

INFORS

Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehti

1/2005

- Simulointia ja matematiikkaa -



FORS

Suomen Operaatiotutkimusseura ry

Finnish Operations Research Society

**Suomen
Operaatiotutkimusseura ry:n
jäsenlehti**

N:o 1 - 2005

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

**Vastaava päätoimittaja,
seuran puheenjohtaja:**

Tomi Seppälä
Helsingin kauppakorkeakoulu
Kansantaloustieteen laitos
PL 1210
00101 Helsinki
Puh. (09) 43138 528
Fax (09) 43138 535

Toimittaja, seuran sihteeri:

Janne Karelahti
Teknillinen korkeakoulu
Systeemianalyysin laboratorio
PL 1100
02015 TKK
Puh. (09) 451 3053

Jäsenmaksun suuruus:

25 euroa / vuosi
jatko-opiskelijat 20 euroa/vuosi
perusopiskelijat 5 euroa / vuosi

Mainoshinnat:

Sivu 100 euroa
Sivu / 2 eri numeroa 150 euroa

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| <i>Puheenjohtajan palsta</i> | 3 |
| <i>Sihteerin palsta</i> | 4 |
| <i>FORS-seminaari: Simulointi työkaluna</i> | 5 |
| <i>Vuoden 2004 OR-henkilö: Hannu Kahra</i> | 9 |
| <i>Itävallassa ovat asiat toisin (=paremmin)</i> | 10 |
| <i>Teollisuusmatematiikka Etelä- Afrikassa</i> | 12 |
| <i>Dagstuhl-seminaari tuomassa yhteen monitavoiteoptimoinnin koulukuntia</i> | 15 |
| <i>ISDG 2004</i> | 17 |
| <i>Opinnäytteet</i> | 18 |
| <i>Tulevia tapahtumia</i> | 29 |

PUHEENJOHTAJAN PALSTA

Tomi Seppälä

tomi.seppala@hkkk.fi

Euroopan operaatiotutkimusseura EURO viettää tänä vuonna 30-vuotisjuhlia. Tietoa EURO:n historiasta ja läpi vuoden jatkuvista juhlatilaisuuksista löytyy EURO:n kotisivuilta: <http://www.euro-online.org/> .

Oma seurammehan vietti 30-vuotisjuhlia jo toissa vuonna, joten meillä on vahvat perinteet. EURO:n tämänhetkinen puheenjohtaja vieraili syysseminaarissamme, josta on juttu tässä lehdessä. Tsoukias ajaa voimakkaasti ehdotusta, jonka mukaan kaikki EURO:n kansallisten operaatiotutkimusseurojen jäsenet olisivat automaattisesti myös EURO:n jäseniä. Tsoukias piti melko varmana, että ehdotus toteutuu lähitulevaisuudessa. Vielä on jonkin verran epäselvää, kuinka tämä tulee vaikuttamaan käytännössä. Katsotaan...

Toimintamme Suomessa jatkuu kuitenkin normaaliin tapaan vuosikokouksen ja seminaarien merkeissä. Tervetuloa mukaan! Lisäksi uutena toimintamuotona olemme ottaneet käyttöön yritysvierailut, joista tiedotetaan nettisivuillamme.

Kiitokset kaikille lehteen kirjoittaneille ja hyvää kevättä kaikille jäsenille!

SIHTEERIN PALSTA

Janne Karelahti

fors@hkkk.fi

Olen seuran uusi sihteeri ja aloitin työskarkani vuoden vaihteessa. Tutustuin seuran toimintaan viime vuonna johtokunnan varajäsenen roolissa ja toiminta vaikutti siinä määrin kiinnostavalta, että lupauduin hoitamaan sihteerin virkaa kuluvalle vuodelle.

Vuoden ensimmäinen ekskursio, jonka kohteena oli Nokian Ruoholahden tutkimuskeskus onkin jo takana ja seuraavana ohjelmassa koittaa muutaman viikon kuluttua kevätseminaari. Kevätseminaarin teemana on tällä kertaa ennustemallit. Seminaarin ohjelma on lähetetty tämän lehden liitteenä, ja ajantasainen ohjelma löytyy seuran kotisivuilta osoitteesta <http://www.optimointi.fi/>. Ilmoittautuminen seminaarin hoituu kätevästi verkkosivuilta löytyvän lomakkeen avulla.

Kehoitän jäsenkuntaa edelleen päivittämään yhteystietonsa ajan tasalle verkkosivuilla olevalla jäsenlomakkeella. Erityisesti sähköpostiosoitteita puuttuu ja niitä kaivataan, jotta tiedotteet seminaareista ja ekskursioista tavoittaisivat paremmin jäsenistön.

Kevätterveisin,

Janne

FORS-SEMINAARI: SIMULOINTI TYÖKALUNA

Janne Karelahti

Teknillinen korkeakoulu, Systeemianalyysin laboratorio

janne.karelahti@tkk.fi

Syksyn 2004 FORS-seminaari järjestettiin 25. marraskuuta Hotelli Arthurin tiloissa Kaisaniemessä, Helsingissä. Esityksiä oli kaikkiaan kuusi kappaletta ja aiheet vaihtelivat liiketoimintaprosessien simuloinnista monifysikaalisten ongelmien simulointiin. Varsinaisten esitysten lisäksi seminaariin osallistui EURO:n presidentti Aleksis Tsoukias, joka esitteli lyhyesti EURO:n historiaa, nykytilaa sekä tulevaisuudennäkymiä.

Päivän ensimmäisen esiintyjä, Pekka Vainiomäki (Accenture), tarkasteli simuloinnin soveltamista logistiikkaverkoston suunnittelussa ja hallinnassa. Logistiikkaverkoston mallintaminen on Vainiomäen mukaan haasteellista, sillä esimerkiksi verkoston todellinen rakenne on usein tuntematon ja kustannusrakenteet on piilotettu erilaisten sopimusrakenteiden taakse. Liiketoiminnallisesta näkökulmasta simuloinnin ja mallinnuksen tasot voidaan jakaa Vainiomäen mukaan kolmeen eri tasoon: strategiseen, taktiseen ja operatiiviseen. Strateginen taso liittyy itse verkoston rakenteen kehittämiseen ja suunnittelu tapahtuu tyypillisesti kerran vuodessa tai harvemmin. Taktisella tasolla kehitetään verkoston käyttötapoja ja suunnittelu tapahtuu neljännesvuosittain. Operatiivisella tasolla pyritään ennustamaan lähitulevaisuuden kysyntäpiikkejä ja mahdollisia ongelmia sekä optimoimaan kuljetukset näiden ennusteiden pohjalta. Operatiivisella tasolla suunnittelu on jatkuvaa. Vainiomäen mukaan simulointia hyödyntävä logistinen suunnittelu johtaa tyypillisesti alkuvaiheessa noin 5-10 prosentin säästöihin lähteille kuljetuksille. Myöhemmin säästöt ovat pienempiä, mutta vastaavasti mallin

käyttöön ja ylläpitämiseen vaadittava työpanos vähenee myös merkittävästi.

Seminaarin toisessa esityksessä Riitta Smeds (TKK / SimLab) käsitteli SimLab-prosessisimulaatiota, mikä on yritysten liiketoimintaprosessien kehittämiseen soveltuva osallistuva menetelmä. Menetelmän tavoitteena on tukea yrityksiä prosessien, strategioiden sekä liiketoimintamallien kehittämisessä. Tieteellisenä tavoitteena on kehittää ja kerätä tietoa uusista liiketoimintaprosesseista. Smedsin mukaan prosessisimulaatioon pyritään saamaan mukaan koko yrityksen henkilökunta, jolloin prosessia koskevat oleelliset tiedot saadaan levitettyä yksittäisiltä työntekijöiltä koko organisaation käyttöön. Menetelmän yhtenä perusajatuksena on siis tiedon jakaminen ja luominen. Prosessisimulaatio kestää Smedsin mukaan tyypillisesti kolme kuukautta. Prosessisimulaatio alkaa tavoitteiden asettamisesta ja etenee liiketoimintaprosessin mallintamisen, casen valinnan ja varsinaisen liiketoiminta-prosessin simuloinnin kautta tulosten kirjaamiseen ja palautteen antamiseen. Smedsin mukaan lopputuloksena organisaation liiketoimintaprosessi tehostuu ja organisaatio saa kokonaisvaltaisen näkemyksen liiketoimintaprosessistaan.

Kolmannessa esityksessä Marja-Liisa Siikonen (Kone) käsitteli hissiliikenteen simulointia ja ohjausta. Siikosen mukaan liikennesimulaattorilla pyritään simuloimaan liikennevirtojen kulkua samanaikaisesti rakennuksen hissi-, rullaporras- ja porrasryhmissä. Malli kattaa simuloitavien liikennevirtojen koko matka-ajan odotusaikoihin, kuljetusaikoihin ja eri siirtimien välisiin siirtymäaikoihin. Liikennevirtojen mallinnuksessa on Siikosen mukaan huomioitava sekä fyysiset tekijät, kuten ihmisten kävelynopeus, tilantarve sekä siirtymäajat, että käyttäytymiseen liittyvät tekijät. Esimerkiksi pitkien jonojen välttäminen, hissien preferointi pitkillä matkaväleillä sekä portaiden käyttö todennäköisemmin laskeutumiseen kuin nousemiseen ovat ihmisille tyypillisiä käyttäytymismalleja. Simuloinnin tuloksena saadaan keskimääräinen matkustusaika liikenneintensiteetin funktiona. Siikonen käsitteli esityksessään myös hissiliikenteen ohjausarkkitehtuuria. Periaatteena on selvittää ensin tilastojen perusteella ajankohtaan liittyvä liikenneintensiteetti sekä liikennevirran

tyyppi ja optimoida sen jälkeen hissien reitit geneettistä algoritmia hyödyntäen.

Lounaan jälkeen Peter Råback (CSC) perehdytti kuulijat monifysikaalisten ongelmien simulointiin Elmer-ohjelmistolla. Råbackin mukaan laskentakapasiteetin jatkuva lisääntyminen mahdollistaa sellaisten systeemien mallintamisen ja simuloinnin, joiden toimintaan liittyy useita eri tyyppisiä fysikaalisia ilmiöitä. Monifysikaalinen mallinnus on oleellista useiden teollisten prosessien kuvaamista ajatellen. Råback esitteli kuulijoille muun muassa esimerkin, missä Elmer-ohjelmiston avulla toteutettua monifysikaalista simulointia oli hyödynnetty piikristallin laadun ja tuotantokustannusten optimoinnissa. Kyseisessä esimerkissä mallinnus käsitti lämpötilan jakautumisen, nestemäisen piin virtaukset, argon-kaasun virtaukset, hapen siirtymisen argonissa ja piissä sekä piisulan virtauksen ulkoisen magneettikentän avulla. Råbackin mukaan monifysikaalisen simuloinnin keskeiset hyödyt teollisuutta ajatellen ovat tarkasteltavaan prosessiin liittyvän tietouden lisääntyminen, uusien suunnitelmien nopeampi ja helpompi testaaminen sekä prosessin kustannusten ja laadun optimointi.

Viidennessä esityksessä Tuomas Raivio (Gaia Group) tarkasteli EU:n liikennekehityksen arviointiin kehitettyä simulointimallia. Raivion mukaan kestävä kehitys voidaan jakaa kolmeen tekijään: sosiaaliseen, taloudelliseen ja ympäristölliseen. Kestävän kehityksen mukaisen liikenteen tulisi olla riittävän edullista käyttää, toimia tehokkaasti ja tarjota riittävästi erilaisia kuljetusmuotoja. Kehitetty simulointimalli käsittää niin maa-, rauta-, sisävesi- kuin lentoteitse tapahtuvan matkustaja- ja rahtiliikenteen. Malli on kehitetty EU:n päätöksentekijöille, jotka voivat tarkastella sen avulla esimerkiksi bensan hinnan vaikutusta liikennemääriin. Simulointimalli on Raivion mukaan matemaattisessa mielessä melko suoraviivainen. Suurimmat haasteet liittyvätkin kestävä liikennekehityksen määrittelyyn, matemaattiseen mallintamiseen sekä datan määrään, yhdistelyyn ja löytämiseen.

Seminaarin viimeisessä esityksessä Ville Mattila (TKK/SAL) johdatti kuulijat

simuloinnin hyödyntämiseen lentokoneiden käytettävyyden hallinnassa. Mattilan mukaan kehitetty simulointimalli kuvaa kolmea lennostoa sekä korjaamojen ja materiaalihuollon organisaatiota. Malli ennustaa koneiden käytettävyyttä erilaisissa toimintaolosuhteissa erilaisten toimintastrategioiden vallitessa. Mattilan mukaan tarve mallille on ilmeinen, koska lentokoneiden hankintakustannus on korkea huoltotoiminnan osuus lentokoneen käyttöiässä ylittää jopa varsinaisen käyttöajan. Simulointimalli on ohjelmoitu graafisella Arena-simulointityökalulla ja loppukäyttäjä näkee mallin itsenäisenä ohjelmistona. Mallin tuloksena saadaan selvitettyä esimerkiksi tietyinä ajankohtana käytettävissä olevien lentokoneiden lukumäärä, montako lentotehtävää voidaan suorittaa päivässä sekä tarvittavat lisäresurssit kun päivittäisten lentotehtävien enimmäismäärä halutaan kasvattaa tietylle tasolle.

VUODEN 2004 OR-HENKILÖ: HANNU KAHRA

Tomi Seppälä

Helsingin kauppakorkeakoulu

Vuoden 2004 OR-henkilöksi on syysseminaarin yhteydessä nimetty FT Hannu Kahra pitkäaikaisesta työstä mallien kehittäjänä ja soveltajana. Hän on toiminut yli 20 vuotta kvantitatiivisten menetelmien kehittämis- ja soveltamistehtävissä korkeakouluissa ja niiden ulkopuolella.



Hän on erityisesti pyrkinyt viime vuosina soveltamaan optimointia ja simulointia rahoituksen malleihin ja riskienhallintaan Kaupthing Sofissa Helsingissä ja Luxemburgissa, ja viimeisten kuukausien ajan maailman vanhimmassa pankissa, Monte Paschi Asset Management SGR, Milanossa. Sinne hän on myös palkannut Suomesta kaksi nuorta tutkijaa, Janne Gustafssonin TKK:lta ja Lauri Pietarisen HKKK:lta, ja siten edistänyt myös nuorten tutkijoiden kansainvälistä osaamista ja yhteistyötä. Hannu Kahra on myös pitänyt viime vuonna esitelmän FORS-iltapäiväseminaarissa.

ITÄVALLASSA OVAT ASIAT TOISIN (=PAREMMIN)

Pekka Neittaanmäki

Professori, Tietotekniikan laitos, Jyväskylän yliopisto

pn@it.jyu.fi

Olen paneutunut viimeisen puolen vuoden aikana Itävallan tutkimusohjelmiin ja erityisesti matemaattisten tieteiden tilaan ja tulevaisuuden strategioihin yhtenä yhdeksänhenkisen kansainvälisen arviointiryhmän jäsenenä. Ryhmän muut jäsenet ovat Saksasta (4), Hollannista (1), Sveitsistä (2) ja Ranskasta (1). Ryhmän puheenjohtajana toimii Saksan tiedepolitiikan ytimessä lähes kymmenen vuotta toiminut professori K.-H. Hoffmann Bonnista.

Saksalaiseen tapaan arviointi on perusteellinen ja suoraviivainen. Materiaali on huolella laadittu, ja kävimme perusteelliset keskustelut vieraillessamme kaikissa laitoksissa. Raporttimme sisältää arvion jokaisesta tutkimusryhmästä sekä laitoksien toiminnasta ja tulevaisuuden strategiasta. Raportti luovutetaan Itävallan matemaattiselle yhdistykselle, joka on tilannut selvityksen. Yhdistyksellä on ilmeisen läheiset ja toimivat yhteydet sekä Tiedeakatemiaan että ministeriöön, joten pragmaattiseen saksalaistyyliin myös käytännössä alkaa tapahtua. Näinhän ei Suomessa ole tapana. Arvioita tehdään meillä maailmanennätystahtiin, mutta "suurista linjoista" sovitaan OPM:n ja yliopistojen tulosneuvotteluissa. Suomesta puuttuu kansallinen tiedepoliittinen strategia. TEKES on laatinut strategiansa, Akatemia päivittää omaansa, samoin SITRA ja Valtion tiede- ja teknologianeuvosto. Näillä tahoilla asiasta puhutaan liian yleisellä tasolla, jolloin sisältö jää liturgiseksi.

Suomessa matematiikalla on näyttävä menneisyys. Nevanlinnat ja Väisälät etunenässä ovat muokanneet suomalaista matemaattisten tieteiden kehitystä. Miltä tulevaisuus näyttää? Mielestäni Suomessa matematiikan asema on suhteellisen huono. Matematiikassa ei ole tutkimusstrategista ohjelmaa ja Suomen

matemaattisen yhdistyksen vaikutusvalta on vähäinen verrattuna esimerkiksi Itävaltaan ja Saksaan. Esimerkiksi Suomen Akatemiassa matematiikan rahoitusosuus on laskenut jatkuvasti (matematiikan eri osa-alueilla ei ole edes tieteenalaindeksiä toisin kuin esimerkiksi biologiassa). Tiedotusvälineissä matematiikalla ei ole enää loistopäiviensä hohtoa. Suurin osa jutuista on vanhan loiston muistelua. En jatka purnausta pitempään vaan palaan takaisin Itävaltaan.

Itävallassa matematiikka on kärkitieteiden joukossa. Tämä näkyy muun muassa EU:n tuoreessa raportissa ”Towards a Knowledge-based Economy”. Panostus matematiikkaan on ollut aivan eri luokkaa kuin Suomessa. Esimerkkinä mainittakoon neljä erikoistutkimuslaitosta (Sonderforschungsbereich), jotka sijaitsevat Wienissä (2), Grazissa ja Linzissä. Niitä rahoitetaan viisivuotisiajaksoissa aina 15 vuoteen asti. Näistä yksiköistä jokainen on suuntautunut sovellettuun matematiikkaan (talousmatematiikka, teollisuusmatematiikka, optimointi ja säätöteoria, laskennallisesti kompleksit systeemit). Lisäksi Itävaltaan on perustettu useita START-ohjelmia, joissa lahjakkaille alle 35-vuotiaille matemaatikoille on myönnetty kilpailun kautta viisivuotinen rahoitus, yhteensä miljoona euroa (5 x 200.000).

Mainittakoon lisäksi, että itävaltalaiset matemaatikot ovat yhdessä sikkäläisen opetusministeriön kanssa olleet aktiivisesti kehittämässä tuloksellisuusmittareita, joiden mukaan tulevaisuudessa tullaan rahoitus jakamaan suoraan laitoksille ja ne näkevät suoraan tuloksen ja rahoituksen väliset suhteet. Näin rahan jaon kanssa näprääminen sijaan tiedekunnat keskittyvät opetuksen ja tutkimuksen strategiseen kehittämiseen ja laatuksymyksiin, koska rahat ohjataan suoraan yliopistotasolta tulosta tekeville yksiköille.

Laitosten koulutus- ja tutkimusprofiili poikkeaa Suomen vastaavasta. Klassisen matemaattisen analyysin osuus on vähäinen ja painopiste on modernissa analyysissä ja diskreeteissä rakenteissa ja skolastiikassa. Esimerkiksi talousmatematiikkaa opetetaan ja tutkitaan lähes jokaisessa laitoksessa. Alan työmarkkinat (pankit, vakuutuslaitokset, sijoittajainstituutiot) ovat loistavat ja

Euroopan laajuiset.

Miten Itävallasta voisi ottaa oppia? Tiedeyhteisöjen tulisi olla vahvempia ja aktiivisempia viemään uudistuksia eteenpäin. Lukiessaan kirjoja Rolf Nevanlinnan ja Väisälän veljesten elämästä huomaa, etteivät asiat ole tulleet itsestään. Onko meidän sukupolvi pehmeämpi kuin aikaisemmat? Kuinka moni meistä on käynyt eri ministeriöissä tai eduskunnassa puhumassa matematiikan puolesta. Matemaattisen yhdistyksen ja operaatiotutkimusseuran pitäisi tehdä tutkimusstrateginen ohjelma, elleivät ne ole sitä vielä tehneet. Matematiikan merkitys yhteiskunnassa on nousussa ja meidän täytyy tuoda se selkeästi esille. Näin ovat tehneet kollegamme Itävallassa ja ovat onnistuneet nostamaan matematiikan kärkitieteiden joukkoon. Meidän täytyy pitää yhteyttä myös matematiikkaa soveltaviin tieteisiin. Jyväskylässä 14.—16. huhtikuuta 2005 järjestettävä laskennallisten tieteiden seminaari on esimerkki tällaisesta yhteydenpidosta.

TEOLLISUUSMATEMATIIKKA ETELÄ-AFRIKASSA

Kaisa Miettinen

Professori, Helsingin kauppakorkeakoulu

kaisa.miettinen@hkkk.fi

Minut kutsuttiin tammikuussa 2005 Johannesburgiin optimoinnin asiantuntijaksi ratkomaan etelä-afrikkalaisen teollisuuden ongelmia "Mathematics in Industry Study Group" -viikolla. Study group -tilaisuuksien idea lähti Oxfordin yliopistosta Englannista useita vuosikymmeniä sitten ja nykyisin niitä pidetään lukuisissa paikoissa ympäri maailmaa. Johannesburgissa ja myöskin Etelä-Afrikassa tämä oli toinen kerta. Järjestelyistä vastasi University of the Witwatersrand, tuttavallisemmin Wits University.

Viikko vierähti intensiivisesti ja nopeasti. Maanantaina yritysten edustajat esittelivät ongelmiaan ja pari seuraavaa päivää osallistujat pureutuivat niihin pienryhmissä. Keskiviikkona iltapäivällä kunkin ongelman osalta annettiin tilannekatsaus edistymisestä ja työtä jatkettiin torstaina. Perjantai kului sitten loppuyhteenvedojen esittelyssä. Mahdollisuuksien mukaan yritysten edustajat olivat viikon mittaan silloin tällöin paikalla tai tavoitettavissa täsmennyksiä varten mutta pyrkivät ainakin perjantaina tulemaan kuulolle. Kävi toteen, mitä yksi kokeneista osallistujista maanantaina lausahti: vaikei ongelmaa kyettäisi viikon aikana ratkomaan, se on kuitenkin perjantaina aivan erinäköinen kuin aloitettaessa.

Mukaan oli kutsuttu study group -veteraaneja Englannista ja Australiasta. Näiden matemaatikkojen vahvuusalue oli matemaattinen mallinnus. Olipa mukana yli viiteenkymmeneen study groupiin osallistunut konkarikin! Oli ihailtavaa seurata miten suurella kokemuksella ja innostuksella he ongelmiin suhtautuivat. Mukana olleita paikallisia opiskelijoita jaksoi ihmetyttää se, miten professoritkin voivat tehdä taululla virheitä ja miten he kinastelevat keskenään parasta lähestymistapaa ja rajausta hakiessaan.

Ratkottavia ongelmia oli kuulemma enemmän kuin yleensä (nyt 15 kpl) ja tästä johtuen kutakin ongelmaa kohti jäi varsin vähän aikaa ja resursseja. Kullekin ongelmalle nimettiin vastuuhenkilö, mutta muut saattoivat vaihtaa päivien mittaan ongelmasta toiseen kiinnostuksensa mukaan ja olla siten viikon aikana ratkomassa useita ongelmia. Varsin suuressa roolissa olivat ulkomaiset asiantuntijat paikallisten seurattessa monesti vähän sivummalla ja opetellessa toimintatapoja.

Ongelmat saattoi jakaa kahteen luokkaan: mallinnus- ja optimointitehtäviin. Useita ongelmia tuli Etelä-Afrikan kaivosteollisuudesta aiheina muun muassa tunneleiden paineaaltojen ohjaaminen ja kalkin erottaminen kalkkikivestä. Minä osallistuin lähinnä kahden optimointitehtävän käsittelyyn, jotka molemmat olivat erittäin kompleksisia, mutta teollisuuden edustajat halusivat tarkastella jonkin verran rajattuja osia kokonaisuuksista. Niissäkin tosin riitti pohtimista. Toinen

ongelma liittyi virvoitusjuomien optimaaliseen jakeluun, kun juomia on lukuisia lajeja ja pakkauskoja, ne sijaitsevat varastossa eri paikoissa ja rekan reititys, lastaaminen ja purkaminen tilausten toimittamiseksi tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti. Kokonaisuuteen liittyvät muun muassa virvoitusjuomien poimiminen varastosta, tuominen lastausalueelle, rekkojen optimaalinen lastaaminen, juomien toimittaminen asiakkaille, rekkojen purkaminen ja panttien tuominen takaisin. Toinen ongelma liittyi lentohenkilöstön aikataulutukseen siten, että kullekin reitille allokoidaan tasan yksi miehistö ja sama miehistö voi lentää useamman lennon ennen paluuta lähtöpisteeseen. Osoittautui, että erilaisten kululajien käsitteleminen summana aiheutti vääristymän yrityksen käyttämälle optimoijalle ja tehtävän lähestyminen monitavoitteisena antoi toivottua uutta näkökulmaa.

Monet study groupeissa vuosien mittaan käsitellyt reaalielämän ongelmat ovat antaneet tutkijoille mielenkiintoisia tutkimusideoita, joten kyse ei ole vain teollisuusosapuolten tarpeisiin vastaamisesta vaan molemmat hyötyvät. Monen ongelman käsittely jatkuu intensiivisen viikon jälkeenkin. Ongelmista kirjoitetaan tiivistelmät ja myöhemmin julkaistaan proceedings-kirja laajennetuista tiivistelmistä tai jopa artikkeleista. Study group sai paljon julkisuutta Johannesburgissa. Tilaisuudesta ilmestyi sanomalehtiartikkeli, useita radiohaastatteluja ja TV-esiintymisiä. Voidaan siis sanoa, että järjestäjät tekivät mainiota työtä onnistuneiden järjestelyjen lisäksi myös tiedottamisen saralla.

Teollisuusmatematiikan study group -viikkoja järjestetään paljon lähempänäkin, joten Johannesburgiin asti ei ole pakko mennä kokemusta hankkimaan. Suosittelen joka tapauksessa osallistumista kaikille, joille mahdollisuus moiseen tarjoutuu. Luvassa on intensiivisen työryhymän lisäksi mielenkiintoisia kontakteja ja mikä tärkeintä, todella mielenkiintoisia ongelmia pohdittaviksi.

**DAGSTUHL-SEMINAARI TUOMASSA YHTEEN
MONITAVOITEOPTIMOINNIN KOULUKUNTIA****Kaisa Miettinen***Professori, Helsingin kauppakorkeakoulu**kaisa.miettinen@hkkk.fi*

Monitavoiteoptimoinnin menetelmiä on kehitetty monen vuosikymmenen ajan käsittelemään useita ristiriitaisia tavoitteita samanaikaisesti. On kehitetty matemaattista teoriaa ja tehty ohjelmistojakin (enemmän lineaarisille mutta myös epälineaarisille tehtäville). Lähtökohtana monille näistä ns. klassisista menetelmistä ovat Kuhnin ja Tuckerin optimaalisuustehtävät vuodelta 1955, vaikkeivat toki läheskään kaikki niihin nojautukaan. Monet menetelmät generoivat kerrallaan yhden tai suhteellisen pienen vaihtoehtoisten kompromissien joukon päätöksentekijän tarkasteltavaksi ja yleensä päätöksentekijän rooli korostuu valittaessa matemaattisessa mielessä yhtä hyvien kompromissien joukosta päätöksentekijän preferenssi-informaation mielessä paras.

Paljon uudempi ala ovat monitavoiteoptimoinnin populaatiopohjaiset evoluutioalgoritmit, jotka ovat viime vuosina saavuttaneet suosiota erityisesti insinööritieteiden sovellusten parissa. Niissä käsitellään samanaikaisesti suurehkoa ratkaisujoukkoa, populaatiota ja ohjataan se approksimoimaan kompromissien joukkoa. Monet näistä menetelmistä on kehitetty sovellusten innoittamana tietämättä sitä, että teoriaa ja käsitteistöä on tutkittu toisaalla jo kauan.

Toistaiseksi klassiset ja evoluutiopohjaiset menetelmät ovat kehittyneet pitkälti tosistaan tietämättä ja alan julkaisut ovat pitkään viitanneet vain oman koulukunnan lähteisiin. Molemmilla lähestymistavoilla on kuitenkin vahvuutensa

ja heikkoutensa ja on tullut aika tuoda eri alojen tutkijat yhteen. Tästä syystä järjestettiin viime marraskuussa Saksassa Dagstuhl-seminaari, johon osallistui kutsuttuina 39 henkilöä 15 maasta.

Dagstuhl on linna syrjäisessä Saksan kolkassa, jossa järjestetään viikon mittaisia intensiivisiä seminaareja erityisesti tietotekniikan alalta. Evoluutioalgoritmien puolelta Kalyanmoy Deb Intiasta ja Jurgen Branke Saksasta sekä klassisten menetelmien puolelta Ralph Steuer USA:sta ja minä laadimme Dagstuhl-komitealle ehdotuksen yhteisseminaarin pitämisestä ja saimme komitean vakuuttuneeksi aiheen tärkeydestä. Komitealle satelee runsaasti seminaariehdotuksia, joten hyväksyminen ei ollut itsestäänselvyys. Dagstuhl tarjoaa nimittäin todella hienot puitteet. Erittäin nimellistä korvausta vastaan saa täysihoidon, hyvin varustellun kirjaston palvelut, monella tapaa intensiivistä yhteistyötä tukevan ilmapiirin ja fasiliteetit ja mm. paljon keskusteluille soveltuvia tornikamareita jne.

Dagstuhl-seminaarin ohjelmassa oli 2 tutoriaalia, 27 esitelmää, ryhmäkeskusteluja 3 eri yhdessä valitusta aiheesta ja ohjelmistoesittelyjä. Osallistujat pitivät seminaaria todella onnistuneena, antoisana ja mielenkiintoisena. Kahden toisistaan näin pitkään varsin erillään olleen alan lähentymistä pidettiin merkittävänä edistysaskeleena ja tietoa vaihdettiin ahkerasti. Erityisen mielenkiinnon kohteeksi nousi klassisten ja evoluutiopohjaisten lähestymistapojen hybridisointi. Monta muutakin aihetta nousi esiin ja uusi Dagstuhl-seminaari onkin jo suunnitteilla. Lisätietoja seminaarista, sen osallistujista ja ohjelmasta löytyy osoitteesta <http://www.dagstuhl.de/04461/>.

ISDG 2004

11th International Symposium on Dynamic Games and Applications
18.-21. joulukuuta 2004, Tucson, Arizona, USA
<http://www.ame.arizona.edu/isdg/>

Janne Karelahti

Teknillinen korkeakoulu, Systeemianalyysin laboratorio

janne.karelahti@tkk.fi

Helsingissä vuonna 1990 perustettu Kansainvälinen dynaamisen peliteorian seura (ISDG) järjestää joka toinen vuosi konferenssin, jonka tavoitteena on saattaa peliteorian kentällä toimivat tutkijat yhteen ja esitellä eri tieteenaloihin liittyviä peliteoreettisia malleja ja sovelluksia. Viime joulukuun konferenssiin matkanneeseen seurueeseen kuului itseni lisäksi Teknillisen korkeakoulun Systeemianalyysin laboratoriosta professorit Raimo Hämäläinen ja Harri Ehtamo sekä tutkija Kai Virtanen.

Konferenssin käytännön järjestelyistä vastasi Arizonan yliopisto. Konferenssi pidettiin Tucsonin pohjoispuolella sijaitsevassa Loews Ventana Canyon Resort hotellissa. Hotelli oli korkeatasoinen ja varsin etäällä kaupungin keskustasta, mikä takasi tapahtumalle hyvät puitteet. Järjestelyt oli hoidettu yleisesti ottaen hyvin ja tapahtuma eteni pääsääntöisesti aikataulussaan. Arizonan joulukuinen ilmasto tuntui myös varsin leppoisaalta joulukuun röntäkeleihin tottuneelle Etelä-Suomen asukkaalle, joten valittamisen aihetta ei todellakaan ollut.

Konferenssin ohjelma oli kohtalaisen tiivis. Lauantain vastaanottotilaisuuden jälkeen alkaneet esitykset oli jaettu kolmelle päivälle. Esityksiä, joiden aihepiirit liittyivät muun muassa taloustieteeseen, laskentaan, biologiaan ja takaa-ajopeleihin, oli yhteensä seitsemisenkymmentä, ja ne pidettiin viidessä eri rinnakkaisessiossa. Oma esitykseni liittyi ilmataistelun mallintamiseen ja sitä kautta takaa-ajopelien tematiikkaan, joten seurasin pääsääntöisesti kyseisen

aihepiirin esityksiä. Esitellyt pelimallit tuntuivat soveltuvan enimmäkseen teoreettisiin tarkasteluihin, ja jäinkin kaipaamaan käytännönläheisempiä mallinnusesimerkkejä. Oli kuitenkin kannustavaa saada palautetta alan keskeisiltä tutkijoilta ja seurata heidän esityksiään paikan päällä.

Konferenssin ohjelmaan kuului myös virkistäytymisretki läheiseen Kartchner Caverns-tippukiviluolaan. Luola löydettiin alunperin vuonna 1974, mutta avattiin yleisölle vasta vuonna 1999. Täytyy myöntää, että luolan monimuotoiset ja värikkäät tippukivimuodostelmat, erityisesti massiivinen 58 jalkaa korkea tippukivipylväs Kublai Khan piirtyivät lähtemättömästi mieleeni. Suosittelen lämpimästi tutustumista nimenomaiseen luolaan, jos satutte vierailemaan Arizonan eteläosissa!

OPINNÄYTTEET

Diplomityö: Fissiotuotteiden höyrystymismallin kelpoistaminen

Ville Karttunen

Työn valvoja: Prof. Raimo P. Hämäläinen (TKK)

Työn ohjaaja: DI Tomi Routamo

Ville Karttunen Teknillisestä korkeakoulusta Otaniemestä on tehnyt diplomityön, joka käsittelee ydinvoimalaitoksen putkistossa onnettomuustilanteessa tapahtuvaa fissiotuotteiden uudelleenhöyrystymisen mallintamista tietokonesimulaation avulla. Työssä selvitetään ensin luotettavan ja systemaattisen tietokonesimulaatioiden kelpoistamisprosessin edellytyksiä ja sen keskeisiä piirteitä. Tämän pohjalta on luotu kelpoistamisprosessi, jota on lopuksi sovellettu fissiotuotteiden uudelleen höyrystymismalliin. Diplomityö on tehty osana Fortum Nuclear Services Oy:n ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) yhteisprojektia.

Suomessa ydinvoima-alalla on jo ensimmäisen voimalaitoksen rakentamisesta

lähtien korostettu korkea turvallisuuskulttuuria. Ydinvoimaloihin on jo suunnitteluvaiheessa päätetty tehdä passiiviset suojalaitteet, jotka toimivat onnettomuuden sattuessa automaattisesti ilman, että henkilöstön tarvitsee puuttua niiden toimintaan mitenkään. 1990-luvulta lähtien on kuitenkin ryhdytty kehittämään uusia aktiivisia suojaustoimia, joiden avulla onnettomuuden seurauksia voitaisiin vähentää vielä lisää. Tällaiset suojausmekanismit vaativat voimalaitoksen henkilökunnalta oikea-aikaista ja oikean suuntaista toimintaa. Onnettomuustilanteita ei voida kuitenkaan harjoitella muuten kuin simuloimalla tietokoneen avulla onnettomuutta ja sen etenemistä. Fortum ja VTT ovat kehittäneet APROS SA -simulaattoriohjelmiston, jonka avulla voidaan voimalaitoksen henkilökuntaa kouluttaa toimimaan oikein sekä normaalikäytössä että eri asteisten onnettomuuksien tapahtuessa.

Vakavien reaktorionnettomuuksien mallintaminen ja näiden mallien kelpoistaminen on monessa mielessä haastavaa. Niihin liittyvät ilmiöt ovat monimutkaisia ja usein keskenään vuorovaikutteisia. Toisaalta tarjolla ei ole lainkaan tietoa todellisista tilanteista, vaan kaikki tutkimustulokset perustuvat yksinkertaistettuihin kokeisiin. Usein ei voidakaan olla varmoja mallin yleisestä pätevyydestä, vaan joudutaan tyytymään siihen, että se pätee ainoastaan niissä olosuhteissa, joissa se on testattu. Mallin kelpoistamisessa tämä kaikki täytyy ottaa huomioon.

Diplomityössä toimivaa kelpoistamisprosessia on lähdetty rakentamaan aivan perusteista, tieteenfilosofiselta tasolta. Perustalle on valittu relativistinen näkemys, joka ei pyri löytämään ehdotonta totuutta vaan selvittämään, onko malli riittävän pätevä aiottuun käyttötarkoitukseen nähden.

Diplomityössä kehitetty kelpoistamismalli perustuu yleiseen tieteelliseen tietoon, mutta siihen on haettu uusia näkökulmia ydinteknisen alan ulkopuolelta, muun muassa systeemi- ja operaatiotutkimuksesta sekä tietotekniikasta. Uusi kelpoistamisprosessi on muotoutunut eri tieteenalojen näkemysten synteessä, mutta siinä on pyritty myös vastaamaan ydinteknisen alan erityishaasteisiin, joita ovat esimerkiksi mallin hyvyyden kvantitatiivisen arvioinnin vaikeus ja tietokonesimulaatioiden hyödyntäminen uusien kokeiden suunnittelussa.

Diplomityössä esitetty uusi kelpoistamismalli korostaa hyvän suunnittelun merkitystä. Tärkeää on kiinnittää huomiota mallin rakentamisen ja sen testaamisen riippumattomuuteen sekä erityisesti varmistaa, että malli ja sen kelpoistaminen on dokumentoitu kattavasti ja riittävän yksityiskohtaisesti. Kelpoistaminen on toistuva prosessi, joka olisi hyvä tehdä aina jokaisen mallin rakentamisen vaiheen jälkeen alkaen tietokoneohjelman suunnittelun kelpoistamisesta ja päätyen valmiin ohjelman ja sen päivitysten kelpoistamiseen.

Työssä myös esitellään uusia osa-alueita, joita ydinteknisellä alalla ei perinteisesti ole juuri huomioitu tai ainakaan erikseen pohdittu. Tällaisia ovat mallin operationaalinen ja dynaaminen validius. Operationaalinen validius viittaa mallin sisältämien virheiden merkitykseen ja vaikutuksiin todellisessa käytössä. Dynaaminen validius koskee mallin päivittämistä ja sen sopeutuvuutta reaali maailmassa tapahtuviin muutoksiin.

Lopuksi uutta kelpoistamismallia on sovellettu APROS SA -simulaatioon liitetyn fissiotuotteiden höyrystymismallin kelpoistamiseen. Varsinainen tietokonemalli ja sen kelpoistamiskokeet ja niiden tulokset on esitelty laajasti. Viimein on arvioitu höyrystymismallin toimivuutta sekä nostettu esiin uusia ideoita, kuinka simulaatiota voitaisiin jatkossa kehittää entistä tarkemmaksi.

Diplomityö: Ydinvoimalaitoksen korjausaikojen riskitasapainottaminen

Toivo Kivirinta

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo (TKK)

Työn ohjaaja: TkL Kalle Jänkälä

Ydinvoimalaitoksen käyttö on tarkkaan valvottua. Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) määrittävät laitoksen turvallisen käytön rajat ja toimenpiteet poikkeustilanteissa. Yksi osa TTKE:ssä määriteltyjä käyttörajoituksia ovat sallitut korjausajat. Ne jakautuvat neljään luokkaan alkaen välittömästä alasajosta ja pisimmän ollessa kolme viikkoa. Sallittu korjausaika määrää sen ajan, jonka laite

voi olla vialla laitoksen käyttötilaa muuttamatta. Mikäli laitetta ei saada korjattua sallitun korjausajan puitteissa, laitos on useimmiten ajettava johonkin seisokitilaan. Loviisan voimalaitoksen nykyinen TTKE on tehty deterministisin perustein käyttäen fysikaalisia malleja ja asiantuntija-arvioita. Säteilyturvakeskus vaatii TTKE:n tasapainoisuuden tarkistamista todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (engl. probabilistic safety assessment, PSA) avulla. Toivo Kivirinnan diplomityö ”Ydinvoimalaitoksen sallittujen korjausaikojen riskitietoinen tasapainottaminen” on ensimmäinen osa Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen tarkistamiseen tähtäävässä tehtävässä.

PSA on yleisin monimutkaisten järjestelmien riskianalyysin menetelmä. Ydinvoiman käytön aloittamisen aikoihin verrattuna riskianalyysin käyttö on yleistynyt ja riski-informaation laatu on kehittynyt. Se on saanut useat ydinvoiman käyttöä valvovat viranomaiset vaatimaan PSA:n käyttämistä perinteisten (determinististen) turvallisuusanalyysin menetelmien rinnalla. Yhdistämällä todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin tulokset determinististen menetelmien tulosten kanssa, saadaan aikaiseksi riskitietoista päätöksentekoa. Riskitietoisuutta on lisätty kansainvälisesti viime vuosina laitosten lisensoinnissa, laitosmuutosten suunnittelussa ja laitoksen huoltojen ja määräraikaiskoestusten suunnittelussa.

Diplomityössä esitetään menetelmä, jolla riskitietoinen sallittujen korjausaikojen tasapainottaminen voidaan tehdä. Lisäksi työssä esitetään esimerkkinä Loviisan voimalaitoksen hätäjähdytysvesijärjestelmän sallittujen korjausaikojen riskitietoinen tasapainottaminen. Sallittujen korjausaikojen tasapainottaminen perustuu kahden riskin rajoittamiseen: keskimääräinen laitoksen käytöstä aiheutuva riski halutaan pitää riittävän pienenä ja toisaalta hetkellisenkään riskin ei haluta kasvavan liian suureksi edes lyhyeksi ajaksi.

PSA:n avulla vikatapahtumille voidaan määrittää tärkeysmitat, jotka kertovat vikatapahtumien riskimerkityksestä. Nykyisen TTKE:n mukaisilla sallituilla korjausajoilla tärkeysmittojen arvot menevät päällekkäin eri sallittujen korjausaikaluokkien välillä. Se osoittaa, ettei nykyinen TTKE ole täysin

riskitasapainoinen. Toisaalta havaittiin, että tutkituista 66 määritellystä viasta kolmen riskimerkityksellisimmän vian sallitun korjausajan lyhentäminen ja 45 vian sallitun korjausajan pidentäminen laskisi korjaustilanteiden riskitason lähes puoleen.

Esiteltyyn menetelmään liittyy vielä epävarmuuksia, sillä alasajosta aiheutuvaa riskiä ei ole huomioitu eikä tiedetä tarkkaan miten sallittu korjausaika vaikuttaa todellisiin korjausaikoihin. Näinkin menetelmä osoittaa, että tunnistamalla riskimerkityksellisimmät vikatapaukset ja niiden sallittuja korjausaikoja lyhentämällä saadaan laitoksen riskitasoa selvästi laskettua. Pelkkien numerojen perusteella ei kuitenkaan voida muutoksia tehdä, vaan kaikkien muutosten on lisäksi perustuttava vankkaan insinööriosaamiseen.

Diplomityö: Riskitiedon käyttäminen ydinvoimalaitoksissa

Ilkka Männistö

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo (TKK)

Työn ohjaaja: TkT Jan-Erik Holmberg

VTT:n Tuotteet ja tuotanto -alueen tutkimusarjoittelija Ilkka Männistö on tehnyt diplomityönään tutkimuksen riskitiedon käyttämisestä ydinvoimalaitoksen järjestelmien ja laitteiden luokittelussa. Työ suoritettiin ydinenergian turvallisuuden parantamiseen pyrkivän SAFIR-projektin osatehtävänä nimellä 'Risk-informed Classification of Systems, Structures and Components in Nuclear Power Plants'. Suomennetuna nimi voisi olla 'Ydinvoimalaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja komponenttien riskitietoinen luokittelu'. Työ suoritettiin VTT:n Otaniemen yksikössä.

Säteilyturvakeskus vaatii ydinvoimaloiden järjestelmien ja komponenttien turvallisuusluokittelua. Turvallisuusluokittelun pitää perustua luokiteltavan järjestelmän tai komponentin turvallisuustärkeuteen, jolloin tärkeämmät komponentit ovat korkeammassa luokassa. Luokkiin liittyy erilaisia vaatimuksia ja toimenpiteitä, joilla pyritään varmistamaan laitteen toiminta ja jotka myös

vaativat enemmän resursseja. Luokittelu perustuu deterministisiin turvallisuusanalyysiin, joiden tukena voidaan käyttää riskianalyysijä. Männistön diplomityö tutkii riskitiedon käyttämistä tähän tarkoitukseen.

Ydinvoimaloiden riskejä arvioidaan numeerisesti todennäköisyyspohjaisilla turvallisuusanalyysillä, joilla arvioidaan jonkin negatiivisen tapahtuman todennäköisyyttä ja laajuutta. Analyysijä on kolmen tasoisia. Esimerkiksi tason yksi analyysissä lasketaan todennäköisyyttä reaktorin vaurioitumiselle ja tasolla kaksi radioaktiivisen aineen leviämistä ympäristöön. Laskelmat suoritetaan tapahtuma- ja vikapuiden avulla, joihin on mallinnettu kaikki oleelliset komponentit sekä alkutapahtumat. Alkutapahtumat ovat poikkeamia laitoksen toiminnassa, ja vaativat turvajärjestelmien toimimista. Tuloksena saadaan laskettua vaikkapa sydänvauriotaajuus, eli kuinka usein reaktorin vaurioituminen on odotettavissa.

Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit mahdollistavat yksittäisten komponenttien tärkeyden arvioinnin numeerisesti riskitärkeysmittojen avulla. Mittoja on erilaisia, ja yleensä ne perustuvat sydänvauriotaajuuden nousuun tai laskuun, kun komponentin luotettavuutta nostetaan tai lasketaan. Esimerkiksi riskinnousukerroin on yleisesti käytetty mitta, ja se kertoo, kuinka moninkertaiseksi sydänvauriotaajuus nousee, jos komponentti oletetaan vaurioituneeksi. Männistön diplomityössä on kuitenkin kehitetty todennäköisyyspohjaisten riskitärkeysmittojen käyttöä, jotta sekä komponentteja että alkutapahtumia voidaan vertailla keskenään. Tämä voidaan tehdä siirtymällä taajuuksista todennäköisyyksiin tarkastelemalla tietyn pituista aikaikkunaa laitoksen toiminnassa, kuten esimerkiksi yhtä toimintavuotta. Valitut riskitärkeysmitat ovat vaurioitumistodennäköisyys ja ehdollinen sydänvauriotodennäköisyys, eli mitat sopivat yhteen riskin määrittämisen 'todennäköisyys kertaa seuraus' mukaan.

Diplomityössä on kehitetty kaksi luokittelumenetelmää, jotka hyödyntävät valittuja tärkeysmittoja. Ensimmäisessä menetelmässä voidaan tunnistaa komponentit, jotka olisivat sopivia kohteita riskin pienentämiselle, sekä voidaan arvioida, tulisiko komponentin luotettavuutta parantaa vaiko lisätä redundanssia,

eli asentaa varalle toinen tai useampi komponentti. Korkea vaurioitumistodennäköisyys kertoo epäluotettavasta komponentista, jonka luotettavuutta tulisi parantaa, ja korkea ehdollinen sydänvauriotaajuus on merkki siitä, että komponentilla ei välttämättä ole tarpeeksi redundanssia. Toinen luokittelumenetelmä on kehitetty Säteilyturvakeskuksen vaatiman turvallisuusluokituksen rinnalle, ja sillä voidaan arvioida turvallisuusluokituksen mielekkyyttä sekä turvallisuustoimintojen tasapainoisuutta.

Diplomityössä havaittiin, että riskitärkeysmittojen käyttäminen turvallisuusluokkien määrittämiseen ei ole yksioikoista. Turvallisuusluokat eivät suoraan vaikuta komponentin luotettavuuteen, ja järjestelmien sisäinen rakenne on paljon tärkeämmässä asemassa turvatoimintojen luotettavuuden kannalta kuin komponenttien luotettavuus. Järjestelmä, jossa on alemman turvaluokan komponentteja suurella redundanssilla, voi olla luotettavampi kuin sellainen, jossa on pienemmällä redundanssilla korkeamman turvaluokan komponentteja. Diplomityössä painotetaan, että todennäköisyyspohjaisia turvallisuusanalyysyjä on käytettävä determinististen analyysien tukena, ei korvaavana menetelmänä.

Diplomityö: Short-term procurement optimisation in deregulated energy markets

Sami Niemelä

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo (TKK)

Työn ohjaaja: DI / KTM Otso Ojanen

Sähkömarkkinan vapautuminen 1990-luvulla asetti energia-alan yhtiöt uusien haasteiden eteen. Kilpailukyvyn säilyttämiseksi sähköyhtiöiden on optimoitava toimintaansa, jotta ne pystyvät vastaamaan kiristyvän kilpailun asettamiin haasteisiin. Optimoinnissa käsitellään erittäin suuria tietomääriä, joten tietoteknisten sovellusten käyttäminen päätöksenteon apuvälineenä on välttämätöntä. Tämä tarve on tuottanut paljon tutkimusta, ja saman aihepiirin parissa myös Sami Niemelä teki diplomityönsä Process Vision Oy:lle.

Tutkimuksessaan Sami Niemelä tuli siihen lopputulokseen, ettei alan laajasta tutkimuksesta huolimatta kukaan ole esittänyt yleistä mallia, joka käsittelee hankinnan optimointia. Kaikki julkaisut käsittelevät jotakin tiettyä ongelmaa, mikä heikentää tulosten yleistämisen mahdollisuuksia. Tämän vuoksi diplomityön tavoitteeksi asetettiin yleisen mallin luonti, jota voi muokata tapauskohtaisesti siten, että se vastaa kunkin tietyn ongelman erityispiirteitä.

Energianhankinta tapahtuu joko oman tuotannon tai ulkopuolisten sopimusten kautta. Oma tuotanto voi sisältää erilaisia laitoksia aina vesivoimalaitoksesta ydinvoimalaan. Kaikkien tuotantolaitosten yhteiset piirteet on koottu tutkimuksessa tuotetussa mallissa yhteisen käsitteen alle. Tuotantoyksiköiden perusidea on se, että ne ottavat sisäänsä polttoaineita ja tuottavat sähköä ja kenties muitakin hyödykkeitä. Perinteinen suomalainen yhteistuotantolaitos voi esimerkiksi ottaa polttoaineena sisäänsä maakaasua, öljyä ja turvetta tuottaakseen sähköä sähköpörssiin ja lämpöä kaukolämpöverkkoon.

Sähköpörssi ja kaukolämpöverkko ovat esimerkkejä toisenlaisista komponenteista, joita hankinnan optimoinnissa täytyy käsitellä. Nämä komponentit rajoittavat tuotantoa, ja niiden yhteiset piirteet on vastaavasti koottu yhden käsitteen alle. Varastot ovat tutkimuksessa tuotetussa mallissa komponentteja, joista yksiköt ottavat polttoaineensa ja joihin ne myös siirtävät tuotteensa.

Malli rakentuu lopulta kolmesta osasta: tuotantoyksiköistä, varastoista ja virtauksista eri komponenttien välillä. Virtauksella tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi maakaasua siirtyy kaasuvarastosta yhteistuotantolaitokseen tai sähköä siirtyy ydinvoimalasta sähköpörssiin. Mallia voidaan kuvata verkkorakenteella, jossa verkon solmuja ovat tuotantoyksiköt sekä varastot ja verkon kaaria ovat virtaukset.

Mallin rakentamisen jälkeen täytyy vielä pohtia sen optimointia. Kustannukset liittyvät tuotannossa käytettävien polttoaineiden kulutukseen, ja tuotot liittyvät tuotetuista hyödykkeistä saatuun hintaan. Kaikki nämä luvut on mallissa esitetty virtauksina, joten niiden yhteenlaskeminen on helppoa. Loppujen lopuksi optimointiongelman voi tiivistää sanallisesti seuraavaan muotoon: ongelmana on

valita tuotantoyksiköiden mahdollisten ajotapojen joukosta se yhdistelmä, joka maksimoi virtauksista aiheutuvan voiton ja ottaa huomioon varastojen asettamat rajoitukset.

Oliopohjainen ajattelu auttaa sekä mallin ymmärtämisessä että sen tietoteknisessä toteutuksessa. Diplomityössään Sami Niemelä esittelee sekä mallin yleisen toteutuksen että sen lineaarisen sovelluksen. Pääasia on kuitenkin se, ettei malli rajoitu lineaariseen sovellukseen, vaan jatkossa perusmallin päälle voi tuottaa muitakin sovelluksia.

Tutkimuksen tuloksena syntyi verkkomalli, jota voidaan käyttää erilaisten yhtiöiden tuotantoprosessien optimointiin. Kussakin tapauksessa mallin parametrejä muokataan siten, että se kuvaa juuri kyseessä olevaa ongelmaa. Saman pohjaratkaisun käyttäminen vähentää huomattavasti käyttöönottoon vaadittavaa työtä, joten ratkaisun tuotteistaminen on järkevää.

Diplomityö: Harvinaisten tuotteiden hyöty-kustannusanalyysi

Jouni Pöyliö

Työn valvoja: Prof. Ahti Salo (TKK)

Työn ohjaaja: TkL Arimo Lankila

Rautaruukki Oyj:n Hämeenlinnan tuotantolaitoksen tutkimus- ja kehitysosasto on teettänyt tekniikan yo. Jouni Pöyliöllä diplomityön, jossa käsitellään harvinaisten tuotteiden hyötöjä ja kustannustekijöitä. Työ tehtiin tutkimuspäällikkö, TkL Arimo Lankilan ohjaamana. Teknillisen Korkeakoulun puolelta työn valvojana toimi Teknillisen fysiikan ja matematiikan osaston Systemianalyysin laboratoriossa työskentelevä professori Ahti Salo.

Työn tavoitteena oli selvittää harvinaisille tuotteille ominaisia kustannustekijöitä ja niiden vaikutusta niin tuotteiden kykyyn maksaa takaisin investointinsa kuin myös arvioida kyseisten tekijöiden merkitystä osana tuotteiden kustannuksia. Tulosten on tarkoitus mahdollistaa erilaisten hankalasti ennakoitavien kustannustekijöiden arviointi etukäteen tutkimus- ja kehitystyötä suunnattaessa.

Työn keskeisenä motiivina oli tosiasia, että tutkimusosasto joutuu työssään jatkuvasti tekemisiin pienimenekkisten tuotteiden erikoislaadun kanssa prosessiteollisuusympäristössä.

Prosessiteollisuuden tärkein tunnuspiirre on tuotantolaitteiden jatkuva käyttö, jolloin lyhytaikaiset seisokit eivät ole mahdollisia. Tuotannollisesti helpointa on tällöin ajaa pitkiä sarjoja yhtä teräslajia tai samankaltaisia teräslajeja. Hämeenlinnan tehtaan koko tuotanto ei kuitenkaan muodostu yksinomaan näistä suuren menekin tuotteista, vaan joukossa on myös suuri määrä pieniä tilauksia tai muutoin haastavia tuotteita. Usein tällöin on kyse vielä kehitystyön alla olevasta tuotteesta, jossa pyritään tuottamaan esimerkiksi uutta lujuusmuovattavuusyhdistelmää kyseiselle teräslajille.

Pienen menekin tilaukset aiheuttavat tuotannossa monenlaisia poikkeamia tavanomaisesta prosessiteollisuuden tuotannosta. Näihin kuuluvat yhdistelyrajoituksista seuraava säätönauhojen tarve, mahdollisten tuotantokampanjoiden lisäjärjestelyt, kysynnän suurempi painottuminen pieniin tilausmääriin ja mahdollinen suurempi investointitarve tutkimustyönä tai laitehankintoina. Eräät teräslajit kantavat tuotannon aiemmissa vaiheissa Raahen terästehtaalla kertyneitä ”harvinaisuuskustannuksia”.

Koska harvinaisten tuotteiden tuotevalikoima on suuri tuotantomääriin nähden, vaikeuttavat eri tuotteiden yhdistelykiellot yhtenäisen tuotantojonon muodostamista. Yhdistelyrajoitukset johtuvat kolmesta tekijästä. Ensiksi teräsnauhaa lämmittävien uunien lämpötila muuttuu hitaasti, jolloin teräsnauhan lämpökäsittely ja sinkittäville tuotteille sinkkipinnoitteen paksuus eivät saa muuttua liian jyrkästi. Toiseksi perättäisten teräsnauhojen paksuus ja leveys eivät saa muuttua kovin paljon, jotta niiden välinen hitsisauma kestäisi. Kolmanneksi osa tuotteista täytyy prosessoida leveydeltään kapenevassa järjestyksessä. Yhdistelyrajoitteiden runsauden ja tiukkuuden vuoksi usein joudutaan käyttämään ns. säätönauhoja (lämpöpärikeloja) tai tuottamaan tilattua suurempia määriä, jotta määräysten mukainen tuotantojono voidaan saada aikaan.

Harvinaisuuden tuomia vaikeasti ennakoitavia kustannuseriä lähdettiin arvioimaan matemaattisen mallinnuksen avulla. Pienen tilauskoon vaikutusta arvioitiin

tehtaan kaiken tuotannon pohjalta, jolloin havaittiin, että prosentuaalinen tuotos vaihtelee hyvin voimakkaasti pienillä tilausmäärillä. Alhaisen tuotoksen kustannusten arvioimiseksi laadittiin lineaarinen malli tuotoksesta paksuuden ja tilauskoon suhteen. Vaihtelu saatiin aikaan eri tavoin määritellyillä lisäsatunnaistermeillä. Satunnaistermit luotiin käyttäen gammajakaumaa, jonka parametrit riippuivat tilauksen kokoluokasta.

Muita kustannuseriä mallinnettiin esimerkkeinä galvannealed- ja LITEC-teräslajit. LITEC-teräksille esiteltiin käytössä oleva laskentamalli, jolla arvioidaan aiempien Raahan tehtaan prosessin vaiheissa tuotteille aiheutuva harvinaisuuskustannus. Kampanjoittain tuotettavalle galvannealed-teräkselle laadittiin kustannusarviokaavat tukeutuen osin tuotannon ohjeistukseen, osin toteutuneitten tuotantokampanjoiden tietoihin. Yhdistelyrajoituksista aiheutuvat säätönauhojen tai liikatuotannon kulut arvioitiin mallintamalla eri mittaluokkien riski joutua yhdistelykieltoon kaikkien muiden kyseisen kampanjan tilausten kanssa, jolloin tarvitaan yksi tai useampia säätönauhoja tuotannon mahdollistamiseksi. Pohjana käytettiin toteutettujen kampanjoiden tietoja ja jakaumaksi muunnettuja kyseisen vuoden aikaista kysyntää.

Työn lopputuloksena esitettiin saadut arviot harvinaisille tuotteille ominaisista kuluista tuotettua tonnia kohden ja laskentakaavat, jolla ennakoivissa laskelmissa harvinaisuuden kulut voidaan ottaa huomioon.

TULEVIA TAPAHTUMIA

Laskennallisten tieteiden päivät Jyväskylän yliopistossa 14-15.4.2005.

Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitos järjestää huhtikuun puolivälissä kaksipäiväisen laskennallisia menetelmiä käsittelevän tapahtuman. Tapahtuman tarkoituksena on esitellä laskennallisten tieteiden uusimpia tekniikoita sekä tutkimusalueiden uusia haasteita mallintamisen ja tietokonesimuloinnin näkökulmasta.

Päivät ovat jatkoa laitoksen aktiiviselle toiminnalle kansallisten ja kansainvälisten tapahtumien järjestämisessä. Helmikuussa oli Tekes-projektin "NIMBUS - monitavoiteoptimointi tuotekehityksessä" loppuseminaari, joka keräsi kymmeniä optimoinnin tutkijoita ja soveltajia Jyväskylään. Viime kesänä järjestetty kansainvälinen laskennallisten tieteiden maailmanlaajuinen ykköstapahtuma kokosi Jyväskylään yli 1000 alan tutkijaa (<http://www.mit.jyu.fi/eccomas2004/>)

Laskennallisten tieteiden päivillä pidetään 37 esitelmää ja ne kattavat matemaattisten menetelmien lisäksi uusia tuloksia ja haasteita laskennallisten luonnontieteiden, insinööritieteiden, lääketieteen ja taloustieteen eri aloilta. Tapahtuman ohjelma ja abstraktit ovat nähtävissä osoitteessa <http://www.mit.jyu.fi/lasktietsem05/Seminaari.pdf>

International Conference on Operational Research for Development (ICORD-V): 19-21 December 2005

The International Conference on Operational Research for Development (ICORD-V) will be organised during 19th to 21st December 2005 at Jamshedpur, India. The conference is sponsored by International Federation of Operational Research Societies (IFORS). The ICORD conference series was initiated with a conviction that Operational Research (OR) can make significant contributions to the process of development in general and developing countries in particular. The conference will provide a forum for discussion and exchange of ideas among researchers, academics and practitioner community either involved directly or with an interest in OR in development. The conference will make it a priority to facilitate attendance at this international conference by participants from less developed countries. The aim will be to generate in-depth discussion among representatives of both developing and developed worlds.

A pre-conference workshop on **Problem Structuring Methods for Development** has been planned. The workshop will be co-ordinated by Prof. Jonathan Rosenhead of London School of Economics.

Co-Chairpersons of the Conference:

Prof. Jonathan Rosenhead, London School of Economics

Prof. Arabinda Tripathy, Indian Institute of Management Ahmedabad, India

Details from: Prof. Arabinda Tripathy, Indian Institute of Management, Ahmedabad 380015 India.

Email: tripathy@iimahd.ernet.in

Website: www.icord-v.net

HUHTIKUU 2005

25.4. FORS:n vuosikokous

ProcessVision Oy

<http://www.optimointi.fi/>

TOUKOKUU 2005

17.-19.5. 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing

Saint-Etienne, France

incom06@emse.fr

<http://www.emse.fr/incom06/>

19.-22.5. TED Workshop: e-Participation in Environmental Decision Making

Helsinki, Finland

<http://www.ted.tkk.fi/>

KESÄKUU 2005

2.6. FORS-iltapäivä

Helsingin kauppakorkeakoulu

<http://www.optimointi.fi/>

8.-10.6. Eleventh Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization, IPCO XI

Technische Universität Berlin

ipco05@math.tu-berlin.de

<http://www.math.tu-berlin.de/ipco05>

29.6.-1.7. 17th Mini EURO Conference "Continuous Optimization in Industry"

Pécs, Hungary

http://www.cs.elte.hu/opres/Pecs05EUROmini/h_about.html

HEINÄKUU 2005

11.-15.7. IFORS Triennial 2005

Honolulu, Hawaii

<http://www.informs.org/conf/IFORS2005/>

24.7.-5.8. EURO Summer Institute: OR in Healthcare

University of Southampton, UK

S.C.Brailsford@soton.ac.uk

<http://www.management.soton.ac.uk/esj>

ELOKUU 2005

9.-11.8. The Fourth International Conference on Quality and Reliability ICQR 2005

Beijing, P.R. China

mail@quality-reliability.cn

<http://www.quality-reliability.cn/eng.htm>

SYYSKUU 2005

7.-9.9. Operations Research 2005 (OR 2005)

Bremen, Germany

<http://www.or2005.uni-bremen.de/>

13.-15.9. OR 47 Annual Conference

University College, Chester, UK

<http://www.orsoc.org.uk/conf/or47/main.htm>

LOKAKUU 2005

19.9-7.10. WSC10: 10th Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications

Cranfield University, UK

wsc10@cranfield.ac.uk

<http://public.cranfield.ac.uk/2003DMSIMFRC/wl078890/WSC10/Index.htm>

MARRASKUU 2005

23.-25.11. the 18th Mini EURO Conference on Variable Neighborhood Search (VNS)

Tenerife, Spain

mecvns2005@mecvns.com

<http://www.mecvns.com>

JOULUKUU 2006

7th CONFERENCE of the Association of Asia-Pacific Operational Research Societies (APORS). Operations Research: Optimising Resources for Outstanding Results

January 16-18, 2006, Manila, Philippines

Lisää tapahtumia:

<http://www.informs.org/Conf/Conf.html>

<http://www.ifors.org>

<http://www.euro-online.org/display.php?page=calendar>