



HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MAT-2.4177 OPERAATIO TUTKIMUKSEN PROJEKTITYÖSEMINAARI

KEVÄT 2009

# Kustannustehokas helikopterihankinta

---

## PROJEKTISUUNNITELMA

10.2.2009

Matias Kalm	67638V
Arne Köhler	64811C
Marko Mälkiä	66960E
Atso Takala	64867B
Riina Vesanen	67767R
Heikki Vesterinen	65187V

## 1 Taustat ja lähtökohdat

Rajavartiolaitos on sisäministeriön johdolla toimiva sisäisen turvallisuuden viranomainen, jonka päätehtäviä ovat rajavalvonta ja meripelastus. Suomen merialueiden laajuus, runsas saaristo sekä rajan pituus aiheuttavat toiminnalle erityisiä haasteita. Riittävän meripelastus- ja rajanvalvontakyvyn ylläpitämiseksi tarvitaan tehtävien suorittamiseen helikopterilaivuetta, johon kuuluu tällä hetkellä 11 erikokoista helikopteria.

Rajavartiolaitoksen helikopterien käyttöikä alkaa vähitellen lähestyä loppuaan, joten korvausinvestoinnit tulevat ajankohtaisiksi seuraavan kymmenen vuoden kuluessa. Rajavartiolaitos on pyytänyt aiemmin tukea VTT:ltä kustannustehokkaan helikopterihankinnan tekemisessä. VTT:llä ei kuitenkaan ollut hankkeeseen resursseja pyyntöhetkellä, joten Rajavartiolaitos valitsi uuden, vanhimmat ja pienimmät helikopterit korvaavan tyyppin itse. AgustaWestlandilta kesäkuussa 2008 tilatut AW119Ke-helikopterit toimitetaan vuonna 2010.

Isompien helikopterityyppien valintamallin kehittämisen VTT antoi harjoitustyötoimeksiantona Teknillisen korkeakoulun Systemianalysilaboratorion kurssille Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari, jolla harjoitellaan mallien rakentamista ja soveltamista, projektien suunnittelua, toteutusta ja raportointia. Tämän harjoitustyön tarkoituksena on kehittää malli, jota voidaan hyödyntää määritettäessä optimaalista ja kustannustehokasta sekä Rajavartiolaitoksen asettamat vaatimukset täyttävää helikopteriportfoliota.

## 2 Tavoitteet

Projektin tavoitteina on:

1. Luoda simulaatiomalli siitä, kuinka Rajavartiolaitoksen meripelastus- ja rajanvalvontatehtävät toteutuvat Suomessa
2. Selvittää vaihtoehdot näiden tehtävien toteuttamiseen (= mahdolliset helikopteriportfoliot)
3. Löytää kustannustehokkaimmat vaihtoehdot riittävään meripelastus- ja rajanvalvontatehtävien toteuttamiseen

Mallin tarkoituksena on toimia päätöksenteon apuvälineenä Rajavartiolaitoksen helikopterihankinnassa. Malli pyritään luomaan sellaiseksi, että sitä voidaan kurssin jälkeen kehittää edelleen tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa simulointia varten. Helikopteriportfoliolla tarkoitetaan tässä yhteydessä valittua helikopterikalustoa, jonka ominaisuuksia ovat koptereiden mallit ja määrä sekä tukikohtien paikat.

### 3 Toimintasuunnitelma

#### 3.1 Tehtävään liittyvän tiedon kerääminen

Rajavartiolaitoksen helikopterilaivueen tehtävät jakautuvat meripelastus- ja rajavalvontatehtäviin. Aluksi onkin tärkeää kartoittaa mahdollisimman tarkasti molempien tehtäväkategorioiden erityispiirteet ja se, millaisia vaatimuksia näiden tehtävien suorittamiselle on asetettu. Rajavalvontatehtävien osalta on selvitettävä ensinnäkin, miten usein luvattomia rajan ylityksiä tapahtuu, ja kuinka nämä ovat jakautuneet maantieteellisesti Suomen rajalle. On myös tiedettävä, kuinka nopeasti helikopteri on saatava rajaloukkauspaikalle. Vastaavasti meripelastustehtävien osalta on selvitettävä, miten tehtävät ovat jakautuneet eri puolille Suomen merialueita, miten nopeasti helikopterin on ehdittävä pelastuspaikalle, ja kuinka usein tarvitaan useampaa helikopteria yhden tehtävän suorittamiseen.

Kun ensin on saatu selville helikopterilaivueelle asetetut suoritusvaatimukset, seuraava tehtävä on selvittää, miten näihin vaatimuksiin on vastattava. Kustannustehokkaan helikopteriportfolion muodostamista varten on selvitettävä, millaisia erilaisia helikopterimalleja on mahdollista hankkia. Kaikista helikopterivaihtoehdoista on kerättävä näiden olennaiset tekniset tiedot: nopeus, käyttö- ja huoltokustannukset, toimintamatka ja matkustajaluku.

#### 3.2 Helikopteriportfolion optimointi

Kustannustehokkaan helikopteriportfolion ratkaiseminen muodostamalla tavanomainen kokonaislukuoptimointitehtävä ei vaikuta hedelmälliseltä vaihtoehdolta, koska mielekkäiden kohdefunktion ja rajoitusehtojen muodostaminen siten, että ne kuvaisivat ratkaistavaa tehtävää riittävällä tarkkuudella, ei ole mahdollista. Järkevämpi lähestymistapa ongelmaan on simulaatiomallin rakentaminen. Hankittavien helikoptereiden määrä on suuruusluokaltaan noin 10 helikopteria, jotka sijoitetaan kolmeen tukikohtaan, joten erilaisten järkevien portfolioiden läpikäyminen ja simuloiminen on mahdollista.

Simulaatiomalli toteutetaan Matlab-ohjelmistolla. Simulaatiota varten generoidaan sopivan mittainen (esim. vuosi) tapahtumasarja, joka vastaa mahdollisimman hyvin meripelastus- ja rajavalvontatehtävien jakaumia. Tätä tapahtumasarjaa käytetään jokaisen eri helikopteriportfolion simuloinnissa. Generoidun tapahtumasarjan sijaan voitaisiin myös simuloitaessa arpoa tehtäviä meripelastus- ja rajavalvontatehtävien jakaumista, mutta tällöin simulointiajan pitäisi olla todella pitkä, jotta eri helikopteriportfolioille realisoituneet tapahtumasarjat vastaisivat riittävän hyvin tehtävätyyppien jakaumia ja olisivat siten yhtä haastavia jokaiselle helikopteriportfoliolle. Simulaatiossa helikopterit ovat sijoitettu omiin tukikohtiinsa, ja ne toimivat yksinkertaisella tekoälyllä. Kun simulaatio etenee, helikopterilaivue saa generoidun tapahtumasarjan mukaisia tehtäviä, jolloin tehtäväpaikkaa lähinnä oleva vapaa ja tehtävään kelpaava

helikopteri lähtee suorittamaan tehtävää. Simulaatiossa otetaan huomioon aika, joka helikopterilta kuluu ennen kuin se pääsee lähtemään, ja aika, joka kuluu tehtävän suorittamiseen. Kun tehtävä on suoritettu, helikopteri palaa tukikohtaansa. Simulaation avulla saadaan selville meripelastus- ja rajavalvontatehtävien suorittamisaikojen jakaumat. Näistä nähdään kuinka suuri osa tehtävistä on pystytty hoitamaan vaaditussa ajassa.

Eri helikopteriportfolioita vertaillaan usean kriteerin perusteella. Testattavat helikopteriportfoliot koostuvat määrältään 5-15 helikopterista, tavallisimmista helikopterityypeistä sekä kolmesta laskeutumipaikasta, jotka voivat sijaita eri puolilla Suomea. Sen lisäksi että simulaatiosta saadaan tehtäviin kuluneet suoritusajat, simulaatiosta saadaan myös helikoptereiden lentämät matkat, joiden perusteella voidaan arvioida näiden käyttökustannukset. Optimaalista helikopteriportfoliota valittaessa vaaditaan, että portfolio täyttää suoritusvaatimukset. Portfolioita vertaillaan niiden hankintakustannuksen ja käyttökustannuksen perusteella. Näiden kriteerien lisäksi huomioidaan helikoptereiden lisävarustus, jota ei ole huomioitu simulaation puitteissa.

### 3.3 Rajoitukset

Mallin muodostamiseen vaikuttavat turvallisuusluokitellut asiat, joten mallin sovellettavuus on lähinnä viitteellinen. Se voi antaa kehukset tarkentaville päätösanalyysille, joita hankintapäätös edellyttää.

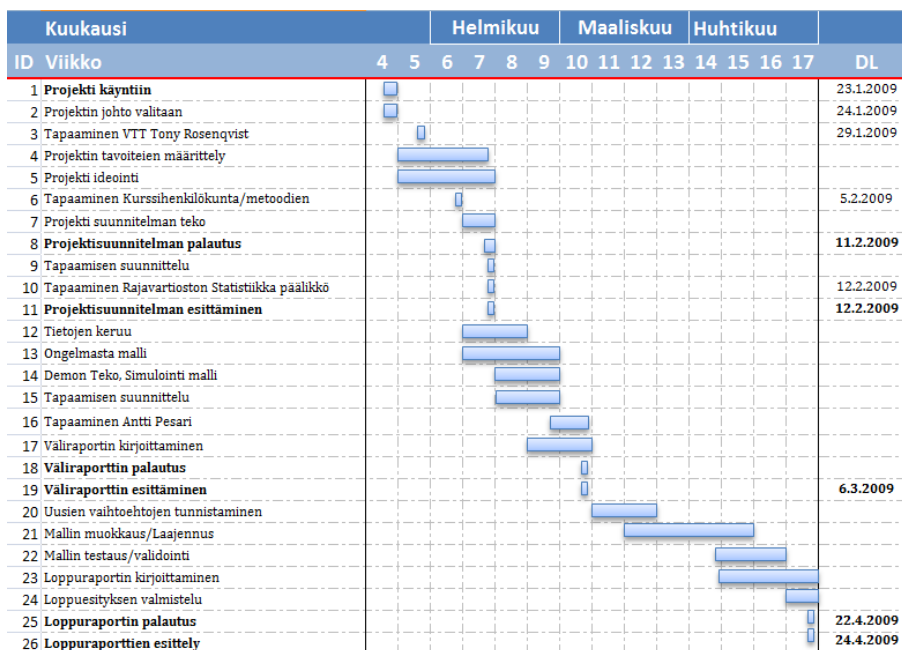
Simulaatiomalli ei ota huomioon Rajavartiolaitoksen mahdollisuutta kutsua helikopteria takaisin suorittamaan kiireellisempää tehtävää sen jälkeen kun helikopteri on jo lähtenyt, eikä muitakaan yksinkertaisesta kaavasta poikkeavia mahdollisuuksia. Todellisuudessa helikopterilaivuetta pystytään varmasti johtamaan järkevämmiin kuin miten se simulaatiossa toimii. Tämän lisäksi simulaatiossa ei huomioida sitä, että helikoptereiden on oltava osan aikaa huollettavana ja mahdollisesti koulutuskäytössä.

### 3.4 Välitulokset

Väliraporttiin mennessä on tarkoitus saada valmiiksi simulaatio rajaloukkauksista ja niiden tarkistusmahdollisuudesta yhdellä helikopteriportfoliolla sekä mahdollisesti jonkinlainen yksinkertainen malli meripelastustehtäville. Tämän jälkeen voidaan loppuraporttia varten alkaa käymään läpi eri helikopteriportfolioita ja ratkaisemaan kustannustehokkain helikopteriportfolio, joka täyttää rajavartioston asettamat suoritusvaatimukset.

## 4 Aikataulu

Projektin aikataulu on esitetty pääpiirteissään alla olevassa Gant-kaaviossa. Ehdottomat määräajat ovat projektisuunnitelman palautus/esittäminen, väliraportin palautus/esittäminen ja loppuraportin palautus/esittäminen. Muut määräajat ovat sisäisiä ja liukuvia. Esitetty aikataulu on alustava ja voi muuttua eri työvaiheiden laajuuksien selvittyä. Ajan säästämiseksi ryhmä yrittää tehdä eri työvaiheet rinnakkain mahdollisuuksien mukaan. Esimerkiksi kriittiset vaiheet, mallin muokkaus ja mallin testaus, ovat hyvin päällekkäistä toimintaa.



Kuva 1 Projektin aikataulu ja Gant-kaavio

## 5 Resurssit ja työnjako

Projektiryhmä koostuu kuudesta opiskelijasta. Opiskelijat ovat sekä tuotantotalouden että teknillisen fysiikan koulutusohjelmista. Näin ollen projektityötiin sisällä on erilaisia näkökulmia ja osaamista. Työtehtävät pyritään jakamaan ryhmän jäsenten kesken osaamisalueiden mukaan. Lisäksi pyritään siihen että kutakin osatehtävää projektista olisi tekemässä vähintään kaksi henkilöä, jotta joka vaiheeseen saadaan erilaisia näkemyksiä ja huolimattomuusvirheet saadaan minimoitua.

Ryhmän sisältä valittiin projektipäälliköksi **Arne Köhler**. Projektipäällikön vastuuna on hoitaa kommunikointi kurssihenkilökunnan, VTT:n ja Rajavartioston kanssa. Muita vastuualueita ovat kokousten järjestäminen, vastuu, siitä että projekti pysyy aikataulussa, projektin työjako sekä päävastuu projektista. **Heikki Vesterinen** on päävastuussa simulointimallin luomisesta ja hänen vastuullaan on kommunikoida mitä tietoa malliin tarvitaan. **Marko Mälkiän** ja **Matias Kalmin** päävastuualueet ovat tietojen keruu ja simulointimallin osa-alueiden teko. **Riina Vesasen** vastuulla on meripelastus- ja rajaloukkausdatan muokkaaminen simuloinnin tarpeisiin. **Atso Takalalla** on päävastuu väli- ja loppuraportista sekä opponoinneista ja haastatteluista. Lisäksi kaikki ryhmäläiset osallistuvat kaikkiin osatehtäviin kykijensä mukaan ja vastuualueet voidaan vapaasti muuttaa kun projektin vaiheet määräytyessä paremmin projektin edetessä.

VTT:n puolesta vastuuhenkilönä ja projektityöryhmän tukena toimii **Tony Rosqvist**. Rosqvist ohjaa ryhmää, jotta lopputulos täyttäisi mahdollisimman hyvin asetetut tavoitteet. Rajavartioston yhteyshenkilöinä toimivat Vartiolentolaivueen komentaja eversti Antti Pesari ja meripelastusasiantuntija komentajakapteeni Petteri Leppänen. Rajavartiosto on sitoutunut vastaamaan mahdollisimman hyvin kysymyksiin valtuuksiensa sisällä. Lisäksi kurssihenkilökunta toimii projektiryhmän ohjaajina ja projektiryhmä voi tarvittaessa pyytää apua kurssihenkilökunnalta.

## 6 Riskit

Projektin suurimmaksi riskiksi tunnistettiin syntyvän mallin hyödyttömyys toimeksiantajalle. Tätä ongelmaa pyritään mahdollisimman tehokkaasti välttämään ahkeralla viestinnällä toimeksiantajien kanssa ja määrittelemällä yhdessä toimeksiantajien kanssa projektin tavoitteet mahdollisimman tarkasti. Arvioimme kohtalaiseksi laajuuteen ja siten myös aikatauluun liittyvät ongelmat. Työssä kehitettävän mallin laajuuden hallintaan panostaminen on tärkeää, sillä liian laajan mallin luominen helposti vaikeuttaa aikataulussa pysymistä. Laajuudessa pysymiseen auttaa erityisesti heti alussa muodostetut tarkat tavoitteet. Aikataulussa pysymisen kannalta tärkeää on realistinen ja tarkka aikataulu. Projektipäällikön vastuulla on seurata, että ryhmä pysyy sovitussa aikataulussa.

Ongelmiksi saattavat nousta katkokset viestinnässä toimeksiantajan kanssa. Projektin onnistumisen kannalta viestinnän sujuminen on tärkeää, sillä toimeksiantajan tarpeiden selvittäminen on osittainen edellytys hyvälle lopputulokselle. Osa tarvittavasta tiedosta saattaa olla salaista, jolloin ryhmän täytyy selvittää suuntaa-antavaa tietoa asiasta. Ryhmädynamiikan kannalta on tärkeää, että työmäärän jakoa seurataan. Tällöin varmistetaan työmäärän tasaisesta jaosta.