

”Johdatus operaatiotutkimukseen”

Alkuperäisteos: Jelena Ventsel. Vedenije v issledovanije operatsij, Moskva 1964

Saksannos: Operationsforschung, Deutscher Militärverlag, Berlin 1966 (Major Beer und Lehmann)

Yleisesikuntamajuri M Hyvärinen

Seuraavassa pyritään luomaan yleisluontoinen katsaus otsikossa mainittuun teokseen. Kuten jäljempänä havaitaan, teos käsittelee puhtaasti sotilaallisen alan sovellutuksia, joskin käytetyillä menetelmillä on yleisempääkin kantavuutta.

Alkuperäisteos on painettu v 1964. Se ei kuitenkaan ole vanhentunut tai tekisi mieli sanoa vanhenevaa tekstiä. Sen käyttöarvoa sotilaallisten kysymysten tarkasteluun osoittaa sekin, että se on julkaistu myös saksankielisenä melko välittömästi.

Kirja lienee myös siitä harvinainen, että se luo melko täydellisen kuvan operaatioanalyysin soveltamisalueista ja -menetelmistä ja siitä, että pääosa kirjasta on ymmärrettävissä ilman korkeammasta matemaatiikasta omaksuttuja tietojakin. Se on siis tarkoitettu laajoille lukijapiireille.

Kirja sisältää runsaasti käytännöllisiä esimerkkejä. Esimerkkien muokkaamiseen kirjoittaja on käyttänyt sekä kotimaassaan, että ulkomailla julkaistua materiaalia. Kirjan ja aihepiirin laajuus sekä käsittelyn selkeäpiirteisyys tekevät kirjasta arvokkaan teoksen.

Operaatiotutkimuksen voidaan katsoa saaneen alkunsa II maailman sodan aikana jouduttaessa ottamaan käytettävissä olevista resursseista irti kaikki mahdollinen. Se soveltuu kuitenkin käytettäväksi myös rauhan aikana monilla aloilla. Tästä on parhaana osoituksena kaupan ja teollisuuden yhä kasvava mielenkiinto soveltamisalueita kohtaan.

Katsaus on päätetty rajoittaa yleisluontoiseksi niin, että sivuutetaan operaatiotutkimuksen työvälaineiden, tilastomatematiikan ja todennäköisyyslaskennan käyttö.

Teoksen sisällysluettelo jo sellaisenaan valaisee operaatiotutkimuksen nykyisiä menestyksellisiä käyttöalueita. Teos koostuu seuraavista kappaleista.

Johdanto

- I Operaatiotutkimuksen peruskäsitteitä
- II Ammunnan hajonta
- III Maalin haavoittuvuuden tunnussuureet
- IV Yksittäiseen maaliin tapahtuvan ammunnan tehokkuuden arviointi
- V Ryhmämaaliin tapahtuvan ammunnan tehokkuuden arviointi
- VI Pintamaaliin tapahtuvan ammunnan tehokkuuden arviointi
- VII Lentokoneiden vaikutuksen kokonaisarviointi
- VIII Vastatoiminnan huomioonottamismenetelmät
- IX Taistelutoimintojen dynamiikan matemaattisen kuvaamisen menetelmät
- X Teknillisten laitteiden luotettavuuden laskentamenetelmät
- XI Tarvittavan välinemäärän laskeminen
- XII Peliteorian elementit
- XIII Taistelutoimintojen ohjelmointi tietokoneelle
- XIV Taistelutoimintojen organisointiin liittyvät tehtävät
- XV Tiedustelusuoritusten tehokkuuden arviointi ja tiedustelutulosten käsittely

Katsauksessa sivuutetaan kappaleet II—IX, koska näillä alueilla mm ampumaopin yhteydessä kehitetyt menetelmät ovat laajimmalti tunnettuja ja käytäntöönkin paljolta omaksuttuja. Katsauksen painopiste on sijoitettu I kappaleeseen, koska siinä esitetyillä näkökohdilla on yleisempää mielenkiintoa mm tehtävän asettelun ja muotoilun sekä operaatiotutkimuksen mahdollisuuksien ja rajoitusten samoin kuin tulosten arvostelun kannalta.

Sotilaita koulutetaan jatkuvasti arvioimaan erilaisia taistelutilanteita ja tekemään päätöksiä. Tulisiko päätöksen teon perusteita tutkivan tieteen opetusta tehostaa ja laajentaa?

JOHDANTO

Operaatiotutkimus on tieteen haara, joka tutkii päämäärätietoisten inhimillisten toimintojen tarkoituksenmukaisimpia organisointitapoja. Operaatiotutkimuksen menetelmiä käytetään yleensä kaikkialla, missä on organisoitava jokin tiettyyn päämäärään pyrkivä toiminta. Ilmeisesti nämä toimenpiteet olisi organisoitava niin, että ne mahdollistavat asetetun tavoitteen saavuttamisen parhaalla mahdollisella tavalla.

Sotilaallisella alueella taisteluvälineiden taistelutehoa koskevaa teoriaa voidaan pitää operaatiotutkimuksen ensimmäisenä vaiheena. Tämä teoria mahdollistaa

- mielivaltaiseen maaliin mielivaltaisain ampumatarvikkein tapahtuvan ammunnan tehokkuuden arvioinnin,
- erilaisten tulen käyttömenetelmien vertailun,
- käytettyjen asemallien teknillisten ominaisuuksien vaikutuksien taistelutehoon määrittämisen,
- annettujen asemallien käyttötapojen vaikutuksien taistelutehoon määrittämisen,
- voimasuhteiden arvioinnin,
- tietyn taistelutehtävän toteuttamiseen tarvittavan välineistön määrittämisen jne.

Nämä kysymykset ovat kirjallisuudessa laajimmalti käsiteltyjä ja parhaiten muokattuja. Vähemmän on sensijaan käsitelty operaatiotutkimuksen alueita, joilla taistelutoimintoja tarkastellaan dynaamisina kehitymisilmiöinä ottaen huomioon vastustajan vaikutus, teknisen välineistön luotettavuus ja häiriöalttius. Kuitenkin näille alueille on kehitetty laskentamenettelyjä.

Kaikkein vähiten kirjallisuudessa on käsitelty niitä uusimpia alueita, joilla tutkitaan monimutkaisten järjestelmien (yhdistelmien) käyttöä taistelussa. Kyseiset järjestelmät voivat käsittää mm. erilaisia taisteluvälineitä ja erilaisia menettelyjä tietojen kokoamiseksi ja muokkaimiseksi ja myös johtoryhmiä tai välineistöjä taistelutoimintojen johtamiseksi. Kuitenkin operaatiotutkimuksen menetelmien käyttö samankaltaisten konkreettisten tehtävien ratkaisuun on jo osoittautunut hedelmälliseksi ja tulevaisuudessa näillä alueilla on odotettavissa oleellisia tuloksia.

Operaatioanalyysin rooli on viime vuosikymmeninä sotalaitoksien kaikilla alueilla kasvanut jatkuvasti. Sen vuoksi myös tälle tieteen haaralle asetetut vaatimukset ovat kohonneet. Operaatioanalyysin kasvavaan rooliin sotalaitoksien piirissä on joukko objektiivisia syitä.

Ensinnä taistelutekniikan kiihtyvän monimutkaistumisen ja siitä johtuen jokaisen asejärjestelmän korkeiden kustannusten vuoksi on pakko perehtyä huolellisesti sen teknillisten ominaisuuksien ja käyttötavan valintaan. Operaatioanalyysistä muodostuu tällöin eräs tieteellisen kehityksen työväline ja asejärjestelmän sekä sen yksityisten elementtien valinnan peruste.

Toinen syy liittyy automaation laajaan käyttöön kaikilla sotatekniikan alueilla ja erikoisesti johtamistoiminnassa. Kysymys johtamistoiminnan automatisoinnista on monilla alueilla pakottava. Suuret ja yhä kasvavat taisteluvälineiden nopeudet johtavat siihen, että johtamistoiminnan kaikkien vaiheiden (tietojen kokoaminen ja arvostelu, päätöksen tekeminen ja välittäminen suorittaville elimille, toteutuksen valvonta jne) on tapahduttava sängen lyhyessä ajassa. Siksi nykyaikaisessa sodassa taistelutoimintojen johtaminen ilman automaatiota (ainakin osittaista) ei enää ole mahdollista. Esimerkiksi ilmahyökkäyksen torjunnassa voidaan aikaprobleema ratkaista vain hyvin automatisoidulla johtamisjärjestelmällä, jossa johtamisfunktiot siirretään "tietokoneille".

Luotaessa kompleksista tai osittain automatisoitua johtamisjärjestelmää herää aina kysymys johtamisalgoritmin valinnasta. Johtamisalgoritmiksi kutsutaan sitä tarkasti muotoiltujen sääntöjen kokonaisuutta, jonka mukaan johtamisjärjestelmä toimii.

Operaatiotutkimuksen menetelmät sallivat tarkastella johtamisalgoritmia kriittisesti, vertailla eri muuttujia niiden vaikutuksien kannalta ja tehdä niihin tarkoituksenmukaisia muutoksia.

I OPERAATIOTUTKIMUKSEN PERUSKÄSITTEET

1. Operaatio. Teknilliset ja taktilliset tehtävät

"Operaatiolla" ymmärretään mielivaltaista toimenpidettä (tai toimintatapaa), joka perustuu yhtenäiseen ideaan ja on suunnattu tiettyyn päämäärään.

Käsite "operaatio" yllä esitetystä hengessä ei tarkoita samaa kuin sotataidon operaatio, vaan on huomattavasti yleisempi käsite. Operaatiotutkimuksen hengessä esimerkkeinä operaatioista voivat olla vaikkapa "yhden raketin ammunta" tai "yhden pommin pudottaminen". Tällaisista alkeistapauksista koostuu suurempia ja monimutkaisempia operaatioita.

Jokainen operaatio arvioidaan perusteellisesti, suunnitellaan ennakolta ja oletetaan toteutettavaksi joissakin olosuhteissa. Kuitenkaan eivät kaikki olosuhteet ja vaikuttavat seikat, joista operaation menestyminen riippuu, ole ennakolta tunnettuja. Joihinkin niistä sisältyy epävarmuuden, satunnaisuuden elementti.

Useimmat operaatiot (ja taistelutoiminnoista poikkeuksetta kaikki) suoritetaan olosuhteissa ja sellaisten edellytysten vallitessa, joiden usein jopa sängen oleellisena elementtinä on epävarmuus, satunnaisuus. On yleisesti tunnettua, että tietyllä tavalla valmisteltu ja tiettyyn tulokseen suunnattu operaatio voi satunnaisten tekijöiden vaikutuksesta päätyä täysin odottamattomasti.

Tällöin syntyy kaksi tehtävää

- operaatiosta odotettavissa olevan tuloksen ennustamistehtävä, kun edellytyksiin sisältyy satunnaisuuden vaikutus,
- operaation rationaalisen organisoinnin tehtävä ottaen huomioon satunnaisten tekijöiden olemassaolo ja vaikutukset.

Tarkastellaan ensimmäistä tehtävää. Koska operaation onnistuminen riippuu ennalta tuntemattomista, satunnaisista tekijöistä, jokaisen yksittäisen operaation kulun tarkka ennustaminen on mahdotonta. Ei voi esimerkiksi tarkasti ennustaa, montako kranaattia osuu maaliin. Vain suuren määrän yksittäisiä operaatioita keskiarvolla voi olla mielekkyyttä. Siksi, jotta ennustaminen olisi mielekäästä, tutkittavan operaation (ainakin periaatteessa) on oltava toistuva.

Tarkastellaan toista tehtävää. Operaation organisoiminen tarkoittaa elementtien tai parametrien, joista operaation menestyminen riippuu, valintaa jollain tavalla. Näitä elementtejä voivat olla kaikki mahdolliset, operaatiossa käytettävien teknillisten välineiden konstruktiiviset parametrit, kuten

- kranaatin räjähdysaineen täyttökerroin,
- pommien kaliiperi ja tyyppi jne.

Toisaalta operaation elementtejä voivat olla operaation suoritustavat, kuten

- osallistuvien taisteluyksiköiden määrä,
- hyökkäyksen suoritustapa,
- taisteluun osallistuvien ryhmien väliset vaikutustavat jne.

Operaation organisointitehtävät edellytetään jaettaviksi ”teknillisiin” (käytettävien teknillisten välineiden konstruktiivisten parametrien rationaalinen valinta) ja ”taktillisiin” (määrättyjen, annettujen ”väline-mallien” rationaalisen käyttötavan valinta).

Aina ei kuitenkaan ole mahdollista vetää tarkkaa rajaa operaatio-tutkimuksen teknillisten ja taktillisten tehtävien välille. Niinpä voidaan johtamisen automatisointiin tarkoitettua laskinta tarkastella kahdelta näkökannalta

- teknisenä laitteena, jonka parametrit on valittava rationaalisesti ja
- välineenä jo olemassa olevien aseiden käyttämiseksi taisteluun.

Operaation määrätyn organisointitavan valintaa kutsutaan päätökseksi (niin teknillisessä kuin myös taktillisessa mielessä).

Operaatiotutkimuksen varsinaisena päämääränä on mahdollistaa määrällisin perusteluihin nojautuvat rationaaliset (ts optimaaliset) päätökset. Kaikista mahdollisista operaation suoritustavoista valitaan ne tavat, jotka yhdessä tai toisessa suhteessa ovat edullisimmat.

Huomautettakoon, että itse päätöksen teko on operaatiotutkimuksen rajojen ulkopuolella kuuluen komentajan tai muun vastuuhenkilön toimialueelle, joka käytössään olevien tietojen (ml matemaattiset laskelmat) perusteella valitsee jonkin vaihtoehdon. Vieläpä niissäkin tapauksissa, joissa johtaminen on automatisoitu, tämä sääntö pysyy voimassa.

2. Operaation malli

Operaatiotutkimuksen matemaattisten menetelmien käyttämiseksi välttämättömänä ensi vaiheena on yksinkertaistetun operaation mallin tai kaavion muodostaminen. Ilman tätä vaihetta ei minkäänlainen operaatiotutkimus ole mahdollista.

Jokainen todellinen operaatio (erikoisesti taistelutoimintojen alueella) kytkeytyy monin vuorovaikutussitein joukkoon tekijöitä ja olosuhteita sekä edellytyksiä, joista toiset ovat tärkeitä toisten ollessa sivuseikkoja ja toisarvoisia.

Esimerkiksi ammunnan tehoon vaikuttaa joukko päätekijöitä, joita ovat

- aseiden lukumäärä,
- ammuksien kaliiperi ja laatu,
- suuntausjärjestelmän tarkkuus,
- ammunnan olosuhteet (etäisyys, suuntakulma, lentokorkeus jne).

Näiden lisäksi siihen vaikuttaa koko joukko toissijaisia ja vähemmän olennaisia kyseisen ammunnan, mutta ei mielivaltaisen ammunnan, kannalta konkreettisia tekijöitä. Näistä tekijöistä mainittakoon ampujien henkilökohtaiset ominaisuudet ja fyysinen tila, meteorologiset olosuhteet, taistelutoimintojen tähänastinen kehittyminen jne.

Ilmeisesti kaikkien näiden tekijöiden huomioonotto on mahdotonta, eikä sitä vaaditakaan, koska tehtävänä on selvittää ammunnan tehokkuuden riippuvuus tärkeistä, ratkaisevista tekijöistä siten, että vaikut-

taen jatkossa näihin tekijöihin päämäärätietoisesti saavutetaan maksimaalinen tehokkuus.

Siksi mielivaltaisen operaation määrällinen analyysi on aloitettava sellaisen yksinkertaistetun kaavion tai mallin muodostamisella, jossa ilmiön peruspiirteet esiintyvät toissijaisten seikkojen ollessa sivuutettuina.

Ei saa ajatella, että operaation onnistumiseen liittyvät satunnaiset tekijät aina olisivat toissijaisia. Päinvastoin valtaosassa operatioita nämä tekijät näyttelevät huomattavaa osaa.

Esimerkiksi ammuntaa tarkasteltaessa olisi karkea virhe syrjäyttää satunnaiset tekijät ja olettaa, että kaikki ammuksot osuvat maaliin täysin tarkasti.

Toisena esimerkkinä mainittakoon välineitten toimintahäiriöiden satunnaisten luonne, joka voi oleellisesti vaikuttaa niiden käyttötehokkuuteen. Yleensä on väärin sivuuttaa nämä häiriöt ja jättää esimerkiksi varalaitteistojen käyttö suunnittelematta järjestelmän toiminnan turvaamiseksi.

Näin ollen operaatioanalyysissä tulee tutkia satunnaisia tekijöitä. Siksi operaatiotutkimuksen matemaattisia päätyövälineitä on todennäköisyysteoria. Todennäköisyysoppi on matemaattinen tieteen haara, joka tutkii satunnaisia ilmiöitä ja niiden lainalaisuuksia. Luovan toiminnan mahdollistamiseksi operaatiotutkimuksen alueella on välttämätöntä hallita hyvin todennäköisyysteoria sen uusimpine haaroineen, kuten satunnaisprosessien teoria, informaatioteoria, peli- ja päätöksenteon teoria, palveluteoria jne. Kuitenkin monien käytännön tehtävien ratkaisemiseksi riittää verraten rajoitetut tiedot todennäköisysteoriasta.

3. Operaation tehokkuus. Tehokkuuskriteeri

Operaation tehokkuudella tarkoitetaan sen soveltuvuutta tehtävän toteuttamiseen. Tehokkuuden määrittämiseen käytettävää määrällistä mittaa kutsutaan tehokkuuskriteeriksi.

Tehokkuuskriteeri valitaan aina riippuen toteutettavasta tehtävästä. Tavallisesti tänä mittana käytetään jonkin tapahtuman todennäköisyyttä tai jonkin satunnaisuuteen keskiarvoa.

Tehokkuuskriteereitä voivat esimerkiksi olla maalin tuhoutumistodennäköisyys, jonkin kohteen keskimääräinen tuhottu pinta-ala jne.

Tarkasteltaessa erilaisia operaatioita niiden päämäärien kannalta havaitaan kaksi tyypillistä ääritapausta.

TAPAUS 1. Operaatio suoritetaan päämääränä saavuttaa jokin täysin määritelty lopputulos (panssarivaunun, lentokoneen tuhoaminen, laivan upottaminen jne). Tämä tulos voidaan joko saavuttaa tai sitä ei saavuteta. Operaation onnistumista mitataan tällöin kaaviolla "kaikki tai ei mitään".

Tehokkuuden luonnollinen kriteeri on tässä tapauksessa toivotun tuloksen saavuttamistodennäköisyys.

TAPAUS 2. Operaation tehtävänä on esimerkiksi tuottaa viholliselle mahdollisimman suuri tappio ("mitä suurempi, sitä parempi").

Tällöin riippuen tehtävästä mittayksikön laatu voi vaihdella. Se voi olla esimerkiksi tuhottu pinta-ala, tiedustelutehtävän yhteydessä tiedusteltujen kohteiden osuus jne. Tällaisissa tapauksissa luonnollinen tehokkuuskriteeri on tuloksien keskiarvo (matemaattinen odotusarvo) tai keskimääräinen suhteellinen tulos.

Maksimoitavien kriteereiden ohella voidaan käyttää myös minimoitavia mittoja. Niitä voivat olla esimerkiksi keskimääräinen ammuskulutus, hajonnan keskipoikkeamat, omat kustannukset, taistelutehtävän suoritukseen käytettävä välinemäärä jne.

Käytännössä usein tehokkuutta ei arvioida yhden, vaan samanaikaisesti useamman tehokkuuskriteerin perusteella. Näissä tapauksissa tulee etusija antaa sille päätökselle, joka on käyttökelpoinen kaikkien kriteereiden perusteella. Tällaisten kompromissipäätösten valinnalle on kehitetty omia menetelmiään.

4. Ilmiömallin ja tehokkuuskriteerin valinta riippuen operaatiotutkimuksen tehtävästä

Edellä tarkasteltiin tehokkuuskriteerin valintaa riippuen operaation päämäärän asettelusta. Mallin muodostamisen periaatteita ja tehokkuuskriteerin valintaa voidaan tarkastella myös riippuen operaatiotutkimuksen tehtävästä.

Tehokkuuden analysoinnilla on aina jokin päämäärä. Tällaisia päämääriä tai operaatiotutkimuksen tehtäviä voivat olla esimerkiksi

- taisteluvälineen rationaalisten konstruktiivisten parametrien selvittäminen,
- lentokoneen rationaalisen aseistuksen valinta,
- operaation suorittamiseen tarvittavan välinemäärän laskeminen,
- huollon suunnittelu jne.

Ilmiömalli ja siihen liittyen tehokkuuskriteeri on valittava aina ottaen konkreettinen tutkimustehtävä huomioon.

Ensi näkemältä voi tällöin vaikuttaa, että ilmiötä voidaan tutkia sitä tarkemmin, mitä laajempi on malli, ja että ainoastaan puhtaasti laskuteknilliset vaikeudet estävät mielivaltaisen laajan mallin käyttämisen. Tämä on kuitenkin väärin. Operaatiotutkimusta varten valittava malli ei saa olla laajempi, kuin on ehdottoman välttämätöntä asetetun tehtävän ratkaisemiseksi.

Ilmiömallin muodostamiseksi ja tehokkuuskriteerin valitsemiseksi voidaan muotoilla seuraavat suositteet

- ilmiömalli ja tehokkuuskriteeri on valittava lähtien tutkittavan teknillis-tieteellisen tehtävän hyötynäkökohdista,
- niiden on oltava herkkiä niille ilmiön tunnussuureille, joiden optimaalinen arvo on saavutettava,
- niiden on oltava yksinkertaisimmat kaikista niistä malleista ja kriteereistä, joilla on edellä luetellut ominaisuudet.

5. Operaation suoritus ehdot. Tehokkuuden arviointi ehtojen rajoissa

Operaatiomallia muodostettaessa on aina määritettävä suoritus ehdot. Esimerkiksi ammunnan ollessa kyseessä tällaisia ehtoja voivat olla

- maalin laatu,
- ampumaetäisyys,
- maalin liikekulma,
- maalin nopeus,
- ampuvien yksiköiden määrä jne.

Mallia varten on valittava riittävän luonteenomaiset operaation suoritus ehdot. Tuskin koskaan operaatioita lasketaan vain yksillä määrättyillä ehdoilla.

Tällöin herää kysymys myös rationaalisen ratkaisun valinnan periaatteista tapauksessa, jolloin operaation suoritus ehdot ovat ennalta tuntemattomia ja voivat vaihdella.

Esimerkkitapauksena kirjassa tarkastellaan ilmatorjunnan taisteluvälineiden (ratkaisuvariantit) valintaa ilmamaalien lentokorkeuksien (ehtovariantit) vaihdellessa, jolloin torjuntateho riippuu paitsi ratkaisumyös ehtovarianteista. Tällöin ei suinkaan aina yksi ja sama ratkaisu osoittaudu koko ehtoalueella tehokkaimmaksi, joten syntyy kompromissiratkaisun ongelma.

Todetaan, että ratkaisuvarianttien tehokkuuskriteerien laskemisessa tässä tapauksessa olisi väärin painottaa ehtovarianttien tehokkuuskriteereitä ehtojen todennäköisyyksien perusteella. Ehdot (lentokorkeudet) ovat tässä tapauksessa vihollisen määrättävissä.

Probleeman suhteen päädytään johtopäätökseen: Valittaessa kompromissiratkaisua tietyllä ehtovarianttien alueella ei ole tarkoituksenmukaista painottaa tehokkuuskriteerejä ehtojen todennäköisyyksien perusteella, vaan on analysoitava koko tehokkuusmatriisi kokonaisuutena. Tarkoituksenmukainen kompromissiratkaisu valitaan ottaen huomioon jokaisen ratkaisun vahvat ja heikot puolet sekä myös viisaan vihollisen tietoiset vastatoimenpiteet.

Ehtojen todennäköisyyksien hyväksikäyttö todetaan vääräksi nimenomaan sellaisissa tapauksissa, joissa ratkaisut tehdään ennalta rauhan aikana. Sen sijaan todetaan, että jos jossain sodan vaiheessa muodostuu tiettyjä taktillisia menettelytapoja ja stabilisoituneita totunnaisuuksia, niin niissä havaittuja lainalaisuuksia voidaan käyttää erittäin hedelmällisesti hyödyksi taktillisia päätöksiä tehtäessä (esimerkiksi käytössä olevan välineistön tarkoituksenmukaisista käyttötavoista).

6. Rajoittavat ehdot

Mielivaltainen operaatiotutkimuksen tehtävä johtaa kysymykseen siitä, kuinka olemassa olevia resursseja on tarkoituksenmukaista käyttää.

Tällöin tehtävä sisältää aina selvemmässä tai piilevämmässä muodossa jonkin "rajoittavan ehdon" (tai useampia).

Rajoittavan ehdon roolia voivat näytellä mitä erilaisimmat asiat, kuten

- lentokoneen aseistuksen kokonaispaino,
- taisteluvälineiden ja joukkojen määrä tietyn taistelutehtävän ratkaisemiseksi,
- teknisen laitteen luotettavuus ja suorituskyky,
- välineiden ja toimenpiteiden kokonaiskustannukset, jotka voidaan uhrata jne.

Joissakin operaatiotutkimuksen tehtävissä rajoittavana ehtona voi olla myös tehokkuuskriteeri.

Usein myös yksi ja sama tehtävä voidaan ratkaista eri tavoin, jolloin tehokkuuskriteeri ja rajoittava ehto voivat näytellä erilaisia osia.

7. Tehokkuuden arviointi useampien kriteereiden perusteella

Varsinaisen tehokkuuskriteerin ohella, joka kuvastaa operaation soveltuvuutta tehtävän ratkaisemiseen, on usein kiinnitettävä huomiota myös niin sanottuihin apukriteereihin.

Esimerkiksi ammunnan yhteydessä on tarkoituksenmukaista usein viholliselle tuotettujen tappioiden ohella kiinnittää huomiota myös omiin tappioihin. Tällöin viholliselle tuotettavat tappiot tulisi saattaa maksimaaliseksi ja omat tappiot minimaaliseksi.

Esimerkkeinä apukriteereistä mainitaan

- operaation suoritukseen kuluva aika,
- käytettävien tarvikkeiden kustannukset,
- palveluhenkilöstön määrä,
- vihollisen keskimääräinen tunkeutumissyvyys puolustettavalle alueelle jne.

Näissä tapauksissa tehtävän ratkaisu on aina kompromissi, jolloin etusija annetaan sille ratkaisuvariantille, joka on käyttökelpoinen kriteerijoukon, mutta ei optimaalinen ehkä yhdenkään kriteerin suhteen.

Kirjassa tarkastellaan kompromissiratkaisun muodostamiseksi ns "asteittaisten myönnytysten menetelmää", jolloin tärkeysjärjestykseen asetettujen kriteereiden suhteen tehdään erilaisia myönnytyksiä pyrkien maksimoimaan kaikki kriteerit. Tällöin nähdään, millaisella "myönnytyksellä" jonkin kriteerin suhteen saavutetaan voittoa toisella kriteerillä.

Operaatiotutkimus voi tuottaa vain tiettyjä määrällisiä tietoja, joiden perusteella voidaan tehdä mielekäs kompromissiratkaisu. Kuitenkaan koko päätöksen teon prosessia ei voida muotoilla täydellisesti, jossain vaiheessa on aina tehtävä "johtajan ratkaisu", joka ei perustu ainoastaan määrällisiin tietoihin, vaan myös kokemukseen, terveeseen järkeen ja joukkoon arviointeja, joita ei aina voida esittää laskennallisessa muodossa. Tällä perusteella operaatiotutkimusta voidaan pitää päätöksien määrällisiä perusteita tutkivana tieteenä.

X TEKNILLISTEN LAITTEIDEN LUOTETTAVUUDEN LASKENTAMENETELMÄT

Nykyaikaisen sotatekniikan tehokkuutta taistelussa ei voida täysin arvioida ottamatta huomioon käytettävien teknillisten laitteiden luotettavuutta.

Luotettavuudella ymmärretään laajassa merkityksessään teknillisen laitteen soveltuvuutta jatkuvaan (häiriöttömään) toimintaan annetulla aikavälillä määrätyissä olosuhteissa.

Häiriöt ovat jaettavissa asteittaisiin ja äkillisiin. Asteittaisilla häiriöillä ymmärretään laitteen käyttöominaisuuksien huononemista ja äkillisillä häiriöillä laitteen toimintakunnon täydellistä alentumista.

Teknisen laitteen luotettavuus riippuu elementeistä koostuvan järjestelmän kokoonpanosta, tavasta yhdistää elementit järjestelmäksi ja jokaisen yksityisen elementin ominaisuuksista.

Kun elementtejä on yhdistelty eri tavoin järjestelmäksi, voidaan elementtien tunnettujen luotettavuustietojen perusteella määritellä kokonaisjärjestelmän luotettavuus.

Luotettavuuden kvantitatiivisia mittalukuja ja luotettavuuden laskemista tarkastellaan kappaleessa laajemmalti, niihin ei kuitenkaan edellä olevan sopimuksen mukaisesti puututa.

Eräänä keinona järjestelmien luotettavuuksien kohottamiseksi todetaan voitavan käyttää kaksinkertaista määrää (varmennettuja) elementtejä, jolloin varmentavat elementit kytketään kirjaimellisesti tai kuvaannollisesti varmennettavien elementtien rinnalle.

Esimerkkinä järjestelmästä kirjassa tarkastellaan mm hävittäjää, sen vastaanotinta ja aseistusta sekä koneen johtamiseen käytettävää maaseamaa. Torjunnan onnistuminen riippuu mm kaikkien näiden elementtien häiriöttömästä toiminnasta. Vastaavia esimerkkejä löytynee myös pintatoimintojen piiristä melkoiset määrät (suomentajan huomautus).

XI TARVITTAVAN VÄLINEMÄÄRÄN LASKEMINEN

Taistelutoimintojen suunnittelussa todetaan jatkuvaa tarvetta ratkaista välinemääriä koskevia tehtäviä. Tälle tehtävälle todetaan kuvaavaksi, että tehokkuudelle on annettu tietty arvo, joka on saavutettava.

Esimerkkeinä tällaisista tehtävistä mainitaan

- paljonko laukauksia tarvitaan, jotta yksittäinen maali tuhoutuisi tietyllä annetulla todennäköisyydellä,
- paljonko laukauksia tarvitaan, jotta tuhottujen yksiköiden keskimääräinen lukumäärä olisi tietyn suuruinen,
- kuinka monta hävittäjää on asetettava toimintaan, jotta hyökkäävistä lentokoneista annetulla todennäköisyydellä tuhottaisiin vähintään k % ja
- paljonko on ammuttava pintamaaliin, jotta keskimääräinen tuhoutumisprosentti saisi tietyn arvon.

Kirjassa tarkastellaan useita laskennallisia esimerkkejä erilaisin lähtökohtaolettamuksin ja todetaan voitavan laskennallisesti ottaa huo-

mioon myös vihollisen vastavaikutus ja käytettävien teknillisten välineiden epätäydellinen luotettavuus, joiden seurauksena oman ammunnan teho heikkenee.

XII PELITEORIAN ELEMENTIT

1. Peliteorian aihepiiri ja peruskäsitteitä

Kaikkissa kirjan edellisissä kappaleissa oli oletettu, että vihollisen toimintatapa on ennakoita tunnettu. Kuitenkaan aina ei asia ole näin. Se voi toimia yhdellä tai useammalla tavalla. Sitä paitsi vihollinen ryhtyy vastatoimiin riippuen vastapuolensa toiminnasta.

Ainoa, mitä vihollisen toimintatavasta tiedetään ennakoita on, että se aina pyrkii toimimaan meille pahimmalla tavalla eli toisin sanoen se tekee voitavansa estääkseen meidän voittomme.

Tällaisissa tehtävissä, jolloin vihollisen toimintatapa on ennalta tuntematon, voi oma matemaattinen tieteenhaaransa — peliteoria — olla hyödyllinen keino.

Peliteoria määritellään tavallisesti konfliktitilanteiden teoriaksi. Konfliktiseksi kutsutaan tilannetta, jossa eri päämääriin pyrkivien kahden tai useamman osapuolen intressit ovat vastakkaiset.

Taistelutoimintojen piirissä melkein mikä tahansa tilanne on konfliktinen. Myös vapaan kilpailun vallitessa talouselämän piirissä tavaan vastaavia ilmiöitä.

Todellisen konfliktitilanteen kuvaamisella pelimuodossa tarkoitetaan pelin systematisoimista niin, että olisi selvästi nähtävissä osallistujien mahdolliset toimintatavat (nk strategiat) ja osapuolien toimintatapojen eri kombinaatioiden määrälliset tulokset.

2. Peliteorian tehtävä ym

Peliteorian tehtävänä on muokata suositteet pelaajien järkevälle toiminnalle konfliktitilanteessa eli määrittää jokaisen pelaajan optimaalinen strategia.

Pelaajan optimaaliseksi strategiaksi kutsutaan sellaista strategiaa, joka peliä useasti toistettaessa takaa kyseiselle pelaajalle mahdollisimman maksimaalisen keskimääräisen voiton (tai samaa merkiten mahdollisimman minimaalisen tappion).

Valittaessa tätä strategiaa perustana pidetään olettamusta, että vihollinen toimii järkevästi ja tekee kaikkensa estääkseen meitä saavuttamasta päämääräämme. Peliteorian peruseriaate voidaan ilmaista seuraavasti.

Omat toimintatavat on valittava niin, että ne lyövät laudalta vastustajan meille epäedullisimmatkin toiminnot.

"Pelin ratkaisemisella" ymmärretään jokaisen pelaajan sellaisten optimaalisten strategioiden määrittelyä, että ne takaavat jokaiselle pelaajalle niitä systemaattisesti käytettäessä sille parhaan mahdollisen tuloksen.

Ratkaisusuositteiksi voidaan saada ns "puhtaita" tai "sekastrategioita". Puhtaalla strategialla tarkoitetaan yhtä ainoaa tiettyä toimintatapaa, kun taas sekastrategia koostuu erilaisten puhtaiden strategioiden satunnaisesta vuorottelusta määrätyillä tiheyksillä.

Kirjassa tarkastellaan edelleen peliteorian erilaisia ratkaisumenetelmiä valottaen niitä sotilaallisilta aloilta otetuilla esimerkeillä.

Peliteorian soveltamisesta taktillisten tehtävien ratkaisemiseen todetaan, että tällöin sekastrategioiden käyttökelpoisuudesta ei synny epäilystä. Niiden todetaan merkitsevän sitkeää ja liikkuvaa, viholliselle aina odottamatonta taktiikkaa. Tällaisen taktiikan tarkoituksenmukaisuus on aina ollut ilmeinen, pelimenetelmillä voidaan vain perustella erilaisten varioimismahdollisuuksien suhteet.

Teknillisissä kysymyksissä asian todetaan olevan hieman toisin. Jos tarkastellaan esimerkiksi kysymystä asemallin (mallien) hankinnasta teollisuudelta, niin tuskinpa on tarkoituksenmukaista heittää kruunaa ja klaavaa ja kruunan tullessa tilata ensimmäistä vaihtoehtoa ja klaavalla toista vaihtoehtoista mallia.

Tällöin todetaan peliteorian periaatteita voitavan käyttää ns fysikaalisen sekastrategian muodossa.

Fysikaaliseksi sekastrategiaksi kutsutaan strategiaa, jolloin samanaikaisesti sovelletaan muutamia strategioita määrätyissä suhteissa, esi-

merkiksi käytetään muutamia ominaisuuksiltaan erilaisia asetyyppejä yhtäaikaaisesti. Jos käytettävät vaihtoehdot eroavat ominaisuuksiltaan voimakkaasti, niin vihollisen todetaan olevan vaikeuksissa sen valitessa vastatoimenpiteitään. Suhteet, joissa eri variantteja on sekoitettava, voidaan määritellä lähtien peliteorian periaatteista.

Esimerkkeinä fysikaalisista sekastrategioista mainitaan

- erilaisten patruunoiden käyttäminen it-tykin patruunavöissä,
- useammanlaatuiseksi sirpaleiksi räjähtävien taistelukärkien käyttäminen,
- ilmatorjunnassa ominaisuuksiltaan erilaisten taisteluvälineiden käyttö kohteen suojaamiseksi,
- erilaisella aseistuksella varustettujen torjuntahävittäjien käyttö jne.

Variantteja valittaessa todetaan tarkoituksenmukaiseksi pyrkiä siihen, että niiden lukumäärä olisi vähäinen. Tässä valinnassa voi peliteorian käyttö olla hyödyllistä.

XIII TAISTELUTOIMINTOJEN OHJELMOINTI TIETOKONEELLE

Puuttumatta ohjelmointikysymyksiin ja tietokoneen käyttöperusteisiin sekä laskumenetelmiin luodaan tässä yhteydessä katsaus vain kappaleessa esiteltyihin yleisempiin näkökohtiin.

Taistelutoimintojen ATK-ohjelmia todetaan olevan sekä yksi- että kaksipuolisia. Ohjelman ollessa yksipuolinen vihollisen toimintaa (välineet ja niiden käyttötapa) pidetään tunnettuna ja haetaan vain toisen osapuolen järkevää toimintatapaa. Kaksipuolisen ohjelman tapauksessa haetaan molempien osapuolien järkeviä toimintatapoja. Tässä tapauksessa todetaan päätöksien muodostamiseen usein käytetävän peliteoriaa.

Taistelutoimintojen ohjelmoinnilla todetaan olevan operaatioanalyysin tieteellisten päämäärien lisäksi suuri arvo johtajakoulutuksessa.

Taisteluharjoitusten ja sotapelien rinnalla tulisi käyttää myös maattisia ATK-ohjelmia. Tällöin taistelua tai operaatiota johtava komentaja antaa käskynsä ja ohjeensa, ja niiden vaikutukset lasketaan tietokoneella.

Tällaista taistelutoimintojen harjoitusmallia käytettäessä pidetään tarkoituksenmukaisena, että komentaja saisi tiedot koneelta ei keskimääräisten, moniin koetoistoihin perustuvien tunnuslukujen, vaan yhden ainoan konkreettisen kolkeen tuloksena riippuen päätöksestä. Koneajon avulla ilmoitetaan komentajalle taistelun konkreettinen tilanne

- kaikkien käytettävissä olevien välineiden lukumäärä, tila ja käyttövalmius ottaen huomioon vihollisen toiminnasta johtuvat tappiot,
- vihollisen välineiden lukumäärä, sijainti ja tila (siinä laajuudessa kuin nämä tiedot voidaan määrittää tiedustelulla),
- tiedot huolto- ja muiden aputoimintojen toiminnasta ja tilasta jne.

Kaikki nämä tiedot esitetään komentajalle jonkin havaintovälineen avulla. Saatujen tietojen ja tarvittaessa lisälaskelmien perusteella komentaja tekee uuden päätöksen.

Erittäin tärkeänä pidetään, ettei komentajan eikä hänen esikuntansa ole päätöstä varten tarpeen suorittaa vaikeita laskelmia. Laskelmien teko ei saa missään tapauksessa hidastaa päätösprosessia.

Tällaisen ATK-harjoittelun tuloksena komentajien katsotaan saavan arvokkaita kokemuksia vaikeita ja odottamattomia tilanteita silmällä pitäen.

Tulevaisuudessa taistelutoimintojen ohjelmoinnin tietokoneelle katsotaan vielä voivan saada erään sovellutuksen — järkiperaisten taistelutoimintojen johtamisalgoritmien muodostamisen tietokoneen itsekoulutuksella.

Itsekoulutusidean selventämiseksi oletetaan, että on muokattava tehokas taistelun johtamisalgoritmi vaikkapa maalin määrittystä varten ilmahyökkäyksen torjunnassa.

Itsekoulutusprosessi rakentuu oikean toimintatavan jatkuvalle tun-

mustelulle. Tällöin aloitetaan jostain mahdollisesta maalin määritys-algoritmista ja talletetaan se tietokoneen muistiin.

Asiantuntijaelin määrittää lennon suoritustavan. Tämän jälkeen ajetaan joukko koetoistoja tietokoneella. Kun koetoistoja on riittävän paljon, analysoidaan tulokset.

Tarkasteltuaan toimintaansa ja tutustuttuaan vihollisen johtamis-periaatteisiin asiantuntijaelin havaitsee niiden heikot kohdat ja vaihtaa taktiikkaansa saadun kokemuksen perusteella. Se voi esimerkiksi muuttaa lennon suoritustapaa ja suorittaa valehyökkäyksiä jne.

Tietokone muokkaa tämän tauon aikana saamiaan tietoja, tutustuu vihollisen taktikkaan ja vaihtaa johtamisalgoritmia niin, että se voi maksimaalisesti käyttää hyväkseen vihollisen heikkouksia ja korjata edellisen algoritmin puutteita.

Tämän jälkeen ajetaan uudelleen koekierros, jonka tulokset käydään läpi molemmilla puolilla jne.

Tämän harjoittelun (tai itsekoulutuksen) tuloksena on voitu saada riittävän käyttökelpoinen johtamisalgoritmi, jota voidaan pitää viisaasta ja kekseliäästä vihollisesta hankittuna "sotakokemuksena".

XIV TOIMINTOJEN ORGANISOINTIIN LIITTYVÄT TEHTÄVÄT

1. Palveluteorian tehtävät

Taistelutoimintoja analysoitaessa esiintyy usein tilanteita, jolloin teknillisten laitteiden käyttötehokkuutta rajoittaa niiden suorituskyky. Esimerkiksi torjuttaessa ilmahyökkäystä voi sattua, että jotkut ilma-maalit läpäisevät toiminta-alueen tulittamattomina, koska kaikki ohjaus-kanavat ovat varattuina. Teknillisten laitteiden suorituskyvylle analogisia kysymyksiä syntyy välitettäessä informaatiota viestiyhteyksillä, analysoitaessa korjauselimien toimintaa jne.

Ratkaistaessa tällaisia tehtäviä käytetään hyväksi todennäköisyys-teorian alalla kehitettyä ns "palveluteoriaa".

Tämä teoria tutkii erilaisten palvelujärjestelmien, kuten

- puhelinkeskuksien,
- korjaamojen,
- viestiyhteyksien jne

toimintaan liittyviä prosesseja.

Palvelujärjestelmä on yleensä tarkoitettu ennalta tuntemattomina ajankohdina saapuvien tilausten tai vaatimusten tyydyttämiseen. Palvelujärjestelmän suorituskyky riippuu

- siihen kuuluvien palveluyksiköiden (-kanavien) määrästä,
- kanavien toimintakyvystä ja
- tilaus- (vaatimus-) jonon luonteesta.

Palveluteoriassa käytetään määrällisinä tunnuslukuina mm

- järjestelmän absoluuttista ja suhteellista suorituskykyä,
- keskimääräistä suhteellista tilausten puutteesta johtuvaa odotusaikaa,
- odotusjonon keskimääräistä pituutta,
- keskimääräistä odotusaikaa,
- todennäköisyyttä sille, että annetulla hetkellä on varattuna 0, 1, 2 jne palveluyksikköä jne.

Palvelujärjestelmissä todetaan voitavan erottaa perustyyppeinä ns epäävät ja odotusjärjestelmät.

Epäävissä järjestelmissä kaikkien kanavien ollessa varattuina saapuvat tilaukset hylätään, eivätkä ne osallistu prosessiin jatkossa.

Odotusjärjestelmissä saapuvat tilaukset asettuvat jonoon, kunnes jokin kanava vapautuu. Jonossa olevien tilauksien käsittely voi tapahtua ”järjestyksessä” tai vaikkapa satunnaisesti.

2. Maalien jaon tehtävät

Kappaleessa tarkastellaan jatkossa esimerkkien avulla tilausten jonoa, palveluaikaa, yksi- ja monikanavaisia epäviä järjestelmiä ja sovelletaan palveluteoriaa maalien jakotehtävän ratkaisemiseen.

Todetaan, että menneiden sotien oloissa päätöksen maalien jaosta tavallisesti teki komentaja taistelukokemuksensa ja terveen järjen perusteella. Nykyaikana tämä tapa ei aina ole tyydyttävä. Usein tais-

telun olosuhteet ovat niin nopeatempoiset, että tähän ei yksinkertaisesti ole aikaa (esimerkiksi ilmahyökkäystä torjuttaessa).

Esimerkkien avulla tarkastellaan mm

- maalien jakoa ammuttaessa ryhmämaalia,
- maalien jakoa ammuttaessa ryhmämaalia ja tuhoamistodennäköisyyksien ollessa yhtä suuria,
- maalien jakoa otettaessa huomioon maalien liikehdintä ja
- maalien jakoa ammuttaessa pintamaalien ryhmää.

3. Lineaarisen ohjelmoinnin tehtävät

Lineaarisen ohjelmoinnin tehtävää voidaan parhaiten havainnollistaa esimerkin avulla. Kirjassa käytetään esimerkkinä kuljetustehtävää useasta varastosta useammalle tilaajalle, jolloin tilaajien tarpeet voidaan tyydyttää eri varastoista. Tätä havainnollistetaan taulukolla.

| Tilaa- jat | Varastot | | | | Tilaa- jien tarpeet |
|--------------------|----------|--------|--------|----------|---------------------------|
| | V 1 | V 2 | V 3 | ... — | |
| T | a | a | a | ... | C |
| 1 | 11 | 12 | 13 | ... | 1 |
| T | a | a | a | ... | C |
| 2 | 21 | 22 | 23 | ... | 2 |
| T | a | a | a | ... | C |
| 3 | 31 | 32 | 33 | ... | 3 |
| . | . | . | . | ... | . |
| . | . | . | . | ... | . |
| Varasto- määrät | B 1 | B 2 | B 3 | | |

Varastoitujen määrien (B_i) summan tulee luonnollisesti olla suurempi kuin tilaajien kokonaistarpeet eikä mistään varastosta voida kuljettaa varastoitua määrää enemmän.

Luvuilla a_{ij} osoitetaan esimerkiksi kuljetuskustannuksia (mk/kg) varastosta i tilaajalle j . Kuljetuskustannukset oletetaan lineaarisiksi kuljetettävien määrien suhteen.

Tällöin tehtävänä on suunnitella kuljetukset niin, että kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman pienet.

Tehtävä voidaan muotoilla matemaattisesti ja ratkaista ATK-ohjelmia käyttäen.

Tehtävä voidaan muotoilla myös toisin. Esimerkiksi on määritettävä varastot ja niihin sijoitettavat materiaalmäärät niin, että tulevat kuljetukset voidaan suorittaa mahdollisimman pienin kustannuksin tai vaikkapa kokonaisuutena mahdollisimman nopeasti (suomentajan huomautus).

XV TIEDUSTELUSUORITUSTEN TEHOKKUUDEN ARVIOINTI JA TIEDUSTELUTULOSTEN KÄSITTELY

1. Tiedustelun tehokkuuden arviointi

Tiedustelun todetaan olevan eräitä tärkeimpiä taistelutoimintoja varmentavista tekijöistä. Kappaleessa tarkastellaan erityisesti lento-tiedustelun tulosten arviointia.

Tilanteen arviointia varten suoritettavan tiedustelun operaatiomalliin ei kirjan mukaan tarvitse sisällyttää jälkeinpäin tapahtuvia taistelutoimia. Tällöin toiminnan tehokkuutta voidaan arvioida sellaisin kriteerein, jotka kuvaavat tiedustelun laatutasoa riippumatta myöhäisemmistä taistelutoiminnoista.

Tilanteen arviointia varten suoritettavan tiedustelun tehokkuuskriteerinä voi olla vaikkapa keskimääräinen tiedusteltu pinta-ala. Tiedustellulla pinta-alla ymmärretään sitä pinta-alaa, jolta ehdottomalla varmuudella voidaan todeta, onko sillä ja paljonko viholliskohteita.

Sen sijaan komentajan päätöksen jälkeen suunnitteluvaiheessa tapahtuvan tiedustelun tehokkuutta on arvioitava sen välillisen vaikutuksen perusteella tarkasteltavien taistelutoimintojen tehokkuuteen. Tällöin

tiedustelun tehokkuuskriteerinä voi olla itse operaation tehokkuuskriteerin absoluuttinen tai suhteellinen kasvu.

Useiden pääasiassa lentotiedustelun puitteista otettujen esimerkkien valossa tarkastellaan jatkossa kriteereiden valintaa ja tehokkuuden arviointia.

2. Tiedustelutulosten käsittely

Tiedustelutietojen kokoaminen ja käsittely ovat taistelutoiminnan johtamisen olennainen osa. Informaatio voi sisältää esimerkiksi seuraavia tietoja

- vihollisen voimien ja materiaalin olemassaolo tietyllä alueella,
- kohdetyypit,
- yksikköjen varustus,
- yksittäisten kohteiden tai kokonaisten ryhmittymien koordinaatit ja marssinopeudet,
- eri kohteiden tila (tuhottu, tuhoamaton) jne.

Informaation käsittelylle asetettavien vaatimusten todetaan kohoavan jatkuvasti tilanteiden komplisoituessa ja tilannemuutoksien nopeutuessa sekä johtamisprosessin automaatioasteen kasvaessa. Tällöin tiedustelutulosten käsittelyn automatisointi voi muodostua väistämättömäksi.

Jatkossa käsitellään esimerkkien avulla tiedustelutulosten muokkamista. Tällöin tarkastellaan mm tietoja

- vihollisen taistelijaotuksesta,
- vihollisen voimien tai välineistön esiintymisestä tai niiden puuttumisesta tietyltä alueelta,
- voiman ja välineistön laadusta, varustuksesta ja rakenteesta,
- niihin kohdistettujen iskujen tuloksista jne.

Tällaisten tietojen lähteiksi todetaan mm

- tiedustelulentokoneet,
- tähystyspallot,
- tiedustelupartiot jne.

Jokainen "tiedustelija" käyttää jonkinlaista tiedusteluvälinettä. Mitä täydellisempi tämä väline on, sitä uskottavampia ovat tiedot.

Tietoja muokattaessa on kiinnitettävä huomiota paitsi tiedusteluvälineistön ominaisuuksiin myös tietojen todenmukaisuuteen.

Tässä yhteydessä tiedusteltavaa aluetta tai eri kohteiden muodostama kokonaisuutta tarkastellaan eräänlaisena fysikaalisena järjestelmänä, joka voi olla erilaisissa tiloissa. Järjestelmän tiloja voivat esimerkiksi olla

- x_1 — vihollinen ei ole alueella,
- x_2 — vihollinen on alueella, mutta ei taisteluvalmiina ja
- x_3 — vihollisvoimia on alueella taisteluvalmiina.

Suurin uskottavuus on ilmeisesti niillä ilmoituksilla, joita on saatu yhtäläisillä edellytyksillä useammilta tiedustelijoilta tai tiedustelijoilta, joilla on täydellisimmät tiedustelukeinot.

Lisäksi todetaan, että on kiinnitettävä huomiota myös ilmoitusten todenmukaisuuteen eli tavalla tai toisella ennakolta arvioituun tiedusteltavan asian tilan todennäköisyyteen.

Nämä ennakkotodennäköisyydet todetaan voitavan määrittää eri keinoin, mm

- kokemusten perusteella,
- aikaisempien tiedustelutietojen perusteella ja
- operaatioanalyttisiin laskelmiin perustuen.

Todennäköisyysteoria mahdollistaa mielivaltaisen hypoteesin todennäköisyyden (ennakkotodennäköisyys) täsmentämisen saatujen uusien tietojen perusteella.

Esimerkkeinä järjestelmän tilojen lopullisten todennäköisyyksien laskemisesta tarkastellaan mm vihollisen keskitysalueen tiedustelua eri keinoin ja vaihtelevin tiedustelusuorituksin. Tällöin mahdollisina tiloina pidetään

- x_1 — joukkojen keskittäminen on käynnissä ja
- x_2 — joukkojen keskittämistä ei tapahdu.

Näille tiloille on annettu ennakkotodennäköisyydet ja tiedustelusuoritukset ovat laatutasoltaan samanlaiset tai ne vaihtelevat uskottavuudeltaan. Lisäksi eri "tiedustelijoiden" ilmoitukset voivat poiketa toisistaan. Tällöin laskelmien lopputuloksina saadaan kussakin tapauksessa lopulliset todennäköisyydet eri tiloille.