulla vaivattomasti ja luotettavasti.

Kahden esimerkkilaboratorion osalta saadut lupaavat tulokset osoittavat, että hyvinkin monimutkaisesta, modulaarisesta systeemistä voidaan tehdä luotettava simulointimalli. Merkittävämpää on, että tätä mallia voidaan käyttää lähes kaikäntyyppisten klinisen kemian laboratorioiden suunnitteluun, eikä jokaiselle tarvitse räätälöidä omaa mallia. Aikaisemmin ongelmana on ollut eri automatisointilaitteiden määrän ja tyyppin valinta eri asiakkaille.

Varsinainen malli eri instrumenteista luotiin markkinoilla jo valmiina löytyvällä graafisella simulointiohjelmistolla, joten sovelluksen luomisessa selvittään ilman kallista ja aikaavievää ohjelmointia.

Näyteputkien kulkua klinisissä laboratorioissa ei aikaisemmin ole kovin paljon simuloitu, ja vastavalmistunut Teknillisen Korkeakoulun diplomityö valtaa uuden alueen simuloinnin tutkimuksessa. Tutkimuksessa mallinnettiin vain kohdeyrityksen, Labsystems CLD:n instrumentteja, mutta löydettyjen menetelmien ja työkalun avulla voidaan jatkossa tuoda melkein mikä tahansa klinisen laboratorion instrumentti tietokoneen näyttöpäätteelle.

Simulointimallista ei ole hyötyä pelkästään markkinoinnille ja myynnille, vaan sitä voidaan myös käyttää tuotekehityksen apuna sekä tutustuttamisvälineenä yrityksen tuotteisiin. Uuden teknologian kehittäminen on ongelmallista, sillä tuotteen parasta rakennetta ja ominaisuuksia ei tiedetä etukäteen. Simuloinnin avulla säästetään tuotekehityskustannuksissa ja lyhennetään jo ennestään pitkiä tuotekehitysaikoja.

Onko happamoitumisen vaikutusten torjunta sokean uskon vai luotettavan tiedon varassa?

Tekn. yo. Riku Suutari

Diplomityö: Euroopan päästöjen happamoittava vaikutus Suomessa -yhdenntyn arviointimallin epävarmuusanalyysi

Työn ohjaaja: DI Sanna Syri (SYKE), TkT Tuomas Raivio (TKK)

EU:n jäsenmaat ovat sitoutumassa päästövähennykseen, jonka vuotuisen kustannuksen arvioidaan olevan yli seitsemän miljardia euroa. Päästövähennyksen jakautuminen jäsenmaiden välillä perustuu yhdenntetyllä mallilla arviointeihin ympäristövaikutuksiin. Onko käytetty malli niin luotettava, että sen antaman tiedon perusteella voidaan näin suurista kustannuksista päättää ?

Yhdenntyn mallin epävarmuutta Suomen happamoitumisen vaikutusten arvioinnissa analysoitiin Suomen ympäristökeskuksen tutkimuksessa. Tutkimustulokset osoittivat mallin soveltuvan hyvin maakohtaisten vaikutusarvioiden tekemiseen. Tutkimuksessa mallin luotettavuutta testattiin vuoden 1990 päästötasolla sekä kahdella eri päästövähennysskenaariolla vuodelle 2010. Yhdenntyn mallin luotettavuuden havaittiin paranevan päästömäärien pienentyessä.

Yhdenntetty arviointimalli koostuu kolmesta osamallista: päästö-, kulkeutumis- ja vaikutusmallista. Tehdyssä epävarmuusanalyysissä huomioitiin eri osamallien sekä niiden yhdistämisestä ja mallin eri käyttötarkoituksista aiheutuvat epävarmuudet. Vaikutusmalli, eli ekosysteemien kriittisten kuormitusten mallintaminen, todettiin tutkimuksissa merkittävimäksi epävarmuuslähteeksi yhdenntetyssä arviointimallissa. Kriittisen kuormituksen epävarmuutta pienentämällä voidaan parantaa koko yhdenntyn arviointimallin luotettavuutta.

Luonnon vaihtelevat pintatyypit aiheuttavat yhdenntetyyn arviointimalliin epävarmuustekijän, jonka suuruutta ei nykytietämyksellä voida määrittää. Tehdyssä epävarmuusanalyysissä pintatyypin mahdollinen vaikutus koko Suomen mittakaavassa havaittiin vähäiseksi Suomen melko yhtenäisen maankäytön vuoksi. Alueellisesti se voi olla kuitenkin merkittävä epävarmuustekijä.

Tehty epävarmuusanalyysi auttaa tutkijoita ja päätöksentekijöitä tulkitsemaan paremmin mallin tuloksia. Se auttaa myös mallin luotettavuuden parantamiseksi tehtävien lisätutkimusten kohdentamisessa. Tutkimus oli osa EU/LIFE-tutkimusohjelmaa, jonka tulokset julkaistiin maaliskuussa Suomen ympäristösarjassa. Lisäksi yhdenntyn arviointimallin epävarmuusanalyysistä ilmestyy erillinen julkaisu sekä diplomityö.

Kupariromun käyttäminen säästää rahaa ja luontoa

Tekn. yo. Jussi Turunen

Diplomityö: Kuparivalimon raaka-ainepanoksen optimointi

Työn ohjaaja: Professori Risto Lahdelma

Metallien valmistaminen perustuu yhä enenevässä määrin kierrätykseen. Tällä hetkellä 35 % kaikesta koko maailmassa käytetystä metallista on kierrätettyä. Määrän odotetaan nousevan 50 %:iin seuraavien kymmenen vuoden aikana. Romumetallin käytön ilmeisiä etuja ovat alhaisemmat raaka-aineiden hinnat, valmistusprosessien pienempi energian kulutus ja

luonnonvarojen säästyminen.

Outokumpu Pori Copper Oy:n kuparivalimolle on tehty raaka-aineiden käytön optimointijärjestelmä, jonka avulla on mahdollista alentaa tuotantokustannuksia. Tekniikat, jotka ottavat huomioon raaka-aineisiin liittyvät epävarmuudet, tekevät mahdolliseksi halvempien raaka-aineiden käytön korkealuokkaisten tuotteiden valmistuksessa.

Kupariromu on jaoteltu useisiin luokkiin. Lisäksi raaka-aineena käytetään katodeja, jotka ovat lähes täysin puhdasta kuparia. Ongelmana on löytää sopivat panosmäärät kutakin raaka-ainetta. Paljosta romun käytöstä voi seurata liian suuret epäpuhtauksien pitoisuudet valanteissa, minkä seurauksena ne joudutaan romuttamaan. Toisaalta romun vähäinen käyttö nostaa raaka-ainekustannuksia. Optimoinnissa otetaan huomioon raaka-aineiden ominaisuudet ja valitaan käytettävät aineet kustannuksia minimoiden. Nykyään käyttömääristä päättävät valimon panostajat.

Tämä diplomityö on osa laajempaa AMRO-projektia, jonka tarkoituksena on tehdä vastaavia järjestelmiä muillekin suomalaisille metallinvalmistajille. Hankkeesta vastaavat yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun Systemianalyysin laboratorio ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Kuusakoski Oy:n alumiinitehtaalla Heinolassa on jo otettu järjestelmä käyttöön. Teräksentuottaja Outokumpu Polarit Oy:lle on myös suunniteltu vastaavanlainen järjestelmä.

Metallien valmistaminen perustuu yhä enenevässä määrin kierrätykseen. Tällä hetkellä 35 % kaikesta koko maailmassa käytetystä metallista on kierrätettyä. Määrän odotetaan nousevan 50 %:iin seuraavien kymmenen vuoden aikana. Romumetallin käytön ilmeisiä etuja ovat alhaisemmat raaka-aineiden hinnat, valmistusprosessien pienempi energian kulutus ja luonnonvarojen säästyminen.

Outokumpu Pori Copper Oy:n kuparivalimolle on tehty raaka-aineiden käytön optimointijärjestelmä, jonka avulla on mahdollista alentaa tuotantokustannuksia. Tekniikat, jotka ottavat huomioon raaka-aineisiin liittyvät epävarmuudet, tekevät mahdolliseksi halvempien raaka-aineiden käytön korkealuokkaisten tuotteiden valmistuksessa.

Kupariromu on jaoteltu useisiin luokkiin. Lisäksi raaka-aineena käytetään katodeja, jotka ovat lähes täysin puhdasta kuparia. Ongelmana on löytää sopivat panosmäärät kutakin raaka-ainetta. Paljosta romun käytöstä voi seurata liian suuret epäpuhtauksien pitoisuudet valanteissa, minkä seurauksena ne joudutaan romuttamaan. Toisaalta romun vähäinen käyttö nostaa raaka-ainekustannuksia. Optimoinnissa otetaan huomioon raaka-aineiden ominaisuudet ja valitaan käytettävät aineet kustannuksia minimoiden. Nykyään käyttömääristä päättävät valimon panostajat.

Tämä diplomityö on osa laajempaa AMRO-projektia, jonka tarkoituksena on tehdä vastaavia järjestelmiä muillekin suomalaisille metallinvalmistajille. Hankkeesta vastaavat yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun Systemianalyysin laboratorio ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Kuusakoski Oy:n alumiinitehtaalla Heinolassa on jo otettu järjestelmä käyttöön. Teräksentuottaja Outokumpu Polarit Oy:lle on myös suunniteltu vastaavanlainen järjestelmä.

TIEDOTE EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH' ILTÄ

During the 25-year long history, EJOR has gained an incontestable importance in the field of OR. With its 24 issues per year, it is by far the largest OR journal in the world. Covering a large variety of OR streams, it truly represents the field and reflects all new derivatives of OR that emerge with new technologies and organizational schemes. The openness of EJOR to new trends in OR is its distinctive feature.

The large volume of EJOR has also, however, some undesirable consequences. Among them, the high individual subscription price (although quite low if cost per page is considered) and a relatively high probability that in the mass of papers a weak paper can be found.

Since our appointment at the beginning of 1999, we started to stop these undesirable tendencies that could break the positive image of EJOR, undertaking the following main initiatives:

1. We strengthen the **selection of papers** submitted to the journal.
2. We paid particular **attention to the quality of the guest-edited feature issues**, eliminating feature issues of conference proceedings type.

This policy will lead in a long term to reduction of the backlog of accepted papers waiting for publication and then to reduction of its volume. Reducing the backlog of papers will also result in an increase of the journal's impact factor, as the algorithm of its calculation takes into account the references from the period of only two years before publication of the citing paper.

The editorial process has, however, a big inertia, so the effects of our new editorial policy will be seen starting from year 2001 only, after all the papers accepted by the former editorial team will be published.

Let us share with you some observations, targets and proposals that originate from our 20-month editorial experience:

1. We draw, a disquieting observation that the proportion of papers submitted to EJOR from Europe is too low. It can be seen in the statistics attached to this letter. It is apparently against the ambition of EURO, which is sponsoring EJOR, and against very natural understanding according to which **EJOR should be a visit card of European Operational Research**.
2. The ambition of making **EJOR strong and able to compete with the best overseas OR journals** should be shared by the whole OR community assembled in EURO.
3. While increasing the scientific quality of EJOR, we would like to **bring the journal closer to individual members of the National OR Societies**. Elsevier has made an important investment in electronic availability of its journals, including EJOR. The contents of all issues of EJOR since 1994 and the abstracts of papers published in EJOR are available free of charge at the website: www.elsevier.com/locate/dsw, together with useful search facilities. Full texts of articles are electronically available as well, however, presently the home institution of the reader has to be subscribed to the paper version of

the journal.

4. According to p.3, we would like to encourage you, as president of the National OR Society, to support EURO officers in negotiations with Elsevier concerning the conditions of **full or partial electronic availability of EJOR to the members of your Society at some reasonable cost**. This would surely contribute to a greater identity of the European OR community with the journal.
5. We would also like to make **EJOR more friendly to the young members of your Society**, often preparing their PhD theses and looking forward to publishing quickly their results. For them we have the formula of **short papers**, up to 10 standard manuscript pages, that go through a quick editorial track and appear shortly after acceptance. The present backlog of short papers is close to zero. Let us also draw the attention of young researchers to EJOR's invited review articles that may be very useful for their education.
6. For the well-experienced members of your Society we would like to **renew our invitation to write invited review articles, tutorials or reviews of specialized bibliography**, after taking contact with one of the editors taking care of the corresponding keyword.
7. We would also appreciate initiatives of your members in **guest-editing feature issues** devoted to specific themes of OR. Such initiatives should also be coordinated with one of the editors taking care of the corresponding keyword.
8. Proposals of **special issues devoted to presentation of OR in the context of one country** will also be welcome.

Some other details of our editorial policy can be found in the EURO Bulletin vol. 8, no. 4, 1999, available also at the website: www.ulb.ac.be/euro/euro-welcome.html.

We strongly count that you and your Society will adhere to the above aims of EJOR and that you will reply positively to our various proposals.

If you agree that EJOR should be a visit card of the European OR, please encourage the members of your Society to submit their best papers to EJOR.

With all best wishes, the Editors of EJOR,

Roman Slowinski, Jacques Teghem, Jyrki Wallenius

Poznan – Mons – Helsinki, October 10, 2000

Statistics of papers submitted to new editors from January 1st, 1999 to June 15, 2000

(does not include feature issues, nor open files transferred from old editors)

	R.Slowinski	J.Teghem	J.Wallenius	Total
Total submitted:	359	390	281	1030
Total accepted:	53	49	33	135
Total rejected:	67	75	74	216
From Europe:	131	125	88	344
From North America:	94	106	97	297
From Asia:	103	122	78	303
From other regions:	31	37	18	86

Author's country	Total submitted	Total accepted	Total rejected
USA	248	28	42
China	92	7	26
Taiwan	87	9	27
Great Britain	63	13	14
Canada	49	5	8
Spain	44	9	6
Japan	35	5	4
India	35	4	10
Korea	32	5	5
Netherlands	30	6	4
Germany	30	4	4
France	24	3	2
Italy	22	2	7
Finland	17	4	1
Belgium	17	3	4
Turkey	16	1	2
Israel	15	4	5
Poland	13	4	3
Portugal	13	3	2
Greece	11	1	4
Brazil	10	2	1
Saudi Arabia	10	2	1
Denmark	10	0	3

Norway	9	3	1
Singapore	8	2	0
Austria	7	0	2
Egypt	7	0	5
Australia	6	2	0
Yugoslavia	6	1	2
Iran	6	0	2
Sweden	6	0	1
Belarussia	4	0	1
Switzerland	3	1	1
Algeria	3	0	1
Chile	3	0	1
Croatia	3	0	1
Hungary	3	0	3
Ireland	3	0	1
Tunisia	3	0	0
Zimbabwe	3	0	3
New Zealand	2	1	0
Russia	2	1	1
Cyprus	2	0	0
Slovakia	2	0	0
South Africa	2	0	1
Thailand	2	0	0
Venezuela	2	0	0
Argentina	1	0	0
Czech Republic	1	0	0
Jordan	1	0	1
Kuwait	1	0	1
Lithuania	1	0	0
Mexico	1	0	0
Nigeria	1	0	1
Sri Lanka	1	0	1
Sult. of Oman	1	0	0
Ukraine	1	0	0
TOTAL	1030	135	216

TAPAHTUMAKALENTERI

Konferenssit Kongressit Seminaarit Workshopit

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

MARRASKUU

16.11. FORS-päivä

Säätytalo, Helsinki
 Sähköinen kaupankäynti ja uudet
 liiketoimintamallit

HUHTIKUU 2001

1.-3.4. 10th IFORS Special Conference

Athens, Greece
 New Trends in Banking Management
<http://www.dpem.tuc.gr/ifors/>

TOUKOKUU 2001

20.-22.5. 10th Annual Industrial Engineering Research Conference

Dallas, Texas
<http://www.ie.pitt.edu/ierc2001/>

21.-22.5. INFORMS Conference on Practice

San Diego, California
 Optimizing the Extended Enterprise in the
 New Economy
<http://www.irforms.org/Conf/Practice2001>

MAALISKUU 2001

15.-18.3. 9th International Conference on Telecommunications Systems, Modeling and Analysis

Dallas, Texas
 e-mail: gavishb@mail.cox.smu.edu

HEINÄKUU 2001

9.-11.7. The European Operational Research Conference

Rotterdam, The Netherlands
<http://www.euro2001.org>

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

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

SYYSKUU 2001

26.-29.9. ORP3

Paris, France
 EURO conference for young researchers
<http://www.orp3.com>

MARRASKUU 2001

3.-7.11. INFORMS

Miami, Florida
<http://128.227.36.67/Informs2001/>