

# **Mat-2.177**

## **Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari**

**Väliraportti**  
**Ikonen / Salminen 18.3.2004**

<b>Projekti</b>	Monitavoitteinen portfolio-optimointi tiestön päällystämishankkeiden valinnassa
<b>Asiakas</b>	Inframan Oy
<b>Yhteyshenkilö</b>	Jaakko Dietrich, jaakko.dietrich@inframan.fi
<b>Projektiryhmä</b>	Juuso Liesiö, projektipäällikkö, Juuso.Liesio@hut.fi Pekka Mild, Pekka.Mild@hut.fi Lauri Salminen, Lauri.Salminen@iki.fi Liisa Ikonen, Liisa.Ikonen@hut.fi

## Projektin nykytilanne

Projekti on edennyt lähes täysin suunnitelman mukaan, eikä suuria muutoksia ole tullut. Projekti on pysynyt aikataulussaan ja työnjako projektiryhmän kesken on sujunut odotetulla tavalla. Loppuraportin laatiminen on käynnistynyt ja teoriaosuudessa esiteltävät asiat ovat pääpiirteittäin selvillä.

Inframanin yhteyshenkilö toimitti lopullisen aineiston sopimuksen mukaisesti viikolla 9. Aineisto sisältää tiedot kunnostushankkeista, joista viime vuoden päällystysohjelma valittiin eräässä tiepiirissä. Lisäksi saatiin päällystysohjelma, jonka toteuttamiseen tiepiirissä todellisuudessa päädyttiin. Aineistolla suoritetuilla kokeiluilla on saatu viitteitä siitä, että valitulla menetelmällä on saavutettavissa merkittäviä etuja nykyiseen päätöksentekoon verrattuna.

## Muutokset ja tarkennukset projektisuunnitelmaan

Projektisuunnitelmassa [1] esitelty approksimatiivinen menetelmä on varmistunut laskennallisesti riittävän suorituskykyiseksi ja asiakkaan mukaan sen antama tarkkuus ja ratkaisujen luonne sopivat asetettuun ongelmaan erittäin hyvin.

Uusimmassa alan kirjallisuudessa [2] todetaan monitavoitteisten knapsack-ongelmien kuuluvan eksponentti-aikaisten tehtävien joukkoon ja että optimaalinen eksakti ratkaisualgoritmi perustuu dynaamiseen ohjelmointiin, jossa dimensionaalisuuden mukana tuomat muistikapasiteettivaatimukset tulevat nopeasti vastaan. Näinollen [2] keskittyy hahmottelemaan algoritmia, joka polynomisessa ajassa ratkaisee aproksimaation Pareto-tehokkaiden ratkaisujen joukolle, jonka suurin mahdollinen epätarkkuus tunnetaan. Kuitenkaan varsinaista algoritmia ei esitetä.

Monitavoitteisen knapsack-ongelman ratkaisemiseksi on kehitetty monia heuristiikkoja. Heuristinen menetelmä tarkoittaa tässä, ettei menetelmän antamien ratkaisuiden etäisyydelle todellisista ratkaisuista voida esittää analyttistä ylärajaa. Uusin tutkimus tällä alalla keskittyy geneettisiin algoritmeihin, joista vertailevaa tutkimusta on esittänyt esim. [3].

Koska tämän kokoluokan ongelmia ei ole mahdollista ratkaista eksaktisti on perusteltua käyttää approksimatiivisia menetelmiä. Käyttämämme Grid-menetelmä ei tosin ole polynomiaikainen, mutta sillä on muita hyviä ominaisuuksia: Erittäin hyvä arvio kokonaislaskenta-ajalle saadaan kertomalla yhden LP:n ratkaisemiseen kulunut aika grid-pisteiden lukumäärällä. Lisäksi approksimaation tarkkuus voidaan selvittää, koska jokainen menetelmän tuottama ratkaisu tiedetään potentiaalisesti optimaaliseksi.

## Riskit ja niiden hallinta

Projektin toteuttamiseen liittyvät riskit ovat vähentyneet huomattavasti. Kaikki tarvittava data toimeksiantajalta on saatu, joten projektin loppuunsaattaminen on enää projektiryhmän jäsenistä kiinni.

Projektityössä rakennettu malli on jo valmis ja se on todettu laskennallisesti hallittavan kokoiseksi. Riski liian monimutkaisesta tai toimimattomasta mallista on siis eliminoitu. Jo tässä vaiheessa voidaan sanoa, että tekniset saavutukset ovat hyviä. Projekti on edistynyt suunnitellussa aikataulussa, eikä tehtävien jaossa ole ollut ongelmia. Riski projektin täydellisestä epäonnistumisesta on tässä vaiheessa erittäin pieni.

Eräs projektin loppuvaiheeseen liittyvä riski on loppukäyttäjien suhtautuminen projektin lopputuloksiin. Projektiryhmä ei ole ollut yhteydessä suoraan loppukäyttäjiin, eikä heidän mielipidettään mallista ole kysytty. Ryhmä on ollut yhteydessä ainoastaan Inframaniin. Riskinä on, että vaikka itse toimeksiantaja olisi tyytyväinen, saattaa loppukäyttäjä pitää mallia täysin turhana. Mallin toimivuutta voidaan kuitenkin perustella jo toteutuneen päällystysohjelman ja mallin avulla ratkaistun, paremman päällystysohjelman hyötyeroilla.

## Viitteet

[1] Liesiö J, Mild P., Salminen L. Ikonen L. Projektisuunnitelma: Monitavoitteinen portfolio-optimointi tiestön päällystämishankkeiden valinnassa, 18.2.2004, TKK/SAL [online] Espoo[viitattu 18.3.2004] <URL:[http://www.sal.tkk.fi/Opinnot/Mat-2.177/projektit2004/Projektisuunnitelma\\_Inframan.pdf](http://www.sal.tkk.fi/Opinnot/Mat-2.177/projektit2004/Projektisuunnitelma_Inframan.pdf)>

[2] Erlebach T., Keller H. ja Prefschy U (2002); Approximating Multiobjective Knapsack Problems, Management Science, Vol. 48, No. 12.

[3] Zitzler, E., Thiele, L. (1999) Multiobjective Evolutionary Algorithms: A Comparative Case Study and Strength Pareto Approach, IEEE Transactions on evolutionary computation, Vol. 3, No. 4.