

**Mat-2.177 Operaatiotutkimuksen
projektityöseminaari**

Viestiverkon toimintaluotettavuuden arviointi

Projektisuunnitelma 27.2.2006

Kohdeorganisaatio:

Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos

Yhteyshenkilö:

Esa Lappi, esa.lappi@pvtt.mil.fi

Ryhmä:

Tuukka Sarvi (projektipäällikkö) 57679S

Juha Saloheimo 57739V

Jaakko Niemi 55114S

Tapio Heimo 76453U

Johdanto

Tämän projektityön tarkoituksena on tarkastella Suomen Puolustusvoimien viestiverkkojen toimintaluotettavuutta. Projekti on osa Teknillisen Korkeakoulun kurssin Mat-2.177 Operaatiotyötutkimuksen projektityöseminaaria. Ongelmanasettajana toimii Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos (PvTT).

PvTT on pääosin pääesikunnan alainen osa Suomen puolustusvoimia, jonka tehtävänä on tuottaa puolustusvoimien ja maanpuolustuksen kehittämiseksi ja päätöksenteon tueksi elektroniikan ja informaatiotekniikan, suojan sekä asetekniikan tutkimuspalvelut. PvTT keskittyy niille tutkimuksen osa-alueille, joilla ei ole osaamista maamme muissa tutkimuslaitoksissa, tai joilla puolustusvoimien oma tutkimustoiminta on välttämätöntä. Laitoksen tutkimuskohteina ovat aseet ja ampumatarvikkeet, räjähteet, sotavarustuksessa käytettävät materiaalit, epäkonventionaaliset aseet ja niiltä suojautuminen, optroniikka, häiveteknologia sekä elektroniikka- ja informaatioteknologia. Tämän projektityön tavoitteena on tukea elektroniikka- ja informaatiotekniikan osaston tutkimusta.

Työn määrittely ja tavoitteet

Viestiverkko on erittäin kriittinen osa tämän päivän sodankäyntiä. Operaatioiden onnistumisen edellytyksenä on usein, että komentopaikalta on toimiva viestiyhteys operaatioon osallistuviin joukkoihin. Hyökkäävän osapuolen on otettava suunnitelmissaan huomioon viestiverkon hyökkäykselle asettamat rajoitukset ja riskit. Ei ole mitään järkeä toteuttaa hyökkäysoperaatiota, jonka onnistuminen edellyttää viestiverkon toimivuutta, jos viestiverkon toiminta on hyvin epävarmaa tai riippuu muutaman helposti tuhottavan komponentin toiminnasta. Puolustavalle osapuolelle on vastaavasti erittäin hyödyllistä tietää toisen osapuolen viestiverkon heikot kohdat, joiden tuhoaminen tai toiminnan estäminen vaikeuttaa hyökkäystä.

Projektityön tavoitteena on tuottaa Puolustusvoimien sodanjohdolle yllämainittua informaatiota. Tarkemmin määriteltynä projektin tavoite jakautuu ensisijaiseen tavoitteeseen, toissijaiseen tavoitteeseen ja muihin tavoitteisiin:

- Ensisijainen tavoite: rakentaa ja koodata malli, jonka avulla voidaan selvittää annetun viestiverkon minimikatkosjoukkojen todennäköisyydet.
- Toissijainen tavoite: rakentaa ja koodata malli, jonka avulla voidaan määrittää annetun viestiverkon toimintatodennäköisyys, ts. todennäköisyys, että solmusta A saadaan yhteys B:hen.
- Muut tavoitteet: tuottaa hyödyllistä tietoa ja johtopäätelmiä viestiverkon toiminnasta viestiverkon rakenteen suunnittelua ja elektronista sodankäyntiä ajatellen.

Ensisijainen tavoite, malli minimikatkosjoukkojen todennäköisyyksien määrittämiseksi, toteutetaan ensin. Toissijaiseen tavoitteeseen sisältyvä ongelmanasettelu on arviomme mukaan vaikea ja siihen liittyvä malli pyritään toteuttamaan mahdollisuuksien mukaan, mikäli ongelma paljastuu käytettävissä olevan ajan puitteissa ratkeavaksi. Muita tavoitteita pyrimme toteuttamaan rakennettujen mallien pohjalta saatavien tietojen perusteella.

Projektin toteutus

Tavoitteena on toteuttaa ohjelma, jonka avulla pystytään laskemaan viestiverkon minimikatkaisujoukot, viestiverkon toiminnan todennäköisyys ja määrittämään kriittisimmät solmut ja linkit viestiverkossa. Ohjelmalle annetaan syötteenä matriisi, joka ilmaisee mihin solmuihin kukin solmu on yhteydessä ja matriisi, jossa on ilmaistu kunkin linkin toimintatodennäköisyys. Toteutamme mallin, jossa periaatteessa solmut voivat olla yhteydessä toisiinsa miten vain, ja käyttäjä voi määrittää solmujen lukumäärän vapaasti. Käytännössä kuitenkin tiedämme, että solmujen lukumäärä on 26 ja jokaisesta solmusta lähtee linkki noin kolmeen muuhun solmuun. Tätä tietoa voimme käyttää hyväksi sopivan algoritmin valinnassa ja suunnittelussa. Linkin toimintatodennäköisyyksien määrittäminen on radiotekninen ongelma, johon meidän ei tarvitse puuttua, vaan saamme valmiin todennäköisyysmatriisin alan ammattilaisilta.

Tarkoituksena on toteuttaa projekti MATLAB-ohjelmistolla, joka soveltuu hyvin matriisien käsittelyyn. Tämän kokoluokan matriisien pyörittely vie kuitenkin paljon laskentatehoa ja näin ollen tuloksen saaminen voi kestää kauan. Jos MATLAB-ohjelmiston laskentateho osoittautuu riittämättömäksi, suoritamme projektin toteutuksen käyttäen C-ohjelmointikieltä, joka on laskennallisesti tehokkaampi.

Projektin tavoitteet on jaettu osatavoitteisiin. Pyrimme toteuttamaan projektin osatavoitteiden mukaisessa järjestyksessä. Kuten edellä on mainittu, ensiksi toteutamme ohjelman, joka etsii viestiverkon minimikatkaisujoukot, joiden avulla saamme tietoa tärkeimmistä solmuista ja linkeistä. Kun tämä vaihe on suoritettu, pyrimme laajentamaan ohjelmaa siten, että se pystyy laskemaan myös kokonaistodennäköisyyden viestiverkon toiminnalle. Jos nämä vaiheet saadaan suoritettua nopealla aikataululla, kehitämme tärkeimpien solmujen määrittämiseen paremman algoritmin.

Projektin aihetta tukevaa kirjallisuutta löytyy ainakin kurssin Mat-2.118 Luotettavuustekniikka luentokalvoista osoitteesta <http://www.sal.tkk.fi/Opinnot/Mat-2.118/> ja kirjasta Höyland, A., Rausand, M.: System Reliability Theory. Models and statistical methods. Wiley, 1994.

Aikataulu

Projektin aikataulu on suunniteltu projektin eri vaiheet ja kurssin raporttien takarajat silmällä huomioiden. Alustava aikataulu on esitetty alla olevassa taulukossa.

Projektin aikataulu														
Viikko	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ongelman määrittely														
Lähdekirjallisuuteen tutustuminen														
Projektisuunnitelman kirjoittaminen														
Kirjallisuuskatsauksen laatiminen														
Malli I laatiminen ja testaus														
Valiraportin kirjoittaminen														
Malli II laatiminen ja testaus														
Saatujen mallien arviointi ja johtopäätökset														
Loppuraportin kirjoittaminen														

Malli I = Minimikatkosjoukkojen todennäköisyyksien määrittäminen

Malli II = Viestiverkon toimintatodennäköisyyden määrittäminen (l. millä tn.:llä A saa yhteyden B:hen)

Aikatauluun saattaa tulla muutoksia varsinkin mallia II laadittaessa, koska ei ole etukäteen selvää kuinka vaikea tehtävä tulee olemaan.

Resurssien käyttö

Ryhmän projektipäällikönä toimii Tuukka Sarvi. Muita ryhmän jäseniä ovat Juha Saloheimo, Tapio Heimo ja Jaakko Niemi. Projektipäällikkö hoitaa käytännön järjestelyt ja pitää yhteyttä tarvittaviin sidosryhmiin (kohdeorganisaatio ja Systeemianalyysin laboratorio). Projektipäällikkö on myös viime kädessä vastuussa ryhmän tekemisistä. Tehtävien jako ryhmän jäsenten kesken on pyritty hoitamaan siten, että jäsenillä löytyy aikaa työskentelylle edellä esitetyn aikataulun mukaisesti. Tehtävien jaossa on myös otettu huomioon jäsenten osaaminen ja kiinnostuksen kohteet.

Ryhmän jäsenten kesken tehtävät on jaettu alustavasti seuraavalla tavalla:

- Tuukka ja Juha laativat kirjallisuuskatsauksen
- Mallin minimikatkosjoukkojen todennäköisyyksien määrittämiseksi tekevät Tapio ja Jaakko
- Mallin viestiverkon toimintatodennäköisyyksien määrittämiseksi tekevät Juha ja Tapio
- Saatujen mallien arvionnin ja johtopäätökset tekee Jaakko
- Ongelman määrittelyyn, lähdekirjallisuuteen tutustumiseen ja eri raporttien tekemiseen osallistuvat kaikki ryhmän jäsenet siten, että raporttien lopullisen kokoamisen tekee Tuukka.

Tehtävien jaossa on otettu huomioon, että on tehokkaampaa hoitaa työskentely pareittain tai yksin sen sijaan, että koko ryhmä työskentelisi saman asian kimpussa.

Projektiryhmän ulkopuolisia resursseja ovat kurssin vetäjät TKK:lla (Ahti Salo ja Erkki Jalonen) sekä kohdeorganisaation yhdyshenkilö (Esa Lappi). Konsultoimme näitä

resursseja tarpeen vaatiessa - tarvittava yhteydenotto ongelman määrittämiseksi kohdeorganisaatioon on jo tehty. Muita resursseja ovat tietolähteet TKK:lla (kirjasto, internet yms.) ja mahdollisesti verkko-optimoinnin asiantuntijat TKK:lla (esim. Laskennallisen tekniikan laboratorio).

Riskit ja niiden hallinta

Yksi merkittävä riskitekijä on aina projektin aikataulun venyminen ja tästä seurausta oleva projektin viivästyminen. Tätä voidaan edesauttaa suunnittelemalla realistinen aikataulu, jossa myös viivästymisvara on otettu huomioon. Liian tiukaksi laadittu aikataulu puolestaan lisää projektin epäonnistumisen riskiä, koska ei jää aikaa paikata takaiskuja. Tämä näkökanta on pyritty ottamaan huomioon edellä esitetystä aikataulusta.

Merkittävä riskitekijä on myös liian suuret suunnitelmat. Voi olla, että projektin toteutus on rajattu väärin, ja että lähdetään tekemään liian laajaa ja monimutkaista mallia ja jossain vaiheessa huomataan, että taito ja aika eivät riitäkään tämän toteuttamiseen. Tämä voidaan välttää jakamalla projekti pienempiin osatavoitteisiin ja pitää huolta siitä, että ainakin ensimmäiset osatavoitteet saadaan tehtyä ja vasta tämän jälkeen aloitetaan hankalampien lisätavoitteiden toteuttaminen.

Yksi riskitekijä kyseisessä projektissa on myös, että tietokoneen laskentateho ei riitäkään raskaan mallin pyörittämiseen. Tämän takia pitää ottaa selvää myös vaihtoehtoisista tehokkaammista algoritmeista. Varaudumme myös siihen, että joudumme käyttämään C-ohjelmointia alun perin suunnitellun MATLAB-ohjelmiston tilalla.

Riskitekijänä voidaan pitää myös ryhmädynamiikan toimivuutta. Kaiken yhdessä tekeminen ei ole tehokasta ja kaikille sopivien aikojen löytäminen on hankalaa. Näin ollen jokaiselle kannattaa jakaa jonkinlainen vastuualue, mitä voi tehdä itsenäisesti. Toisaalta myös liian itsenäinen työskentely on riskitekijä, koska näin ollen jotkin osat alueet voivat jäädä tekemättä ja niiden yhteensovittaminen voi olla vaikeaa. Voi olla myös, että jokin ryhmän jäsen ei kykene tekemään omaa osa-alueaan. Näin ollen toisaalta myös kommunikointi koko ryhmän kesken ja projektin edistymisen seuranta on tärkeää. Olennainen asia onkin löytää sopiva balanssi tehtävien jaon ja yhdessä tekemisen välille.

Lisäksi on olemassa Force majeure -riskitekijöitä, kuten ryhmän jäsenen vakava sairastuminen. Tällaisiin riskeihin ei kuitenkaan etukäteen voida varautua mitenkään, ja näin ollen näiden arvioimiseen ei kannata kiinnittää juurikaan huomiota.