

**Mat-2.4177 Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari**

# **Lääkintähelikopterikaluston mallintaminen**

---

**Projektisuunnitelma 19.2.2010**

**Pohjalainen Tapio (projektipäällikkö)  
Kuikka Ilmari  
Tyrväinen Tero  
Salomaa Osmo**

## Taustaa

Lääkärihelikopteritoiminta Suomessa on aloitettu vuonna 1993, mutta vaikka toiminta on laajentunut koko maan kattavaksi, on toiminta ollut paikallisten tukiyhdistysten järjestämää. Toiminta on ollut heikosti koordinoitua ja se on kärsinyt jatkuvista rahoitusvaikeuksista. Tähän on tulossa muutos, sillä vuonna 2009 tehtiin sairaanhoitopiireissä päätös lääkärihelikopteritoiminnan yhtenäistämisestä. 1.1.2010 aloitti lääkärihelikopterien hallinnointiyksikön perustamiseen tähtäävä helicopter emergency medical service hanke HEMS-hanke.

Hankkeen tarkoituksena on:

1. Suorittaa valtakunnallinen lääkäri- ja lääkintähelikopteritoiminnassa tarvittava helikopteripalvelun kilpailutus käyttäen pohjana sosiaali- ja terveysministeriön teettämää laatukäsikirja-aineistoa
2. Selvittää koko maan lääkäri- ja lääkintähelikoptereiden ensihoidollinen tarve perustuen nykyiseen toimintaan
3. Selvittää terveydenhoidon erityisvastuualue piirien tarpeet 2016 asti lääkärihelikopterien tuottamien palvelujen osalta mukaan lukien niiden sijoituspaikat

Hankkeen tarkoituksena on toimia mahdollisimman puolueettomana tahona, joka järjestää helikopterioperaattorien kilpailutuksen ja antaa asiantuntijatietoa päättäjille. Hankkeen tarkoituksena on myös kerätä asiantuntija-apua ulkopuolisilta laitoksilta. Helikopterikaluston mallintamistehtävä annettiin Teknillisen korkeakoulun systeemanalyysin laboratoriolle tehtäväksi, sillä Operaatiotutkimuksen projektityöseminaarissa oli aikaisemmin tehty työ rajavartiolaitoksen helikopterihankinnasta.

## Aihe

Tehtävänä on tuottaa tietoa, jota hanke käyttää hyödyksi tulevan tarjouskilpailun järjestämisessä. Tehtävä jakautuu kahteen pääaiheeseen, jotka ovat yhteydessä toisiinsa. Ensimmäisenä tehtävänä on muodostaa malli, jolla voidaan määrittää, mitä vaatimuksia helikopterien tulee täyttää jotta niitä voidaan käyttää HEMS toimintaan Suomessa. Samalla luodaan malli, jolla voidaan pisteyttää tarjouksia tarjotun helikopterin suorituskyvyn perusteella. Tehtävän toinen pääosa-alue on helikoptereiden optimaalinen sijoittaminen mahdollisiin tukikohtiin riippuen käyttöön tulevien helikopterien määrästä. Helikopterien suorituskyky vaikuttaa tähän, joten eri osa-alueet nivoutuvat toisiinsa ja niitä käsitellään yhdessä.

## Rajaukset

HEMS-hanke on määritellyt valmiiksi joitain parametreja, joita voidaan suoraan käyttää lähtöarvoina tutkimuksessamme ja jotka helpottavat tehtävän ratkaisun hakua merkittävästi. Mahdollisten helikopterityyppien määrä on rajattu alle kymmeneen lääkärihelikopteritoiminnan kannalta järkevään tyyppiin. Myös tukikohtaportfolion optimointitehtävää on rajattu rajaamalla tutkittavien tukikohtien lukumäärä välille 4 – 7 ja tukikohtien vaatimukset täyttävät paikat on määriteltä valmiiksi 52 mahdolliseen.

## Toimintasuunnitelma

Tehtävää lähdetään ratkaisemaan simuloimalla. Suomen lääkärihelikopteritoiminnasta muodostetaan malli, jonka parametreja voidaan muuttaa. Simulaatiota ajetaan eri tukikohta- ja helikopteriyhdistelmillä ja vertaillaan näiden ajojen tuloksena syntyviä hyvyyskriteerien jakaumia. Tutkitaan tutkittavien tukikohta- ja helikopteriyhdistelmien muodostamista sekä etukäteen soveltuvin järkiperustein että simulaation kanssa vuorovaikutuksessa toimivana

heuristisena hakualgoritmina. Simulaation lisäksi tutustumme aiheeseen tutkimalla alan kirjallisuutta ja muita tutkimuksia, joita on tehty samankaltaisista aiheista.

## **Työn kulku**

Tehtävä ratkaistaan kaksivaiheisesti, helikopteritoimintaa kuvaamaan luodaan malli, jonka parametreina ovat helikopterityyppi ja käytettävät tukikohdat. Mallin lisäksi kehitetään hakualgoritmi joka etsii parasta tukikohtien sijoittelua ja tutkii valitun sijoittelun hyvyttä simuloimalla sitä mallin avulla.

## **Malli**

Tehtävä ratkaistaan diskreetillä tapahtumasimulaatiolla. Simulaatiossa tutkitaan lääkintähelikopterien toimintaa suomen alueella vuoden syklissä. Arvioidaan miten tukikohtien määrät ja sijainnit vaikuttavat helikopterien luoman palvelun tasoon ja miten helikopterien suorituskykyerot näkyvät simuloituissa tilanteissa.

## **Mallin toiminta**

Malli tulee käsittämään koko Suomen maantieteellisen alueen (poislukien rajavartiolaitoksen vastuulla olevat alueet) jaettuna noin 20km<sup>2</sup> soluihin, joiden sijainnit ja tehtävätaajuuksien odotusarvot tunnetaan. Jokainen yksittäinen tehtävä käsitellään erikseen alkaen siitä, mikä helikopteri saa sen tehtäväkseen ja onko se sään ja muiden tekijöiden puolesta tehtävissä. Helikopterin suorittamaa tehtävää mallinnetaan laskemalla käytettyä aikaa. Helikopterin lähtö tukikohdasta kestää vakioajan. Lentoaika kohteeseen lasketaan helikopterin nopeuden ja kohteen etäisyyden avulla. Potilaan saavuttamisaikaan vaikuttaa myös kohteen etsintään ja laskeutumiseen kuluva aika. Toiminta-aika kohteessa on positiivinen satunnaisluku. Paluumatkan kesto riippuu nopeuden lisäksi myös siitä, joutuuko helikopteri kuljettamaan potilaan sairaalaan, vai palaako se suoraan tukikohtaansa. Mallissa tutkitaan kerralla vuoden pituinen aikajakso, jotta vuodenaikojen mukaan vaihtuvat sääolosuhteet saadaan huomioitua.

## **Resurssit**

Ryhmän projektijohtajana toimii Tapio Pohjalainen. Muut ryhmän jäsenet ovat Ilmari Kuikka, Tero Tyrväinen ja Osmo Salomaa. Tapio Pohjalaisella on työkokemusta helikopterialalta, Ilmari Kuikka tuntee ilmailualaa ja Osmo Salomaa hallitsee paikkatietojärjestelmät. Terolla on osaamista matemaattisesta mallintamisesta. Ryhmän jäsenet hallitsevat Matlab-ohjelmointikielen, jolla simulaatiomalli tullaan ensisijaisesti toteuttamaan. Ryhmällä on käytössään tarvittava määrä tietokoneita, joilla simuloinnit voidaan suorittaa.

## **Työn osittaminen**

Ryhmä toimii tiiviissä yhteistyössä. Työtä ositetaan seuraavasti:

Paikkatietoaineistojen käsittely

    Säätietojen vienti aikasarjana hilaan

Helikopterien suorituskykyaineiston käsittely ja mallinnus

Simulointi

    Tarvittavan laskennan määrittäminen yksinkertaistetulla mallilla

    Varsinaisen simulointimallin muodostaminen

    Mallin validointi

    Simulointi tehtävän datalla

Hakualgoritmi

    Kirjallisuustutkimus ja hakualgoritmin valinta

    Algoritmin suunnittelu ja muokkaus tehtävää varten

Algoritmin ohjelmointi  
Algoritmin testaus testidatalla  
Tehtävän ratkaisu hakualgoritmeilla simulointituloksilla  
Herkkyystarkastelut parametrien suhteen  
Tulosten analysointi ja esittäminen  
Raportointi  
Projektisuunnitelma  
Väliraportti  
Loppuraportti  
Yhteydenpito asiakkaaseen  
Projektin hallinta

Projektin osa-alueiden työmääräarviot ja työn osittaminen työryhmän kesken nähdään taulukosta 1.

**Taulukko 1**

	Työtunnit			
	Tapio	Ilmari	Osmo	Tero
<b>Materiaalien käsittely</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>Simulaatio</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>45</b>
<b>Hakualgoritmi</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>0</b>
<b>Tulosten analysointi</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Raportointi</b>	<b>65</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>17</b>
<b>Tapaamiset</b>	<b>56</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>43</b>
<b>Projektin hallinta</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## **Aikataulu**

HEMS-hanke tarvitsee projektityön tietoja vasta kesällä 2010, joten aikataulun ja osaprojektien eräpäivät määräytyvät kurssin tahdissa. Tarkempi aikataulu löytyy liitteestä 1.

19.2.2010 Projektisuunnitelmien esittely

19.03.2010 Väliraporttien esittely

23.04.2010 Loppuseminaari

## **Viestintä**

Projektiryhmä kokoontuu kerran viikossa, muuten viestintä projektiryhmän kesken toteutetaan sähköpostilla ja puhelimitse. Dokumenttien ja projektin muiden tuotteiden versionhallinta toteutetaan Google docs -järjestelmällä. Yhteydenpito hankkeeseen hoidetaan projektijohtajan johdolla sähköpostitse hankkeen yhteyshenkilön Jyri Örrin kautta.

## **Riskit**

### **Lähdemateriaalien hankintaongelma**

Asiakas lupasi toimittaa kaikki projektin kannalta tärkeät tietokannat, mutta asiakkaalla itsellään ei ole vielä kaikkea projektin kannalta olennaista materiaalia.

Riskiä voidaan vähentää pitämällä tiiviisti yhteyttä asiakkaan suuntaan ja ilmoittamalla ajoissa ja tarkasti, minkälaisia tietoja tarvitaan. Mikäli riski realisoituu, on projekti silti tehtävissä, mutta tietojen kerääminen julkisista lähteistä vaatii ylimääräistä työtä ja saatu data ei ole yhtä korkealaatuista, kuin mitä asiakkaan lupaama, joten se myös vaikuttaisi lopputuloksen tarkkuuteen.

### **Simulaatiomalli liian monimutkainen**

On mahdollista, että simulaatiomallia kehitettäessä se kasvaa niin monimutkaiseksi, että yksittäisten parametrien vaikutus lopputulokseen hämärtyy. Tällöin mallin virittäminen käy mahdottomaksi.

Riski voidaan minimoida kehittämällä mallia järjestelmällisesti ja testaamalla sitä jatkuvasti uusien ominaisuuksien mukaantulon myötä.

### **Simulaatiomalli ei kuvaa todellisuutta**

Vaikka malli ajatuksen tasolla olisi hyvä esitys reaali maailmasta, on olemassa riski, että mallin rakenne estää todellisuuden ilmiöiden realisoitumisen mallissa.

Mallin kehittämisessä on alusta asti huomioitava mikä on tehtävä ja mikä on oleellista. Käyttämällä lähteinä aitoja prosessikuvauksia, päästään parempiin tuloksiin.

### **Simulaatiomalli liian raskas**

Riskinä on simulaatiomallin kasvaminen niin massiiviseksi, että riittävien simulaatioajojen tekeminen ei onnistu projektin aikarajoissa.

Riski vältetään seuraamalla mallin vaatimaa laskenta-aikaa ja optimoimalla koodia niiltä osin kuin se on mahdollista.

### **Työn laajuus osoittautuu liian suureksi**

Kun aletaan paneutua työn tekemiseen ja keksitään uusia huomioon otettavia asioita, projektin koko kasvaa. Riskinä on liiallinen kasvu, joka tekee projektista työläämmän, kuin mitä kurssin kannalta on tarpeen.

Työtä tehtäessä, on tarkasti mietittävä, mitkä tekijät on otettava huomioon ja mitkä voidaan olettaa vakioiksi. Myös uusien muuttujien lisäämistä pitää välttää jos se vain on mahdollista.

Liite 1

