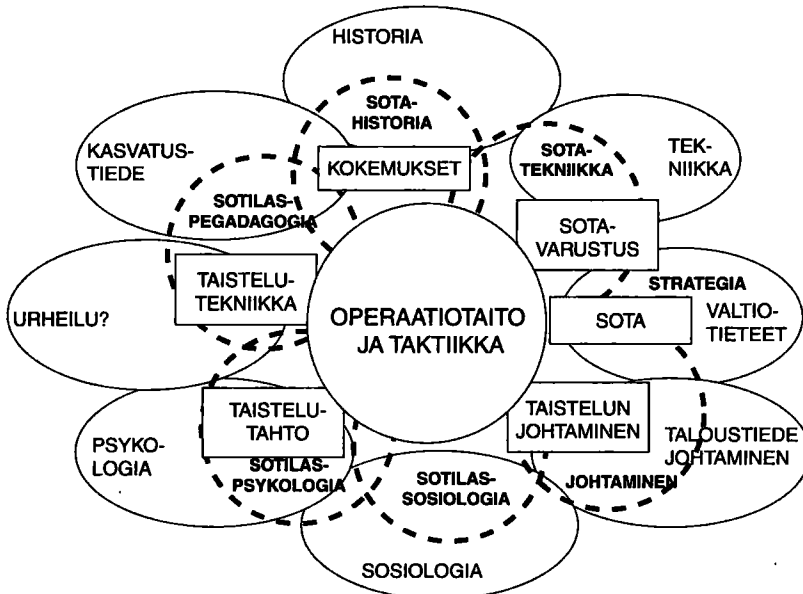


TAKTIIKAN KVANTITATIIVISESTA TUTKIMISESTA

Yleisesikuntamajuri Mika Hyytiäinen

JOHDANTO

Jokaisen tieteenalan perustehtävänä on kehittää ja testata omia tutkimusmenetelmiään. Erityisen ajankohtaista tämä on juuri nyt operaatiotaidon ja taktiikan tutkimuksessa, jossa tieteelliset jatko-opinnot ovat alkamassa professuurin täyttämisen myötä ja tutkimukselle asetetaan entistä suurempia vaatimuksia. Mielenkiintoiseksi ja haasteelliseksi asian tekee Maanpuolustuskorkeakoulun kannalta se, että operaatiotaitoa ja taktiikkaa [vrt. Hal95 ja Isk97] tai edes niitä sivuavia aiheita ei tutkita muissa kotimaisissa yliopistoissa tai korkeakouluissa – taktiikalle ei siis ole löydettävissä ”sisartiedettä” muista yliopistoista, joten tässä suhteessa se poikkeaa oleellisesti muista sotatieteistä. Hallila [Hal67] erottaa strategian, operaatiotaidon ja taktiikan termin ”varsinainen sotatieteellinen tutkimus” alle.



Kuva 1: Artikkelin viitekehys, painopistealue on operaatiotaidon ja taktiikan ja sotatekniikan välisellä alueella.

Operaatiotaidon ja taktiikan tutkimus pyrkii tarjoamaan tieteellisesti pitäviä perusteita puolustusdoktriinin, toimintamenetelmien, järjestelmien ja organisaatioiden kehittämiseksi sekä puolustusvoimille tehtäville hankinnoille ja niiden valmistelulle [MpKK02]. Artikkelinä käsittelee operaatiotaidon ja taktiikan tutkimusta niin sanottujen kovien eli kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien¹ käytön kannalta, jossa kirjoittajan osaamisalueen mukaisesti pääpaino on taktiikan ja sotatekniikan välisellä alueella. Asiaa käsitellään pragmaattisesti pyrkien keskustelun herättämiseen, tiukkoja määritelmiä ja syvällistä käsitteanalyysia vältetään tietoisesti. Vaikka kirjoittaja työskenteleekin taktiikan tutkimusryhmässä, esitetyt ajatukset ovat täysin henkilökohtaisia eivätkä kuvaa kuin pieneltä osin ryhmän työ- tai ajattelutapoja.

Ensimmäinen luku käsittelee taktiikkaa tutkittavana sotatieteenä painottuen erityisesti tutkimusmenetelmiin. Lähtökohta on muodostettu tieteellisyyden vaatimuksista ja aiemmista asioista sivuavista kirjoituksista tässä julkaisusarjassa. Toinen luku alkaa kuvauksella kvantitatiivisen tutkimuksen taustalla olevasta mallintamisesta ja esittelee lyhyesti joitakin mahdollisia tutkimusmenetelmiä. Viimeinen luku keskittyy simulointiin, koska koululle on tulossa tähän saakka järjestelmä lähivuosina.

Artikkelissa taistelulla (battle) ymmärretään ajallisesti ja tilallisesti rajattua tapahtumaa sotilasjoukkojen välillä² ja taktiikalla (tactics) oppia taistelun voittamisesta, jonka olennaisin sisältö on toimintamenetelmien valinta ja toiminnan organisoiminen tehtävän täyttämiseksi. Operaatio (operation, campaign) on sarja taisteluja, joilla pyritään sotatoimen voittamiseen ja operaatiotaito (operational art) oppi operaation suorittamisesta, jonka ydin on komentajien ja esikuntien kyky suunnitella, valmistella ja johtaa operaatio asetettujen päämäärien saavuttamiseksi. [Isk97]

1. TAKTIikka Kvantitatiivisena Tutkimuskohdeena

1.1 Tutkimuksen tieteellisyyden vaatimus

”Tiede on järjestelmällistä ja järkipäristä uuden tiedon hankintaa, jossa ... tiedon perustelun on tapahduttava tiedeyhteisön hyväksymän tutkimusmenetelmän, metodin avulla.” [Isk98] Tynkkysen mukaan *”tieteellisyys on tutkijan kannalta taustojen selvittämistä, ongelman selkeää rajaamista, perusteltujen riippuvuuksien etsimistä ja itsekritiikkiä omaa ajattelua kohtaan.”* Tutkimuksen tieteellisyydelle voidaan asettaa seuraavia kriteerejä: [Tyn98]

1. Universalismi - väitteen tieteellistä totuusarvoa punnitaan yleispätevin kriteerein riippumatta esittäjän ominaisuuksista.
2. Yhteisöllisyys - tieto on tiedeyhteisön yhteistä omaisuutta.

3. Puolueettomuus - tieteellistä tietoa etsitään ja esitetään tutkijan omaa henkilökohtaista uraa tai tieteellistä arvovaltaa huomioimatta.
4. Järjestelmällisen epäilyn periaate - tulokset alistetaan tiedeyhteisön julkiseen, kriittiseen tarkasteluun. Lisäksi kaikki asiat on esitettävä; myös ne jotka eivät tue tutkimustuloksia.

Taktiikan tutkimuksessa on useita tekijöitä, jotka ovat ainakin osittain ristiriidassa esitettyjen kriteerien kanssa. Universalismin (1) toteuttamista vaikeuttaa tutkimusalan koostuminen useasta toisiinsa liittyvästä tekijästä, eikä erityisiä taktiikkaan tarkoitettuja yleispäteviä kriteerejä ole määritetty. Merkittävä osa tutkimusaineistosta, sodat ja kriisit, ovat ainutlaatuisia, monimutkaisia ja satumanvaraisia tapahtumia, joita ei voi toistaa tai tutkimuksellisesti rajoittaa [Isk97]. Lisäksi niissä tapahtuva dokumentointi on puutteellista ja ristiriitaista. Ongelman yhteisöllisyyttä (2) kohtaan muodostaa usein sekä tutkimuksen lähtöaineistojen että lopputulosten luottamuksellisuus tai salaisuus [Hal95]³, joka vaikeuttaa tutkimusten jatkuvuuden ja pinoutuvan rakenteen muodostamista sekä näkyy erityisesti (4) kritiikin vähäisyytenä. Lisäksi taktiikan tutkimuksia julkaistaan vähän muun tiedeyhteisön arvioitavaksi, asia on tosin parantunut viime vuosina. Puolueettomuuden (3) ongelmana on usein tutkimusten tilauksellinen luonne ja ohjesääntöjen, selvitysten tai vastaavien asettama auktoriteetti. Tutkijat ovat pääsääntöisesti sotilaita, joiden uraan erityisesti kriittisen tutkimuksen voidaan pelätä vaikuttavan. Lisäksi tutkimusten lähtökohtana olevia päätöksiä perustellaan harvoin tieteellisin kriteerein tai perustelut ovat salaisia ja harvojen tiedossa. Sotilaille on myös tyypillistä painottaa kykyä tehdä nopeita päätöksiä ja saattaa ne viivyttämättä toimeenpanoon [Tyn98], jolle asioiden monitahoinen selvittäminen on vierasta: ratkaisut ovat pragmaattisia. Useat tutkimukset on lisäksi tehtävä nopeasti, jotta niiden tuloksilla on vaikutusta päätöksentekoon⁴.

Merkittävä osa ongelmista on vältettävissä tutkimuksen rajaamisella, joka vaatii hyvää koordinoitua. Lisäksi apuna voidaan käyttää tutkimusesityksen tarkentamista ja tutkimusten pilkkomista, jolloin vältytään salaisten perusteiden esittämiseltä. Tieteellisyydessä on pelkistäen kysymys jonkin valitun ongelman perusteellisesta käsittelystä jollain yleisesti hyväksytyllä tutkimusmenetelmällä. [Tyn98]

1.2 Taktiikan luonne kvantitatiivisen tutkimuksen kannalta

Tieteen välttämättömänä edellytyksenä on pidetty joko sisällöllistä edistymistä (edistävät tieteet) tai tieteellisen tiedon kumuloitumista (rikastuvat tieteet). Edistymisellä on tarkoitettu uuden tieteellisen tiedon ei ainoastaan runsautta vaan myös paremmuutta aikaisempaan tietoon verrattuna, mikä myös sallii vallankumousten esiintymisen. Kumuloituvissa tieteissä ei voida esittää

varmaa arviota jonkun tieteenalan piirissä esitetyn näkemyksen huonommuudesta toiseen verrattuna kuin siten, että sen esittäjä ei ole tuntenut tai ottanut huomioon tiedettyjä näkemyksiä tai lähteitä. Suunnittelutieteet yhdistelevät ja soveltavat muiden tutkimusalojen tuloksia sekä omalle tutkimusalalle luonteenomaisia käsitekehikkoja. Suunnittelutiede on rikastuvan tieteen mukainen kunnioittaessaan perinteitään, toisaalta esimerkiksi tekniikka ottaa huomioon myös luonnontieteiden edistysaskeleet. [Kuu99] Taktiikka ja taistelu sen osana nähdään tässä artikkelissa suunnittelutieteen luontoisena.

Taktiikan tutkimuksen osa-alueina voidaan esittää [mm. Lap73, Lap83, Hal95, Myl89, Isk97] taktiikan teoria ja metodologia sekä muihin sotatieteisiin liittyvät organisaatiotutkimus (johtamistaito), taktis-tekniiset tarkastelut (sotatekniikka), taktiikan historia (sotahistoria) sekä ulkomainen taktiikka ja sodankäynti (strategia). Myös tulevan taistelun kuvan muodostaminen on usein esitetty erillisenä. Tieteellinen tutkimus voidaan käsitteellisesti jakaa: [Nii84]

- **perustutkimus:** uuden tieteellisen tiedon tavoittelu ilman pyrkimystä sovellutuksiin.
- **sovellettu tutkimus:** käytännön tavoitteeseen tai sovellutukseen tähtäävä tiedon etsintä.
- **kehittämistyö:** tutkimustuloksiin perustuva työ parannettujen tuotteiden, tuotantovälineiden tai -menetelmien ja palvelujen saavuttamiseksi.

Jaotteluun voidaan Niiniluodon [Nii02] mukaan liittää innovaatioketjun käsite, jossa ”uteliaisuuteen ja luovaan kekseliäisyyteen” pohjautuva perustutkimus tuottaa uutta hyväksikäytettävää tietoa ja josta soveltava tutkimus etsii käytännöllisten tavoitteiden kautta hyödynnettävää. Kehittämistyötä ovat käytännön sovellukset, kannattavat konkreettiset tuotteet. Ketjumallia on arvosteltu yksisuuntaisuudesta ja osa keksinnöistä perustuu maallikkojen oivaluksiin, mutta Niiniluodon mukaan varsinkin high tech on lisääntyvissä määrin tiedepohjaista. Tuotekehittely ja päätöksenteko edellyttävät kuitenkin arvokannanottoja, joita ei voi johtaa tieteen tuloksista. Tässä jaottelussa taktiikan tutkimuksesta lähinnä teoria on perustutkimusta ja muut alueet joko sovellettua taktiikan tutkimusta tai suoranaista kehittämistyötä kuten ohjesääntötyö. Suomalaisessa perinteessä korostetaan myös muualla tutkitun sovittamista maan olosuhteisiin ja reserviläisarmeijaan sekä omaperäistä taistelua alivoimaisista lähtökohdista [mm. Hal67, Hög01]. Maataisteluun sisältyy oleellisesti suuri epävarmuus, joka korostaa intuition, tahdon ja pelon merkitystä [Koli95]. Menetelmällisesti operaatiotaidon ja taktiikan tutkimus voi olla joko kvalitatiivista tai kvantitatiivista ja kokeellista tai ei-kokeellista. Tutkimus on tavoitteiltaan pääosin generalisoivaa ja tulevaisuuteen tähtäävää, merkittävä osa on erilaisia kehittämistöitä.

Sotatekniikan kannalta oleellisia ovat perusteiden muodostaminen (ase)järjestelmien ja organisaatioiden kehittämiseksi sekä erityisesti näiden avulla määritetyt perusteet materiaalihankinnoille. Tässä suhteessa taktiikka ohjaa sotateknistä tutkimusta [Isk97]. Organisaation muodostaminen aloitetaan määrittämällä suorituskykyvaatimukset, jotka johdetaan joukolle suunnitelluista taktisista käyttöperiaatteista, doktriinista. Organisaation muodostamisen taktisena osana voidaan lisäksi pitää vaikuttavien osien määrän esittämistä yhteistoiminnassa johtamistaidon tutkimuksen kanssa. Sotavarustuksen hankinta perustuu muun muassa⁵ joukon suorituskykyvaatimuksille ja varustuksen käyttötilanteiden mallintamiselle perustaksi välineiden käytettävyysskriteerien asettamiselle. Nykytilassa ongelmana on suorituskykyvaatimusten epämääräisyys ja mitattavuus sekä täyttämisen todennettavuus, lisäksi riittävän tarkat käyttäjän vaatimukset usein puuttuvat hankintaorganisaatiolta. Kvantitatiivinen tutkimus voi tuottaa arvioita⁶ erilaisten organisaatioiden suorituskyvystä. Näitä voidaan käyttää perustana taktiikan soveltamiselle (joukon suorituskyky), voimasuhdeanalyysille (suorituskyky verrattuna vastustajaan) ja organisaatioiden kehittämiseksi. Arvioita voidaan tuottaa muun muassa simuloinneilla, taistelupotentiaalien määrittelyllä ja vertailulla, peliteoriolla ja taisteluyhtälöillä [vrt. Isk97]. Nykytilassa joukkojen suorituskyvyn arviointi ei ole systemaattista eikä arvioita käytetä taktiikassa paljoakaan hyväksi. Lisäksi ongelmana on menetelmien näkeminen erillisinä ja vaikeina soveltaa. Yhtään kvantitatiivista menetelmää ei tällä hetkellä käytetä meillä johtamisprosessin osana.

Tässä työssä taktiikan osa-alueina ovat teoria, toimeenpano, organisaatio-tutkimus ja taistelun kuvien tutkimus. Jaottelu on laadittu yhdeksi ehdotukseksi tämän sotatieteen alan tutkimuksen perustaksi.

Operaatiotaidon ja taktiikan **teoria**⁷ käsittää käytettävien yleisten periaatteiden ja perustekijöiden tutkimisen sekä soveltamisen käytännön tilanteissa. Sen vaiheita ovat tilanteen arviointi ja päätöksenteko. Lähimmät rinnakkaiset sotatieteet ovat strategia ja sotahistoria. Kvantitatiivisesti voimasuhdeanalyysillä ja päätöksentekoanalyttisillä tekniikoilla voidaan sekä tukea tätä vaihetta että tutkia ja vertailla tehtyjä päätöksiä. Päätöksenteon tukijärjestelmäksi kehitetty simulaattori on yksi tutkimusväline. Tietyssä mitassa päätöksiä voidaan myös pyrkiä optimoimaan.

Operaatioiden ja taistelujen **toimeenpano** käsittää päätöksen edellyttämän toiminnan aikaansaamisen, jonka vaiheita ovat suunnittelu, käskyjen laadinta, valvonta ja toteutuksen järjestelyt⁸. Lähimmät rinnakkaiset sotatieteet ovat johtaminen, sotilaspsykologia ja sotilassosiologia. Useat operaatioanalyttiset menetelmät, varsinkin projektinhallinta, sopivat toimeenpanon tukemiseen

ja tutkimiseen. Simulaattori on tehokas lähinnä tehtyjen suunnitelmien testaamiseen.

Organisaatiotutkimus pyrkii muodostamaan ja varustamaan käyttöperiaatteiden ja suoritevaatimusten kannalta tarkoituksenmukaiset joukot, joilla taisteluja ja operaatioita toteutetaan. Sen lähimmät rinnakkaiset sotatieteet ovat sotateknikka, johtaminen ja sotilaspedagogia. Systeemitteorit ovat tyypillisiä tutkimusmenetelmiä. Simuloinnilla on mahdollista tutkia uusien joukkojen käyttäytymistä ja vertailla niitä aiempiin sekä yksityiskohtaisella tasolla että yleisemmin niin sanottuina mustina laatikkoina, ominaisuuskokoelmina.

Taistelun kuvien⁹ tutkimus pyrkii hahmottamaan tulevaisuuden puitteita ja vaatimuksia muille operaatiotaidon ja taktiikan tutkimuksen osa-alueille¹⁰. Yläkäsitteenä sota liittää tämän strategian tutkimukseen ja ympäristön sekä ajattelutapojen muutokset muihin sotatieteisiin. Tulevaisuudentutkimuksen systemaattiset menetelmät kuten pehmeä systeemimetodologia, skenariointi ja tulevaisuustaulukot kykenevät tuottamaan hypoteeseja, joita voi tutkia edelleen simuloinnilla.

Tutkittavien joukkojen perusteella taktiikka voidaan jakaa matriisimaisesti puolustushaara- ja aselajitaktiikoiksi. Jakoperusteena voi käyttää myös toimintaympäristöä tai taistelulajia ja asiaa voi tarkastella myös taistelun yleisten tekijöiden kannalta, joita on syvennetty luvussa 3.

1.3 Kvalitatiivinen tutkimus kvantitatiivisen perustana

Huhtinen [Huh01] esittää yleistyksenä kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimuksen suhteen toisiinsa seuraavasti: ”*Kun laadullinen tutkimus päättyy hypoteesiin tai malliin, niin määrällinen tutkimus alkaa hypoteesista tai mallista.*” Alasuutari [Ala99] esittää samasta aiheesta: ”*Eri menetelmien hyviä ja huonoja puolia koskevan standardinäkemyksen mukaan kvantitatiivisten menetelmien avulla saadaan pinnallista mutta luotettavaa ja kvalitatiivisten menetelmien avulla taas syvällistä mutta huonosti yleistettävää tietoa. Jatkoksi tähän viisauteen kuuluu sanoa, että parhaaseen tulokseen päästään soveltamalla molempia menetelmiä, hyödyntämällä niiden parhaita puolia. Niinpä kvalitatiivisia menetelmiä pidetään hyödyllisinä esitutkimuksen teossa. Kvalitatiivinen tutkimus tuottaa luokitteluja, käsitteellisiä välineitä ja selityksiä erilaisille ilmiöille.*” Molemmille lähestymistavoille on siis paikkansa.

Taktiikan laitoksen tutkimukset ovat yleensä kehittämistutkimuksia koostuen tyypillisesti nykytilan selvittämisestä ja perustellusta esityksestä jonkin asian kehittämiseksi. Aikajana ulottuu tutkimuksissa vuosia tai vuosikymmeniä tulevaisuuteen. [Tyn98] Taktiikan tutkimus on siis tavoitteiltaan pääosin generalisoivaa ja tulevaisuuteen tähtäävää, mikä voidaan nähdä tuloksien kan-

nalta behavioralistisena¹¹, teknisen tiedon kannalta myös instrumentalistisena [vrt. Nii84], jossa tiedolla on välinearvo.

Taktiikan tutkimus on usein kvalitatiivista ja tutkimusta ohjataan yleensä tutkimuskysymyksillä, yhdellä pääkysymyksellä ja usealla alakysymyksellä, joista yleensä muodostuu myös tutkimuksen rakenne. [Tyn98]¹² Tutkimuskysymykset voivat olla kysyviä, jolloin tutkijalla ei ennakkokäsitystä tai ehdottavia kuten oletuksia tai hypoteeseja¹³ [Hal95]. Upseerikoulutuksessa on jo usean vuosikymmenen ajan muodostettu tieteellisen ajattelun lähtökohdat kasvatustieteiden suunnasta [Tyn98]. Kuvailevassa eli deskriptiivisessä tutkimusasetelmassa kuvataan systeemin tila tai historia ja yleistävässä eli generalisoivassa säännönmukaisuudet ennusteiden tai parannusten määrittelemiseksi [Nii84].

Tyypillinen taktiikan tutkimuksissa käytetty tutkimusmenetelmä on **asiakirjatutkimus**, jossa voidaan nähdä vaiheina tutkimuskysymysten määrittely, tutkimusaineiston laaja ja monipuolinen kerääminen, lähteiden luotettavuuden arvioiminen sekä tietojen ryhmittely ja yhdistely tutkimuksen rakenteen mukaisesti. Tulokset muodostetaan tekemällä johtopäätöksiä. [Saa00] Menetelmä voidaan käsittää yleensä induktiiviseksi, jolloin tieteellisyys syntyy yksityiskohtien dokumentoidun analyysin kautta. Mikäli tutkimukselle on määritetty tutkimushypoteesi, voidaan käyttää myös deduktiivista tutkimusotetta, jossa lähtöhypoteesin perusteella kerätään sitä tukevaa tai vastustavaa yksityiskohtatietoa ja lopuksi esitetään arvio hypoteesin oikeellisuudesta. Iskaniuksen [Isk96] mukaan menetelmän käyttö pitäisi kuitenkin pyrkiä rajoittamaan perusteiden määrittämiseen.

Ei-kokeellisessa seurantatutkimuksessa pyritään yleensä nopeiden johtopäätösten tekemiseen, joten tutkijan on oltava valmiiksi tutkittavan ilmiön asiantuntija. Tutkimustavassa ovat vaiheina rajatun tutkimustehtävän muotoilu, lähteiden etsiminen ja niiden taustojen selvittäminen luotettavuuden arvioimiseksi, yksityiskohtatietojen väitteiden vertaaminen teoriaan ja aiempiin havaintoihin vastaavista tilanteista sekä johtopäätösten muodostaminen yksityiskohtatiedoista. [Ala00] Taktiikassa tyypillinen tutkimuskohde on käynnissä olevan sodan seuraaminen ja tulkinta. Seurantatutkimus voi olla myös lähdemateriaalien keräämistä ja luokittelua muita tutkimuksia varten. [Saa00], jolloin sitä voidaan pitää perustutkimuksena. Asiakirja- ja seurantatutkimuksen ongelma kvantitatiivisen tutkimuksen kannalta on tulosten luonne, joka mahdollistaa lähinnä luokitteluasteikon käytön. Tuloksia ei yleensä voi myöskään esittää systemaattisen mallin avulla.

Taktista kokeilua¹⁴ käytetään tutkimusmateriaalin hankintaan tai johtopäätösten tarkastamiseen. Kokeiluja rajoittavat eniten kyvyttömyys käyttää sotaa vastaavia olosuhteita, lisäksi kustannussyistä kokeilut joudutaan teke-

mään pienillä joukoilla. Sota- ja taisteluharjoituksissa taas on kyse koulutus-tapahtumasta, jossa suoritukseen yleensä puututaan ulkopuolisen kouluttaja-organisaation toimesta. [Hal95] Kaksipuoliset simulaattorit ovat tuomassa lisää realismia ja niiden tuottamia tuloksia voidaan käyttää paremmin kvantitatiivisen tutkimuksen lähtöaineistoina. **Kokeellisessa seurantatutkimuksessa** joukkoon kuulumaton ulkopuolinen tarkkailija arvioi systemaattisella ja jäsennetyllä tavalla etukäteen valittuja parametreja. Tämä vaatii korkeaa ammattitaitoa, koska käytännössä taktisesta tilanteesta ei saa niin yksinkertaista, että arviointi onnistuisi ilman. Tutkimusta voidaan tukea tutkittavan joukon henkilöstölle tehtyinä kyselyinä tai haastatteluina. [Hal95] [Isk97]

Haastatteluilla ja kyselyillä on taktiikan tutkimuksessa usein suuri merkitys täydentämässä muita menetelmiä. Yksi tapa jalostaa tuloksia on tilastotieteellinen käsittely tai **delfimenetelmän** käyttö, jonka katsotaan sopivan hyvin esitutkimusvaiheeseen ja jossa pyritään muodostamaan työhypoteeseja esimerkiksi vertailevaan kenttäkokeeseen tai määrittäessä matemaattisia kertoimia ja parametrien arvoja. [esim Hal95] Ongelmana varsinkin oppilasupseerien kannalta on tarvittavien asiantuntijoiden löytäminen ja kokoon saaminen.

Ohjesäännöt ja oppaat muodostavat taktiikan tutkimuksissa usein merkittävän osan lähteistä. Oppaiden arvoa alentavat suorat lainaukset ulkomailta ja katteettomien toiveiden kuten puuttuvan sotavarustuksen tai toteutumattomien suorituskykyvaatimusten käyttäminen perusteina. Ohjesääntöjen sisältöä leimaa yleensä vahva kokemukseen perustuva tieto, jolloin ne ovat erityisen käyttökelpoisia nykytilan määrittämisessä [vrt. Tyn97]. Ohjesäännöt ovat yleistettyjä toimintaohjeita (best-known -practice) eivätkä varsinaisesti tutkimustuloksia, vaikka ne yleensä perustuvat tutkimukseen, kokemukseen ja kokeiluihin. Lisäksi ne ovat asiantuntijoiden kirjoittamia ja erikseen tarkastettuja.

Kenttäkokeissa ja seurantatutkimuksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota tulosten mittaamiseen ja taltiointiin. Tällöin mitta-asteikon valinta (luokittelu, järjestys, välimatka, suhde) ja sen vaikutukset tutkimukseen ovat merkittäviä [Hal95]. Vaikka aineistoa onkin hajanaisesti kerätty, mittaukselta puuttuu standardointi ja ainakin olosuhteiden vaikutusta mittaustapahtumaan on vaikea arvioida. Jotta kvantitatiivista menetelmää kyetään soveltamaan, pitää lähtötiedot esittää vähintään järjestysasteikkoa käyttäen [Nii84]¹⁵ (vrt. AHP suosiminen). Tavoitteena tulisi olla intervalli- tai suhdeasteikko.

1.4 Perusteita taktiikan kvantitatiivisille tutkimusmenetelmille

Tutkimusmenetelmälle voidaan asettaa seuraavia yleisiä vaatimuksia: [Hal95]

1. Luotettavuus; arvioitaessa korostuu tiedon hankkimismenetelmä.
2. Objektiivisuus; tutkija ei pyri vaikuttamaan tutkimuskohteeseen eikä tuloksiin eikä tieto ole kokonaan peräisin ohjesäännöistä, auktoriteeteista eikä intuitiosta.
3. Julkisuus; kuka tahansa vastaavan koulutuksen saanut ymmärtää ja kykenee toistamaan tehdyn tutkimuksen.
4. Itsensä korjaavuus; menetelmä ei systemaattisesti johda tutkijoita harhaan vaan virheet kyetään havaitsemaan ja poistamaan. Käytännössä tämä edellyttää rinnakkaisten menetelmien käyttöä tai takaisinkytkentää tutkimusongelmaan.

Kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuudelle (1) suurimman ongelman aiheuttaa systemaattisen taktisen tiedon keräämisen vähäisyys ja organisoimattomuus. Esimerkiksi harjoituskokemusten dokumentoinnin ja joukkojen toiminnan mittaamisen osalta on tehty erilaisia yrityksiä¹⁶, mutta keskitettyjä tietopankkeja ei ole eikä mittausmenetelmiä juurikaan kehitetä. Asiaa pyritään korjaamaan osana taktisen simulaattorin hankintaa kehitettävän LUOMU-sovelluksen kautta, jonne parametreja tukevaa tietoa voidaan kerätä, luokitella, muokata ja yhdistää. Objektiivisuuden (2) suurimpina ongelmina ovat harjoitustilanteiden poikkeaminen sodan oloista ja yleisesti vallalla oleva optimismi käytettävien joukkojen suhteen - sekä omien että vastustajan. Sotaa kuvataan yleensä kaoottiseksi, mutta tätä harvoin harjoitellaan edes kartalla. Myös organisaatioiden koulutustason, varustuksen ja perustamisvaiheen ongelmat tiedetään, mutta niitä ei juurikaan huomioida harjoituksissa. Julkisuu-den (3) osalta ongelmaksi tulee salattavuus, jolloin arvioijina ovat pääsääntöisesti toiset sotilaat ja muualla todetut tekijät pääsevät vaikuttamaan vain välillisesti. Itsensä korjaavuuden vaatimus (4) edellyttäisi, että käytettävät tutkimusmenetelmät on dokumentoitu, niiden antamien tulosten oikeellisuutta voidaan arvioida usealta eri kannalta ja menetelmiä kehitetään edelleen. Tämä työ on taktiikan osalta osin vasta käynnistymässä.

Monikriteerimenetelmää ja analyyttistä hierarkiaprosessia (AHP) voidaan käyttää taktiikassa esimerkiksi vaihtoehtojen vertaamisessa. Menetelmiin on mahdollista liittää herkkyys-, haittavaikutus- ja potentiaalisten ongelmien analyysi. [Hal95] [Isk97] Ongelmina ovat painokertoimien ja reuna-ehtojen määrittäminen lähinnä arvioimalla, vertailuarvojen vaikea saatavuus sekä liitettävien tekniikoiden heikko osaamistaso. AHP:n helppo käytettävyys saattaa hämärtää arvoissa olevan epävarmuuden ja antaa valheellisen kuvan vertai-

lun luotettavuudesta. Taktinen päätös on taistelun kaoottisuuden takia mahdollon optimoida ja ”keskimäärin paras” tuskin tuottaa sitä etua, jolla voitto voidaan saavuttaa: alivoimaisen pahin taktinen virhe on toimia keskimääräisesti, vain tietoisia ja hallittuja riskejä ottamalla on mahdollista voittaa. Menetelmät mahdollistavat myös hajontojen käytön ja riskien suuruuden arvioinnin.

Simuloinnin katsotaan soveltuvan hyvin materiaalin, sotavarustuksen, organisaatioiden ja toimintamenetelmien tutkimiseen ja kehittämiseen [Hal95] [Isk96]. Toteutus kuuluu sotatekniikan tutkimusalueelle, ellei käytetä valmiita ohjelmistoa, toisaalta myös tavanomaista sotapeliä voi pitää taistelun simulointina [Isk97]. Simuloinnin ongelmana on taktiikan riittävän yksikäsitteinen mallintaminen ja käytettävien parametrien määritys. Puolustusvoimissa on laadittu lähinnä ase - komppaniatasolle simulointiohjelmiä kuten ESTVA ja PSV, mutta niiden käyttö tutkimuksessa on vähäistä. Tilanne parantunee lähivuosina KESIn¹⁷ ja joidenkin muiden järjestelmien tullessa käyttöön. Taktiikan kannalta simulaattorin pelaajan jatkuva osallistuminen on siinä mielessä etu, että se kytkee myös taistelutaidon osaksi ratkaisuja. Toisaalta riittävän taistelujen määrän läpikäyminen jakauman aikaansaamiseksi on työstä.

Iskanius esittää **toimintaverkkomenetelmän** käyttökelpoisena ajan- ja resurssien käytön optimoinnissa sekä kustannusten minimoinnissa [Isk97]. Menetelmä on tehokas ainakin taistelun toteutuksen tutkimisessa ja projektinhallintaa onkin alettu opettaa osana upseerin perustutkintoa sovellettavaksi lähinnä hankintaprojekteissa ja työsuunnittelussa, mutta sen käytöstä ei ole vielä ohjeita tai hyviä esimerkkejä taktiikan ongelmien ratkaisemiseksi. Suurin haaste on osatehtävien kestojen ja resurssitarpeiden määrittäminen, koska tarvittavia tietoja ei ole valmiina saatavana.

Jonoteoria on Iskaniuksen mukaan käyttökelpoinen tutkimusmenetelmä ajan käytön optimoinnissa sekä organisaation testaamisessa ja kehittämisessä [Isk97]. Menetelmällä voidaan testata esimerkiksi tulen käytön organisointia tai huoltojärjestelmän toimintaa. Ongelmana sen laajempaan soveltamiseen on parametrien puutteen lisäksi mallinnettavien ongelmien monimutkaisuus, jolloin myös ratkaistavista malleista tulee monimutkaisia. Käytössä ei ole erityistä tietokoneohjelmaa, mutta osa ongelmista voidaan ratkaista MonteCarlo-simuloinnilla jopa taulukkolaskentaohjelmalla.

Peliteoriolla on esitetty olevan suuria mahdollisuuksia taktiikan tutkimuksessa [Isk97]. Ongelmana on laskennassa tarvittavan matriisin muodostaminen, eikä teorian vaatimien kertoimien määrittäminen onnistu kuin harvoissa tilanteissa. Lisäksi sodassa harvoin toimitaan siten, ettei lainkaan tunneta vas-

tustajan aikeita tai kyetä rajoittamaan sen valittavana olevia vaihtoehtoja. Osittain avoimien pelien laskenta on monimutkaista.

Systeemianalyysissa pyritään rakentamaan malleja. Kyseessä on kokoava (synteettinen) ja kokonaisvaltainen (holistinen) ajatustapa. Ongelma voi olla poikkitieteellinen, jossa osana on ihmisiä, tekniikkaa ja taloudellisia tekijöitä [Isk97]. Systeemi- ja operaatioanalyysin välillä ovat eroina operaatioanalyysin paikallisuus, kvantitatiivisuus ja tiukka menetelmäsidonaisuus [Kop96]. Systeemianalyysia on tavallaan käytetty perusteena sekä tutkimustöissä että ohjesäännöissä, joissa käsitellään laajoja asejärjestelmiä. Ongelmana on tyyppillisesti se, että systeemi kyetään kuvaamaan vain kvalitatiivisin termein, jolloin mallin käyttö kvantitatiivisesti ei onnistu. Pehmeän systeemianalyysin mallinnus- ja analyysitekniikat voisivat antaa parempia tuloksia.

Aiemmin kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttö opetettiin yleisesikuntaupseerikursseilla osana tekniikan lisäopintoja. Perinteinen taktiikan tutkija pitääkin usein menetelmien vaatimaa mittaamista ja abstraktien tai tunneräisten tekijöiden kuten taistelutahdon huomioimista yhteen sovittamattomina. Kun systemaattiset arvot vielä puuttuvat ja menetelmät koetaan tekniikan opetuksen alennustilan takia vaikeina¹⁸, ei kvantitatiivisia menetelmiä juurikaan käytetä taktiikan tutkimuksessa apuna.

2. TAKTIIKAN MALLINTAMINEN

Kuvatuissa menetelmissä on parametriarvojen puuttumisen lisäksi kaikissa sama ongelma - taktiikkaa ei osata, pystytä tai haluta mallintaa siten, että sitä voitaisiin analysoida laskennallisesti. Sotateknisen tutkimuksen perusteiden kannalta on kuitenkin oleellista, että taktiikka kykenee tuottamaan kvantitatiivisia perusteita hankintojen lähtökohdaksi. Myös taktisen päätöksenteon tulisi perustua ainakin osaltaan kvantitatiivisille arvioille. Kyse on lähinnä kyvystä käyttää operaatio- ja systeemianalyysin työvälineitä. Mallilla tarkoitetaan tulkintaa, jossa formaali teoria toteutuu. Mallit voidaan jakaa esittäviin kuten pienoismalli, teoreettisiin kuten oletuskokoelmat ja imaginäärisiin, joita ei edes oleteta tosiksi. [Nii84] Taktiikan mallit ovat pääosin esittäviä malleja. Taktiikan teoriaa kuten Clausewitzin ajatuksia voidaan pitää teoreettisena mallina.

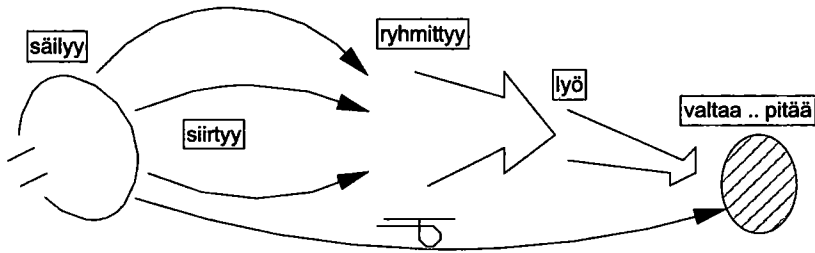
2.1 Taktiikan päätekijät mallintamisen perustana

Taktiikan yleisesti käytetyt päätekijät ovat **tuli, liike, suoja** sekä **tiedustelu ja johtaminen**. Lisäksi yhtenä tekijänä voidaan nähdä myös **taistelukyvyyn säilyttäminen** lähinnä huollon avulla. On myös esitetty [vrt. esim. Ahv02], että informaatio- ja tiedustelun käynnissä **tieto** muodostaa uuden päätekijän. Minimi-

määrä toiminnallisia tekijöitä ovat oma joukko, vastustaja, ympäristö ja aika [Ahv02]. Jaottelu muodostaa yhden aselajiriippumattoman lähtökohdan joukon käsittelylle systeemianalyysin välinein.

Päättekijöihin perustuvan tutkimusasetelman etuna on taktisen toiminnan käyttö lähtökohdana, jolloin tapa soveltuu myös epäsymmetristen tilanteiden analysointiin ja sillä voidaan tutkia myös yhtymätason joukkojen toimintaa. Joukon suorituskykyvaatimusten pohjana on joukolle suunniteltu tehtävä osana taisteludoktriinia. Joukon suorituskyvyn kokonaisvaatimus määritetään usein kykynä taistella menestyksekkäästi vastustajan jonkun organisaation kanssa ja vaatimus on usein toteamuksena esimerkiksi ohjesäännön alussa.

TEHTÄVÄ - TAKTIikka ASETTAA VAATIMUKSET



TULI - LIIKE - SUOJA - JOHTAMINEN&TIEDUSTELU - TSTKYVYN SÄILYTYS

Kuva: Taktiikan tyypillinen tutkimusasetelma on joukon toiminta.

Kun omat ja vastustajan joukot tunnetaan, voidaan tekninen **tulenkäyttökyky** mallintaa kvantitatiivisin termein lähinnä summana sotatekniikasta. Usein kyky esitetään etäisyyden funktiona ja taistelumaasto voidaan huomioida käyttäen keskimääräisiä ampumaetäisyyksiä; tarkastelutapaa sanotaan usein voimasuhdeanalyysiksi. Esimerkki menetelmän käytöstä on numerossa 50/1992 [Lai92] joukon panssarintorjuntakyvyn kannalta. Menetelmää on käytetty myös sotapelien laskentamallin taistelupotentiaalien pohjana. Mallin vähäiselle käytölle taktiikan tutkimuksessa on ainakin kolme syytä. (1) Hyväksytyä mallia eri aseiden kokonaisvaikutuksesta ei ole esitetty ja tutkimukset ovat yleensä erillisiä ase - vasta-ase tai kaksintaistelutarkasteluja. Tulen kokonaiskäytön suunnitelma on osa taktista johtamisprosessia, mutta se on nykymuodossaan esimerkiksi tykkien lukumäärän tarkastelu, ei kranaattien tehon. (2) Eri asejärjestelmien teoreettista suorituskykyä ei meillä tunneta eikä tietoja kerätä systemaattisesti. Arviot perustuvat jopa esitetason lähteisiin eikä vastustajan aseiden suorituskykyä laajasti tutkita tai seurata. Parametriarvot ovat

siis puutteellisia. (3) Lisäksi menetelmän käyttö antaa usein omille joukoillemme epäsuotuisia tuloksia alivoimaisen teknisen suorituskyvyn takia eikä malleissa yleensä huomioida henkisiä tekijöitä. Lupaavimmat kvantitatiiviset tavat tutkia ongelmaa ovat simulointi ja edistyneen voimasuhdemallin käyttäminen. Molemmat vaativat kuitenkin laajan ja luotettavan parametritietokannan sekä testattujen mallien muodostamisen.

Liike jaetaan tyypillisesti taktiseen ja operatiiviseen liikkeeseen. **Taktisella liikkeellä** tarkoitetaan kykyä taistella maastossa. Suomalaisen taktiikan keskeisenä ylivoimatekijänä pidetään kykyä käyttää maan vaikeita maasto-olosuhteita hyväksi. Tällä on perinteisesti tarkoitettu pyrkimystä taisteluun metsässä, jossa jalkaväkiaseisiin ja jalkaväkitaisteluun sidottu sotavoima on tulen kannalta vastustajan kanssa aukeamaastoa tasaväkisempi. Tekijä on osin muuttumassa joukkojemme (ilma)mekanisoinnin myötä. Kyky taktiseen liikkeeseen riippuu maastosta ja sääolosuhteista. Tämä voidaan ottaa huomioon maastoanalyysillä, joka on myös otettu uudessa johtamisprosessissa rutiinina omaiseksi toimenpiteeksi. Ohjeet maastoanalyysin tekoon pääosin puuttuvat ja tietokoneavusteisissa analyysissä on vielä aineistollisia, laskennallisia ja menetelmällisiä puutteita. Teoriassa analyysi voidaan kuitenkin tehdä jopa ajoneuvoluokittain. Analyysillä voi verrata vastustajan joukon liikkumiskykyä omaan joukkoon.

Operatiivisella liikkeellä on perinteisesti tarkoitettu kykyä siirtää joukko taisteluun vastustajan kanssa sen välittömän tulen käytön ulottumattomista. Nykyisin tekijä korostuu, koska taistelukentän tyhjiys edellyttää kykyä saada vastustaja kiinni, toisaalta vähenevä joukkomäärä pakottaa alueellisessa puolustusdoktriinissa suurempiin toiminta-alueisiin ja niiden myötä pidempiin siirtomatkoihin. Operatiivinen liike tapahtuu pääosin moottorimarssina. Tällöin ratkaisevaa on käytettävän tiestön tunteminen, ajonopeus ja toimintamatka. Tekijä on mallinnettavissa. Tekijöiden huomioiminen on mahdollista operaatioanalyysiin luettavaa verkko-optimointia käyttäen, kunhan optimointikriteerit ja kustannukset määritetään taktisin termein. Myös vastustajan pyrkimys estää liikettä sirotemiinoittamalla, ylikulkupaikkoja tuhoamalla ja tulen käytöllä lähinnä ilmasta voidaan liittää malliin. Menetelmän käyttö vaatii tietokonetta ja soveltuvia ohjelmia sekä monipuolisia paikkatietoaineistoja. Toisaalta kykyä ylläpitää liikuntaverkko toimintakykyisenä voidaan käyttää tähän tarkoitettun joukon suorituskykyvaatimuksen perustana.

Suoja on päätekijöistä vaikeimmin mallinnettavia, koska sen osatekijöiden - linnoittamisen, hajauttamisen, maastouttamisen, liikkeen, panssaroinnin, harhauttamisen - vaikutukset ovat usein vastakkaisia ja riippuvia toisistaan. Tekijää voidaan yrittää lähestyä konseptien eli suojayhdistelmien kautta. [Hyy98] Suojaa voi tutkia ainakin todennäköisyyslaskennan avulla. Suoja, ja

varsinkin sen puute, vaikuttaa myös joukon tulenkäyttökykyyn ajan funktiona ja näkyy yleensä tappioiden taistelun aikana.

Tiedustelukyky on tietyllä tarkkuudella mallinnettavissa tiedustelujoukkojen muodostaman alueellisen peiton ja erilaisten sensoreiden peittoalueiden avulla. Lisäksi on huomioitava tietojen välittämisen aikaviive. Teoreettiset peittoalueet voidaan määrittää näkemäanalyysillä, mutta se, havaitaanko alueella oleva vastustaja tai tunnistetaanko se oikein, on tehokkaimmin tutkittavissa simuloinnilla. Muodostetaanko havainnoista oikeita johtopäätöksiä on arvioitavissa lähinnä havainnoinnilla ja kokeiluilla erilaisissa harjoituksissa.

Johtaminen on mallinnettavissa esikunnan kannalta ajallisena kykyinä tehdä päätöksiä eli toimintasyklillä¹⁹. Laajemmin nähtynä johtaminen voitaisiin kuitenkin nähdä management-termin kautta kykyinä tehdä suunnitelma, joka on toteuttamiskelpoinen. Taktinen suunnitelma muodostuu taistelujaotuksesta, joukkojen tehtävistä ja ajallisesta kehyksestä, joka antaa mahdollisuuden käyttää projektinhallintaan kehitettyjä teknisiä menetelmiä suunnitelmien tarkasteluun simuloinnin lisänä. **Tietoulottuvuus** on näistä vaikeimmin hallittavissa, koska se näyttäytyy vasta päätösten tehokkuuden kautta.

Taistelukykyyn ylläpitämiseen lasketaan kuuluvaksi kaikki ne toimenpiteet, joita käytetään joukon materiaallisen tai henkisen taistelukykyyn ylläpitämiseen. Näitä ovat materiaali- ja polttoainetäydennys, korjaaminen, haavoituneiden ja kuolleiden evakuointi sekä lepo. Tärkeimmät materiaalitäydennykset kohdistuvat ampumatarvikkeisiin ja polttoaineisiin, joiden vaikutus voidaan ottaa huomioon tulen ja liikkeen tekijöiden kautta ja päästä kohtuullisen luotettavaan kvantitatiiviseen malliin aikaan sidotulla materiaaliavirralle. Kaluston korjaamista voidaan mallintaa jonoteorian avulla, koska korjaus on luokiteltu kolmelle tasolle (a, b, c) vaurion laadun ja ennakoitujen korjausajan mukaisesti. Huoltomuodostelmille on muodostettu vastaavalla tavalla suori-tevaatimukset, joiden toteutumista voidaan mitata harjoituksissa. Haavoituneiden ja kuolleiden evakuoinnilla on keskeinen vaikutus joukon henkiseen kestävykykyyn. Käytettäviä parametreja ovat ensihoito, evakuointiaika ja selviytymisaste. Tekijät ja niiden vaikutukset ovat kuitenkin vaikeasti mallinnettavissa kvantitatiivisesti.

2.2 Joukkojen kaksintaistelu alamallina

Kaksintaistelumallien käyttäminen on luonteeltaan edellisessä alaluvussa esitetyn kaltaista, mutta malleissa käsitellään tyypillisesti vain tuli-vaikutusta yhdistettynä taktiseen liikkeeseen. Stokastisten mallien katsotaan meillä soveltuvan parhaiten pienten, enintään komppanian kokoisten joukkojen tutkimiseen. Deterministinen kaksintaistelumalli perustuu ajatukseltaan usein pel-

kistykseen, että käytettävä yksikkö on ominaisuuksiensa summa eikä sitä enää jaeta osiin.

Länsimaissa suuriakin kaksintaisteluja alettiin toisen maailmansodan aikana mallintaa Lancasterin taisteluyhtälöillä, jotka perustuvat differentiaalilaskentaan. Yhtälöt testattiin käyttämällä jo tapahtuneita taisteluita ja oletettiin tilastollisten virheiden kumoavan toisensa taistelun ollessa tarpeeksi suuri. Vastaavat mallit johdettiin Venäjällä Osipovin toimesta. Yhtälöiden käytön vaikeus on, ettei niissä käytettävillä kertoimilla yleensä ole konkreettista vastinetta todellisuudessa. Simulointi on tyypillisin kaksintaistelumallien käyttäjä.

2.3 Sotajoukko järjestelmänä

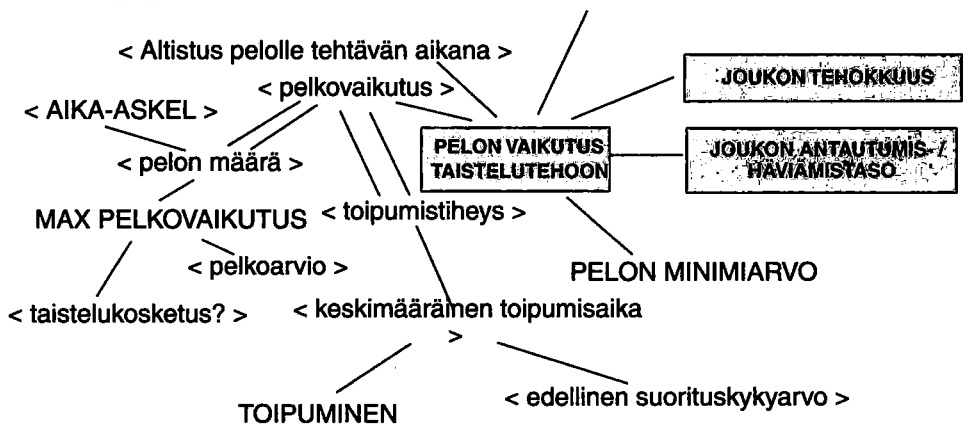
Asejärjestelmä on maalissa halutun asevaikutuksen aikaansaamiseksi tarvittava, erilaisista osajärjestelmistä muodostuva kokonaisuus. Osajärjestelmiä ovat muun muassa ammunnanhallintalaitteet, ajoneuvot, paikantamislaitteet, mittausvälineet sekä huolto- ja koulutuslaitteet. [YlAse98] Lähtökohdan taktiselle mallintamiselle muodostaa sotajoukon käsittely vastaavana järjestelmänä. Pyrkimys on nähtävissä tykistön ja ilmatorjunnan sekä merivoimien ja rannikkotykistön ohjesäännöissä, joissa koko sotavoima on jo jaettu toiminnallisiksi osiksi. Esimerkiksi tykistöjärjestelmä on kuvattu matriisina, jossa perusjakona on kenttätykistö, kranaatinheittimistö ja moottoroitu rannikkotykistö. Nämä on edelleen jaettu tiedustelu-, tulenjohto-, viesti-, tuliasematoiminta-, sääpalvelu-, huolto- ja johtamisjärjestelmiin. [KTO97] Yleisesti ei kuitenkaan ole esitetty tapaa käsitellä kokonaisjärjestelmän suorituskykyä.

Perusjako voisi olla seuraava²⁰ :

- vaikuttava osajärjestelmät (ase, väline tms)
- johtamisjärjestelmä (tulenjohto, viesti, laskenta ml prosessit)
- liikkumisjärjestelmä (strateginen, operatiivinen, taktinen)
- tukevat osajärjestelmät (sää, suoja jne)
- ylläpitävät osajärjestelmät (huolto)
- koulutusjärjestelmä

Kun joukko on jaettu osajärjestelmiin, voidaan suorituskykyvaatimukset määrittää jokaiselle osajärjestelmälle erikseen. Perustana voidaan käyttää joko esitettyä ”organisaatioiden kaksintaistelua” tai määrittää doktriinin avulla vaatimuksia kullekin osakokonaisuudelle. Lisäksi voidaan käyttää teknisien järjestelmien tutkimusmenetelmiä kuten varmentamista tappionkestokyvyn määrittämisessä tai prosessikaavioita ja jonoteoriaa suoritusten seuraamisessa. Järjestelmätarkastelun heikkoutena voidaan pitää rakennetta tarkastella ihmisten muodostamaa kokonaisuutta lähinnä koneena.

Systeemidynamiikka tarjoaa yhden menetelmän mallintaa monimutkaisten tekijöiden yhteisvaikutus laskennalliseen muotoon. Osana metamallia voidaan käyttää sekä deterministisiä että stokastisia malleja [RMCS00]. Etuna on mahdollisuus esittää eri tekijöiden vaikutukset visuaalisena kuvana, jolloin ihmiselle on helpompi hahmottaa syntyvä riippuvuuksien kokonaisuus. Tämän hetken työkaluilla on mahdollista kääntää tehdyt mallit suoraan ohjelmointikielelle, joten malli on tavallaan osa korkean tason ohjelmointikieltä. Systeemidynaamiseen kokonaismalliin voidaan liittää muilla menetelmillä tehtyjen analyysien tuloksia, jolloin vastuuta mallien validoinnista ja kehittämisestä voi jakaa eri alojen asiantuntijoille. Lisäksi malliperheiden synnyttäminen on mahdollista ilman jäykkää hierarkiaa; eri tasoisia ja eri resoluutioisia malleja yhdistetään vain tulosten tasolla.



Kuva: Systeemidynaaminen malli, joka kuvaa pelon vaikutusta joukon taistelutehoon [Tet00]. Käännös kirjoittajan.

Vastaavalla tavalla voidaan ottaa huomioon liikkeen kumuloituvat vaikutukset tai esimerkiksi usean joukon näkyminen yhtä aikaa.

Systeemidynaaminen malli on liitettävissä osaksi simulaattoria tai tutkimusjärjestelmää. Menetelmää voi kokeilla esimerkiksi VENSIM-ohjelman²¹ avulla, jonka personal learning edition versio on ilmainen. Kehitteillä ollut Commander SE simulaattori perustui systeemidynaamiseen mallinnukseen.

3. SIMULAATTORI TAKTIIKAN TUTKIMUSVÄLINEENÄ

Monipuolisiin malleihin perustuva kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä on taktisen tason²² simulointi. Esitetyn jaottelun perustaksi on analysoitu neljätoista olemassa olevaa järjestelmää ja tutkimuksesta on laadittu erillinen julkaisu [Hyy02]. Mallin yleistyksellä (aggregation) tarkoitetaan mallilla kuva-

tun laskennallisen yksikön kokoa. Yksityiskohtaisessa mallissa (entity level) yksikkönä on yksittäinen ajoneuvo tai ryhmä sotilaita (1. taso). Yleistetyissä malleissa (constructive model) voidaan erottaa joukkue (2. taso), komppania (3. taso), pataljoona (4. taso) ja prikaati (5. taso). Mikäli malli on tarkempi, voidaan yksittäinen asejärjestelmä mallintaa esimerkiksi erottamalla miehistö, lavetti, ase ja tulenjohto (-1. taso)²³. Yleistämisen rinnalla voi käyttää termiä resoluutio.

Taktisen simulaattorin perusvaatimuksena on ratkaisumallien luotettavuus, joka on oltava osoitettavissa. Tätä tukevat taistelujen ratkaisu riittävän yksityiskohtaisella tasolla, jolloin käytettävät parametrit voidaan mitata reaali maailmasta mahdollisimman yksikäsitteisesti, mahdollisuus toistaa simulointi riittävän monta kertaa keskiarvojen ja poikkeamien määrittämiseksi ja mahdollisuus toistaa simulointi muuttaen parametrialvoja herkkyytarkastelun ja uusien välineiden tehon vertailemiseksi.

Asejärjestelmätason **SA1-simulaattorissa**²⁴ primäärimallit ovat yksittäisiä asejärjestelmiä. Tehtävien, reittien ja ryhmitysten käskemisestä vastaavat pelaajat, jolloin syntyy päätöksenteossa ja tutkimuksessa ongelmallinen human-in-the-loop -rakenne, toisaalta koulutus ja inhimillisten tekijöiden vaikutukset johtamiseen on helppo huomioida. Käytettävät taistelumallit perustuvat esimerkiksi stokastiseen Monte Carlo tyyppiseen simulaatioon, jolloin tulokset ovat yksittäisiä ja vaativat nopeaa, sekuntiluokan laskentarytmiä. Mallit ovat tehokkaimmillaan symmetrisissä taistelutilanteissa eri asejärjestelmien välillä. Järjestelmä huomioi liikkeen aikana toimintamaaston erilaisina hidastavina tekijöinä ja asejärjestelmien välinen interaktio syntyy jatkuvaan näkemäviivaan (LOS, Line-of-sight) perustuen; tekijät kuten havaitseminen, ampumataky ja maalin taustan vaikutus ovat osa mallia. Laskentakyky ja aineiston tarkkuus asettavat reuna-ehdot simuloinnin realistisuudelle ympäristötekijöiden suhteen - käytännössä tyypillinen resoluutio järjestelmissä on 50 metriä²⁵, pelimaailmassa on käytössä jopa kilometriluokan pikseleitä.

SA1-tyyppisen simulaattorin parametrit voidaan mitata lähes²⁶ sellaisinaan reaali maailman ilmiöistä. Järjestelmää voidaan käyttää tutkimuskäytössä ajallisesti lyhyissä ja taktisesti rajoitetuissa, lähinnä taisteluteknisissä tilanteissa, jossa vertailtavana ovat tyypillisesti asejärjestelmien tehokkuusluvut. Keskiarvojen ja jakaumien selvittämiseksi kukin skenaario on toteutettava kymmeniä kertoja. Tuloksia voidaan käyttää edelleen suuremman yleistystason mallien parametrien määrittämisessä. SA1-simulaattori ei sovellu päätöksenteon tukijärjestelmäksi hitautensa sekä suuren toisto- ja pelaajamäärän takia. Esimerkkejä SA1-tyyppisistä taktisista simulaattoreista ovat Yhdysvaltojen JANUS ja WARSIM, Israelin ABS2000, saksalainen Suomeenkin hankittu GESI,

unkarilaiset MARS ja MARCUS sekä hollantilainen KIBOWI. Järjestelmät ovat suuria ja ulkoasultaan vanhahtavia.

Yksi tapa vähentää pelaajamäärää on ohjelmoida järjestelmään joukkue- tai jopa komppaniatason taisteluteknistä älykkyyttä. **SSA-simulaattorin**²⁷ primäärimallit ovat yksittäisiä asejärjestelmiä ja pääosa laskennasta tapahtuu niiden tasolla. Mallit ohjaavat molempia osapuolia ja synteettisen joukon on tyypillisesti oltava melko homogeeninen. Tehtävien ja pääpiirteisten kulkureittien suunnittelusta ja käskemisestä sekä ryhmittämisestä vastaa edelleen pelaaja, mutta käskyt annetaan joko joukkue- tai jopa komppaniatasalle²⁸. Järjestelmä pystyy rajoitetusti optimoimaan kulkureittejä ja valitsemaan tuliasemat, maasto on mallinnettu 100...250 metrin resoluutiolla käyttäen enintään kymmentä maastoluokkaa, joissa on huomioitu myös yhdistettyjä sotilaallisia vaikutuksia²⁹. Taistelutekniikka on ohjelmoitava ja mallien päivittäminen tai muokkaaminen parametrisoimalla on vaikeaa, lisäksi älykkäiden mallien testaaminen on monimutkainen ja paljon resursseja vaativa tehtävä erityisesti epäsymmetrisissä taistelutilanteissa. Muualla ohjelmoitujen mallien käyttö ei useinkaan onnistu³⁰.

SSA-simulaattori sopii prikaatitason taktiikan kouluttamisen pelaajamäärän pysyessä kohtuullisena. Simulointi kykenee ainakin osin tuottamaan kuvan taistelun kaaoksesta ja pakottaa koulutettavan esikunnan jatkuvaan johtamistoimintaan, toisaalta mallien epäuskottavuus ja ohjautumattomuus ovat riskeinä. Järjestelmä ei ole kovin herkkä eri osapuolten pelaajien määrälle ja vastustajan oikean taistelutekniikan osaamiselle, joten pelaajien taktinen koulutus on tästä syystä edellistä helpompaa. Toisaalta mallien oikea käyttäminen ja varsinkin ohjelmointi vaatii toimintaperiaatteiden tuntemista. Järjestelmää voidaan käyttää tutkimukseen ajallisesti joidenkin tuntien ja taktisesti jopa prikaatin kehyksessä. Vertailtavana ovat yleensä asejärjestelmien tehokuusluvut, mutta myös organisaatioiden rakenteita ja yhteistoimintaa voidaan tutkia. Keskiarvojen ja jakaumien selvittämiseksi kukin skenaario on toteutettava kymmeniä kertoja. SSA-simulaattori soveltuu jossakin määrin myös päätöksenteon tukijärjestelmäksi käskytyсноpeutensa ja yleistettävyytensä ansiosta ja sitä voidaan käyttää taktiikan havainnollistamisvälineenä. Esimerkkejä järjestelmistä ovat Yhdysvaltalainen ModSAF ja uusi OneSAF sekä saksalainen HORUS.

Tällä hetkellä yleisin tapa toteuttaa yhtymiä käsitteleviä taktis-operatiivisia simulaattoreita ja päätöksenteon tukijärjestelmiä on käyttää deterministisiä taistelumalleja. **DY-simulaattorin**³¹ primäärimallit ovat valitun tasoisia joukkoja, joilla laskenta tapahtuu. Kokonaisuus voi skaalautua noin kahden tai kolmen organisaatiotason verran, mutta saman integrointimallin käyttäminen usealla tasolla ei yleensä ole mahdollista. Taistelumallit perustuvat esimerkik-

si Lanchester tai QJM-tyyppiseen mallinnukseen, jolloin tulokset ovat keskiarvoistavia, jossakin mitassa on mahdollista tuottaa myös jakaumia. Tulevaisuudessa sumean logiikan käyttäminen voi antaa mahdollisuuden tulosten luotettavuuden monipuolisempaan arviointiin. Mallinnustavan heikkoutena on kykenemättömyys huomioida järjestelmävaikutuksia tappioiden kohdentamisessa joukon ollessa tavallaan musta laatikko, josta tunnetaan vain sen yhdistetyt ominaisuudet. Taktiikkapeleissä tätä on korvattu siten, että tappioiden kohde joukon sisällä määritetään stokastisesti, minkä jälkeen sen kohdistuminen kriittiseen elementtiin huomioidaan erikseen. Näin voidaan tiettyyn rajaan saakka kuvata taistelun kaoottista ja ennustamatonta luonnetta.

Laskentarytmi voi olla kymmenien sekuntien tai minuuttien luokkaa, jolloin taistelun kulun suurikin nopeuttaminen on mahdollista. Mallit ovat tehokkaita symmetrisissä taistelutilanteissa, mutta myös koon tai asetyyppien suhteen epäsymmetriaa kyetään ainakin rajoitetusti hallitsemaan. Mallinnettu joukko voi olla sisäisesti hyvinkin heterogeeninen. Tehtävien ja pääpiirteisten kulkureittien suunnittelusta ja käskemisestä vastaa pelaaja. Käskyt annetaan yleensä kahta tasoa tutkittavaa organisaatiota alemmalle tasolle, esimerkiksi prikaatissa komppaniatasalle. Toimintamaasto otetaan huomioon vaikutuskertoimina liikkeeseen, näkemään, taistelutehoon ja kantamiin, jotka vaikuttavat joukkojen perusparametreihin. Asejärjestelmien välinen interaktio syntyy lähinnä joukkojen joutumisesta riittävän lähelle toisiaan, mitä varten maastotekijät on määritetty esimerkiksi toimintasäteinä. Toimintamaastossa voidaan huomioida muun muassa elektroniseen sodankäyntiin, suojeluun, maastouttamiseen ja linnoittamiseen liittyvät tekijät vastaavalla tavalla kulkukelpoisuuden kanssa.

DY-simulaattorin vaatimia parametreja pystytään harvoin sellaisenaan mittaamaan reaali maailmassa, tosin kaksipuolinen simulointi maastossa on avaamassa tähän uusia mahdollisuuksia. Mallit ja niiden tulokset on yleensä verifioitava alemman tason stokastisilla malleilla. Mallien muokkaaminen ja niiden käyttäytymisen hallinta parametrisoimalla on mahdollista, mutta tulosten järkevyyden voidaan taata vain ennalta testatuissa tilanteissa. Parametrit voidaan määrittellä joissakin simulaattoreissa tuloksista lähtien, jolloin käyttäjä määrittää skenaarion, ajan sekä halutun lopputuloksen ja järjestelmä esittää tarvittavat parametrit. Tämä mahdollistaa intuition ja historiallisen aineiston hyväksikäytön.

DY-simulaattori sopii yhtymätason operaatioiden ja taktiikan kouluttamiseen ja havainnollistamiseen. Simulointi ei kykene aidosti kuvaamaan taistelun kaoottisuutta, mutta nopeutetuilla skenarioilla esikunnat voidaan pakottaa jatkuvaan päätöksentekoon ja mallien hajonnalla voidaan generoida epäennustettavuutta. Tyyppi ei ole herkkä eri osapuolten pelaajien määrille tai

vastustajan taistelutekniikan osaamiselle. DY-simulaattoria voi käyttää tutkimuskäytössä ajallisesti useiden tuntien jaksoina myös operatiivisessa kehityksessä. Vertailtavana ovat tyypillisesti uusi doktriini ja uudet organisaatiot. Kukin skenaario pitää toteuttaa vain kerran, jolloin tulosten vertaaminen on nopeaa, mutta jakaumien aikaansaanti on haaste. Järjestelmä soveltuu päätöksenteon tukijärjestelmäksi laskenta- ja käskytyksnopeuden sekä yleistettävyytensä ansiosta.

Esimerkkejä tämän tyyppisistä simulaattoreista ovat ruotsalaiset ruleset-rakenteisiin perustuvat CELL TYR ja CWS, Iso-Britannian kehitystyön alla ollut Commander SE ja Päätöksen teon tukijärjestelmänä käytettävä CLARION sekä NATOn rintamatasoinen JTLS. Monet taktiset tietokonepelit toimivat tämän tyyppisesti. Ääriesimerkkinä DY-tyypin simulaattorista on optimointitehtävää tukeva lähestymistapa, jossa maaston ja ympäristön vaikutukset pelikistetään koko taistelualuetta kokevina joko yhteen tai muutamaan parametriarvoon.

4. TULEVAISUUDEN KEHITYSMAHDOLLISUUDET

Komentaja- ja esikuntasimulaattorin hankinnan myötä myös meille on mahdollisuus synnyttää riittävän suuri kokonaisuus, joka kykenee tukemaan taktiikan kvantitatiivista tutkimusta simuloinnilla koulutuksen ohella. KESI-järjestelmän on suunniteltu olevan käyttövalmiina vuoden 2004 kuluessa. Tutkimuskäytön aloittamiselle LUOMU-järjestelmän käyttöön saanti ja tietojen kerääminen muodostaa kuitenkin tärkeämmän kokonaisuuden, koska kaikki kvantitatiivinen tutkimus perustuu joiltakin osin parametrien käyttämiseen. Keskeisin syy kvantitatiivisen tutkimuksen tämän hetken ongelmiin on **läh-tödatan puute**.

Toinen ongelma on taktiikan **mallintamisen** perinteen ja osaamisen tila. Useassa tapauksessa tutkimus jää puutteelliseksi, koska esimerkiksi ympäristökijät on jätetty määrittämättä. Yleisten mallien avulla tutkimuksille saataisiin sama perusta - tärkein näistä malleista on taistelun kuva. Esimerkiksi RMSC:ssa on käytössä useita erilaisia, eri tasoisia ja erilaisiin taistelumalleihin perustuvia simulaattoreita, joita voidaan käyttää ristiin, rinnakkain ja toistensa kalibrointiin. Taktiikassa taistelumalleja voitaisiin myös tutkia ”väärin päin”, eli lukuarvojen sijasta keskittyä malleihin liitettuihin tekijöihin ja niiden vuorovaikutuksiin. Systemidynamiikalla voisi tässä suhteessa olla paljon annettavaa.

Lopuksi meiltä puuttuu vielä kulttuuri, joka pyrkisi **tutkimaan taktiikan tutkimiseen soveltuvia tutkimusmenetelmiä**. Tässä on haastetta erityisesti Maanpuolustuskorkeakoululle. Kvantitatiivinen ”kova” taktiikan tutkimus on

yleensä yhdistelmä useasta erilaisesta tutkimusmenetelmästä. Asioiden tila voidaan esittää asiakirjatutkimuksella, tutkimusalue rajoitetaan mallintamalla ja soveltava tutkimus tehdään tämän jälkeen esimerkiksi monikriteerivertailuna. Tällöin ongelmaksi voi muodostua myös menetelmien peräkkäinen soveltaminen ja virheiden kertautuminen sekä eri osa-alueiden jääminen ”keveiksi” ajan puutteen takia. Ongelman välttämiseksi tulisi pyrkiä toisiaan seuraaviin osatutkimuksiin ja näiden yhdistämiseen.

Yleisesikuntamajuri Mika Hyytiäinen palvelee Maanpuolustuskorkeakoulussa tutkijaesiupseerina. Hän osallistuu Taistelun kuvat 2020 -tutkimukseen ja valmistelee väitöskirjaa maastoanalyysien sotilaallisesta käytöstä Teknilliselle korkeakoululle.

Lähteet:

- [Ahv02c] Ahvenainen, Sakari: Verkostosodankäynti - 21.vuosisadan teknis-organisatorinen vaikuttamistapa. Sotilasaikakauslehti, I osa 4 / 2002, II osa 5 / 2002.
- [Ala99] Alasuutari, Pertti: Laadullinen tutkimus, Vastapaino 1999, 3.uudistettu painos. ISBN 951-768-055-4.
- [Ala00] Haastattelu kommodori Georgij Alafuzoff aiheena seurantatutkimus. 15.2.2000.
- [Eco89] Eco, Umberto: Oppineisuuden osoittaminen eli miten tutkielma tehdään. Suomentanut Pia Mänttari. Vastapaino 1989. ISBN 951-9066-29-2.
- [Esk00] Eskola, Jari ja Suoranta, Juha: johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino 2000, ISBN 951-768-035-X.
- [Grö82] Grönfors M: Kvalitatiiviset kenttätymenetelmät. WSOY 1982.
- [Hal67] Hallila, Allan: Sotatieteellinen tutkimus tutkimustoiminnan kokonaiskentässä. Tiede ja ase 32 / 1967. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.
- [Hal95] Halonen, Kyösti: Sovelletun taktiikan tutkimus, luentorunko 25.9.1995 yleisesikuntaupseerikurssille
- [Hir97] Hirsijärvi, Sirkka, Remes, Pirkko, Sajavaara, Paula: Tutki ja kirjoita, Kirjayhtymä Oy 1997. ISBN 951-26-4184-4.
- [Huh01] Huhtinen, Aki-Mauri: Oppilasupseerit tutkijoina, Tieteellisen tiedon tuottaminen Maanpuolustuskorkeakoulussa, MpKK Johtamisen laitos, Helsinki 2001. ISBN 951-25-1220-3, ISSN 1455-7495.
- [Hyy99] Hyytiäinen, Mika: Passiivisen suojan konsepti. Tiede ja ase 57 / 1999. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.
- [Hyy02] Hyytiäinen, Mika: Maasodankäynnin taistelumallit ja taktiset simulaattorit - Paikatiedon käyttötapa, TKK Maa 123.520 erikoistyö, 149 sivua 04.02.2002.
- [Häg01] Hägglund, Gustav: Suomen puolustus. Toimittanut Ulla Appelsin. Gummerus Jyväskylä 2001. ISBN 951-566-061-0.
- [Isk97] Iskanius, Markku: Operaatiotaidon ja taktiikan tutkimus sekä tutkimusmenetelmät, Taktiikan laitoksen julkaisu, taktiikan asiatietoa 1/1997.
- [Isk98] Iskanius, Markku: Operaatiotaidon ja taktiikan opettajan ohje, Taktiikan laitoksen julkaisu, taktiikan asiatietoa 2/1998.
- [Kop96] Koponen, Pentti: Johdatus Maanpuolustuskorkeakoulun operaatio- ja järjestelmänalyysin kursseihin, opetusmoniste 1996.
- [Kos74] Koskimaa, Matti: Sotatekniikan vaikutus taktiikkaan. Tiede ja ase 32 / 1974.
- [KTO97] Kenttätiekistön taisteluohjesääntö, 1997.
- [Kuu99] Kuusi, Osmo ja Niiniluoto, Ilkka (toim): Edistyvien ja rikastuvien tieteiden vaikutukset tulevaisuuteen, Tulevaisuuden tutkimuksen seura, Top Ten Futures III seminaarin esitelmäaineisto, Tammer-Paino 1999. ISSN 0785-5494.
- [Lai92] Lainevirta, Markku ja Pulkkinen, Esa: Panssarintorjunnan optimointiongelmataisteluteknisten arviointikriteerien ja matemaattisesti mitattavien tehokkuuslukujen yhteismallintaminen. Tiede ja ase 50 / 1992.
- [Lap73] Lappalainen, Matti. Strategian tutkimuksen yleisestä problematiikasta ja metodii-kasta. Tiede ja ase 31 / 1973. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.
- [Lap83] Lappalainen, Matti, kirjoitus kirjassa Strategian käsikirja, Sotatieteen laitos 1983. ISBN 951-25-0245-3.
- [Man92] Mannermaa, Mika: Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus - tulevaisuudentutkimuksen paradigmojen ja niiden metodologisten ominaisuuksien tarkastelua.

Tulevaisuuden tutkimuksen seura, VAPK Kustannus 1992. ISBN 951-37-0634-6. ISSN 0788-365X.

- [MpKK02] Maanpuolustuskorkeakoulun tiedotuslehti 2/2002. Tässä käytetty tiivistys on käytössä myös useissa muissa julkaisuissa.
- [Myl89] Myllyniemi, Urho: Operaatiotaidon ja taktiikan tutkimus. Mitä se on. Tarvitaanko sitä. Tiede ja ase 47 / 1989. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.
- [Myl92] Myllyniemi, Urho: Tutkimuksen lähestymistavoista ja tutkimusmenetelmistä operaatiotaidon ja taktiikan tutkimuksessa. Tiede ja ase 50 / 1992. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.
- [Nii84] Niiniluoto, Ilkka: Johdatus tieteenfilosofiaan, Käsitteen- ja teorianmuodostus, Otava 1984. ISBN 951-1-05435-X.
- [Nii02] Niiniluoto, Ilkka: Tieteen tulevaisuusvaikutukset teoksessa Vierautta kohtaamassa, Futura 1/2002. ISSN 0785-5494.
- [Nis00] Johtamisen tutkimuksen menetelmistä. MpKK Johtamisen laitoksen luentomoniste 18.5.2000. Edelleen Huhtinen, Aki-Mauri (toim.): Sotilasjohtamisen tutkimuksen tieteenfilosofiset perusteet ja menetelmät. MpKK Johtamisen laitos, julkaisusarja 2 artikkelikokoelmat, 2002.
- [Saa00] Haastattelu everstiluutnantti Jorma Saarelainen aiheena asiakirja- ja seurantatutkimus. 15.2.2000.
- [Tet00] Tetlow, Stephen: Incorporating human factors in simulation: a British Army view teoksessa The Human face of warfare - killing, fear and chaos in battle, ed Michael Evans ja Alan Ryan, Allen&Unvin Australia, 2000. ISBN 1 86508 374 7.
- [Tyn98] Tynkkynen, Vesa: Taktiikan laitoksen tutkimustöiden ohjaajan opas, Taktiikan laitoksen julkaisu, työpapereita 1/1998.
- [Vil57] Viljanen T. V.: Sotatieteellisen työn merkitys Suomessa. Tiede ja ase 15 / 1957. Suomen sotatieteellinen seura. ISSN 0358-8882.

Viittaukset

- ¹ Kvantitatiivisilla tutkimusmenetelmillä tarkoitetaan tässä raportissa lähinnä tekniikan alalla käytettäviä menetelmiä, jotka perustuvat asioiden laskennalliseen tarkasteluun.
- ² Määritelmä on tarkoituksella rajattu vain aseelliseen taisteluun. Laajennettua, informaatiotodankäyntiin ja niin sanotun harmaan vaiheen käsittelyyn sopivampaa määritelmää ei vielä ole käytettävissä. Tällä alueella kehitys lähivuosina on todennäköisesti hyvin vahvaa ja laajentaa taistelun käsitettä.
- ³ Halonen pitää tätä osaltaan hyväksyttävänä, kunhan rajoitukset eivät ulotu käytettäviin tutkimusmenetelmiin. Iskanius esittää lisäksi ongelmana sen, että osa lähteistä voi olla tarkoituksellisesti harhauttavia.
- ⁴ Tällaisia ovat muun muassa kalustehankintojen perusteet osin rahoituksen jätteen takia tai käynnissä olevien kriisien analysointi ja niistä tehtävien arvioiden relevanttisuus informaatiotodankäynnin väärissä lähtötiedoissa.
- ⁵ Muina tekijöinä ovat ainakin käyttäjien koulutustaso, kustannukset, hankintapäätökset, olemassa oleva sotavarustus.
- ⁶ Arviot kyetään esittämään lähinnä tekniikan kannalta, niin sanottujen inhimillisten tekijöiden (human factors) huomioinen ei yleensä ole mahdollista kuin keskiarvoistamalla.
- ⁷ Vertaa käsite art of war, taistelutaito, täsmennettynä art of battle and operations. Tämä on usein esitetty ”kaavoittumattomana, osin intuition perustuvana toimintana.”
- ⁸ Vertaa englanniksi yläkäsite practice of battle and operations, joka jakautuu edelleen planning, commands, control / management ja logistics.
- ⁹ Taistelun kuvien sijaan voitaisiin käyttää myös termiä taistelun luonne, jossa dynaamisuus on selkeämmin nähtävissä. Kyse on menetelmällisesti pääosin tulevaisuustutkimuksesta.
- ¹⁰ Jaottelutapa on johdettu useasta lähteestä ja erotettu taistelun kuvien tutkiminen. Jaottelu on tehty ensi sijassa tutkimusmenetelmien käytön kannalta. Tieteellisesti myös tutkimusmenetelmien tutkiminen voitaisiin nähdä omana kokonaisuutenaan.
- ¹¹ Behavioralistisessa tutkimuksessa tiede luo hypoteesit ja valitsee näistä parhaan päätöksenteon pohjaksi. Kognitiivistisessä tutkimuksessa tieteen päämääränä on tieto, äärimuotona on verismi jossa tieto on itseisarvo. [Nii84]

- ¹² Iskanius [Isk96] esittää ongelman määrittelyn ja sen sijoittamisen yhden tai useamman sotatieteen alueelle tutkimuksen vaikeimpana ja tärkeimpänä vaiheena.
- ¹³ Myös [Ala99] esittää, että juuri laadullinen tutkimus on hypoteesien testaamista. Näitä hypoteeseja ei vain muotoilla ennakkoon, vaan vähitellen tutkimuksen ja analyysin edetessä, sitä mukaa kun kohde tulee tutuksi ja tutkija löytää mielekkäitä kysymyksiä ja hypoteeseja. Toisaalta Tynkkynen [Tyn98] ei näe tutkimushypoteesien asettamiselle erityistä tarvetta Kyse lienee lähinnä hypoteesin määrittelystä.
- ¹⁴ Tässä ei käsitellä tekniikan alaan kuuluvia välineiden kokeiluja.
- ¹⁵ Tässä suhteessa AHP helpottaa arvojen määrittelyä, koska se perustuu vertailuun ja arvioituihin suhteellisiin eroihin. Toisaalta menetelmän helppous voi myös tuottaa virheitä ja huonosti ymmärrettyä näennäisesti vahvan näköistä tutkimusta epävarmoistakin lähtöarvoista.
- ¹⁶ Mm. suorituskyvyn mittaamisen pysyväisasiakirjat
- ¹⁷ KESI = Komentaja- ja Esikuntakoulutuksen Simulointijärjestelmä. Tosin vielä ei tiedetä, kuinka hyvin hankittava järjestelmä soveltuu taktiikan tutkimiseen.
- ¹⁸ Tällä viitataan sekä lopetettuun tekniikan lisäopintojaksoon yleisesikuntaupseerikursseilla sekä tekniikan laitoksen jo vuosia jatkuneeseen henkilövajakukseen. Tilanteen voi odottaa hitaasti paranevan vuonna 2003 uudelleen käyttöön otettavan tekniikan opintojen lisävuoden ja simulointijärjestelmien käyttöönoton myötä. Myös tutkimusopetuksen merkittävän lisäämisen antamat mahdollisuudet yleisesikuntaupseerikursseilla pitää osata käyttää hyväksi.
- ¹⁹ Päätösten oikeellisuutta voidaan kuitenkin arvioida vain välillisesti lopputulosten kautta.
- ²⁰ Toimii samalla lähtöhypoteesina syventävälle työlle
- ²¹ Tällä tarkoitetaan simulaattoria, joka kuvaa tapahtumia karttakäyttöliittymän avulla taktisella tasolla ihmisen vastatessa päätöksenteosta.
- ²² Tasojen käsittely eri lähdekohteissa on hyvin vaihtelevaa. Esitetty luokittelu on kirjoittajan oma ja tarkoitettu lähinnä selvittämään yleistystason astetta.
- ²⁴ SA viittaa Stokastiseen Asejärjestelmätason simulaattoriin, luku 1 osoittaa toiminnan tapahtuvan yksittäisten aseiden mittaluokassa. Määritelmä on kirjoittajan oma ja muodostettu empiirisestä aineistosta.
- ²⁵ Tämä vastaa pääpiirtein mallin resoluutiota. Suomesta on saatavilla myös 25 m pikselikokoa vastaavat kattavat ja maastoa monipuolisesti kuvaavat aineistot.
- ²⁶ Lähes viittaa siihen, että tekijöissä on otettava huomioon järjestelmän sisäisen maailman ja reaali maailman suhde. Esimerkiksi 120 cm korkeudella oleva panssarivaunun tykki saattaa järjestelmään siirrettynä tuottaa yhdenmukaisimman tuloksen 35 cm arvolla, koska järjestelmän maasto on oikeaa loivapiirteisempi. Arvojen sovitaminen on siis tehtävä vertaamalla tuloksia reaalielämän mittauksien kanssa.
- ²⁷ SSA viittaa Synteettistä joukkoa käyttävään Stokastiseen Asejärjestelmätason simulaattoriin. Perässä oleva luku kuvaa syntetisoinnin tasoa joukkueesta (2) komppaniaan (3).
- ²⁸ Tason noustessa ohjelmointi monimutkaistuu hyvin nopeasti. Kun pohtii meille sopivaa tasoa, lähtökohdasta voi pitää vastausta kysymykseen: mille joukkotasolle saakka taktiikka on optimoitavissa ja ratkaisut kiistattomia. Joukkueetasa voisi olla meillekin mahdollinen ottaen huomioon pakon pelkistää maastoa, mutta komppaniatasalle saakka mallinnus tuskin onnistuu ilman suuria ristiriitoja ja epäohdonmukaisuuksia.
- ²⁹ Nykyisissä toteutuksissa maasto ei saa olla kovin monimutkaista tai pienipiirteistä, jotta taistelutekniikan optimointimalli kyetään hallitsemaan eikä laskenta-aika kasva liian suureksi. Maastoa myös usein tulkitaan esimerkiksi kulkukelpoisuuden kannalta, joka vaatii mallintamista reaali maailman ilmiöiden suhteen.
- ³⁰ Esimerkiksi ModSAF on tutkimusvälineenä useissa Euroopan maissa, mutta se "ajattelee" taistelutekniikasta Yhdysvaltalaisesti ja vaatisi koko taistelutavan muokkaamista ollakseen yhteinen kunkin maan kulttuurin kanssa. Vastaava ilmiö on nähtävissä tämän tyyppisissä peleissä. Jos eri mailla on nähtävissä yhteinen vastustaja, tämän käyttö myös simulaattoreissa on merkittävä yhdenmukaistava tekijä.
- ³¹ DY on lyhennys Deterministisestä Yleistävästä toimintaperiaatteesta, jossa epähomogeenisia joukkoja käsitellään yhtenäistettyinä ominaisuusjoukkoina

Abstract**ABOUT THE QUANTITATIVE RESEARCH IN THE TACTICS AND OPERATIONS***Mika Hyytiäinen, Major G.S.*

Every branch of science has an obligation to improve and test its own methods. This is especially relevant in the Finnish tactics and operations because of the new professorship and the beginning of graduate studies up to the PhD in for the tactics, where no single parallel science from civilian side can be found. The battle is understood here as a hostile act between military forces in the limited time and space and the tactics as a theory of winning the battle. The operation consists of series of battles and operational art is a theory about operations. New concepts of warfare like the terrorism or the netwar are not included. Research in the tactics gives scientific grounds to develop the military doctrine, methods, systems and organizations as well as guide the requirements for procuring equipment. Essay discusses this issue from a methodological point of view focusing on quantitative methods and problems putting them into practise.

Essay starts from general requirements on the science and their relationship with the tactics. Universalism, openness, impartiality and systematic suspicion are not always easy to apply into the secrets and pragmatism of the military thinking. The tactics is seen as a design science like engineering in between the cumulative and progressive sciences. The tactics is divided into the theory and its application as decision, execution as planning, organization research and forecasting future battlefields. The chain from basic and applied research to the development work and the relationship between a qualitative and quantitative research is been discussed. Some possible research methods; a multicriteria analysis and an analytic hierarchy process, queue and game theories; the project management with PERT-diagrams and a system analysis are been introduced.

Second part deals with modelling the battle with a division to the fire, the operative and tactical movements, the cover and concealment, the C4ISR and the sustainability. Also the system analysis is been discussed with the system dynamics approach. Last part introduces four different types of tactical level simulators: the stochastic entity level model (SA) as a research tool for the weapon systems and battle drills, the synthetic forces approach (SSA) in a platoon and even a company level aggregation, the deterministic constructive model (DY) in a company level and above with lanchester or QJM / SFS-type modelling to be used from a brigade level and ways to simplify the

combat towards an optimising problem. The National Defence College is going to receive a SA-type and CAE-manufactured GESI-simulator system in 2003.

The biggest challenges in applying quantitative research methods are the systematic method for gathering qualified parameter data and the understanding of battle models suitable for Finland's difficult environment with forests, swamps, ice and snow. The culture to test and evaluate suitable research methods is also not yet systematic.

The author is Major G.S. Mika Hyytiäinen who works at the Department of Tactics and Operational Art at the Finnish National Defence College. He participates into "The Pictures of Battlefield 2020" study and is preparing PhD work to the Helsinki University of Technology from military terrain analysis.