

ERÄITÄ ILMAVOIMIEN TOIMINTAA KUVAAVIA SIMULOINTIMALLEJA

Yleisesikuntaeverstiluutnantti, filosofian maisteri Helkki N i k u n e n

JOHDANTO

Päätöstilanteiden monimutkaistuminen sekä tekniikan kehityksen että organisaatioiden kasvun myötä sekä toisaalta systemaattisten menetelmien kehittyminen ja tietokoneiden hyväksikäyttömahdollisuudet ovat johtaneet kasvaviin pyrkimyksiin käyttää kvantitatiivisia menetelmiä intuition tukena erilaisia ongelmia ratkottaessa. Keinona on subjektiivisen päättelyn korvaaminen systemaattisella mallilla ja edelleen toimintavaihtoehtojen seurannaisvaikutusten ennustaminen mallia hyväksikäyttäen.

Todellisuutta voidaan kuvailla mm seuraavanlaisten menetelmien avulla:

- toimintakokeilut,
- pelit,
- simulointimallit ja
- analyttiset mallit.

Edettäessä ylläolevaa luetteloa ylhäältä alaspäin voidaan todeta sekä analysointinopeuden että abstraktion asteen kasvavan. Alhaalta ylöspäin edettäessä realismi lisääntyy ja kustannukset kasvavat. Simulointimallit edustavat systeemimalliratkaisuissa jonkinlaista kompromissia. Simulointimalliin liittyvät tiettyt lähtötiedot eli parametrit p , jotka ovat mallin määrittämässä vuorovaikutussuhteissa syöttötietojen x kanssa. Tulokset y ovat usein tilastotietoja vastaavaan tilannetta koskevan päätöksenteon perusteiksi. Simuloinnissa käytet-

ty funktio, tässä tapauksessa

$$Y = F(X, P)$$

saadaan yleensä melko yksinkertaiseen muotoon. Mikäli sama halutaan pukea analyttisen optimointiongelman muotoon, saataisiin

$$f(p, x, y) = 0,$$

jonka ratkaiseminen saattaa olla erittäin hankalaa.

Verrattaessa analyttistä ja simulointimallia voidaan todeta, että

- analyttinen malli käsittelee määriä,
- simulointimalli nimeää eri tekijät,
- analyttinen malli koostuu yhtälöistä,
- simulointimalli koostuu käyttäytymissäännöistä,
- analyttinen malli antaa ratkaisun ja
- simulointimallilla tutkitaan tietynlaista tilannetta.

Simulointiongelman selvittämiseen kuuluu kolme päävaihetta:

- todellisten tilanteiden kuvaaminen syy ja seuraus suhteilla,
- näiden suhteiden yhdistäminen ja asettaminen malliksi,
- mallin tutkiminen erilaisilla parametriarvoilla.

Simulointimalliin kuuluvia peruselementtejä ovat:

- toimintaan liittyvät laitteet,
- laitteiden ominaisuudet,
- säännöt, jotka kuvaavat mitä tapahtuu erilaisissa tilanteissa,
- suunnitelmat, jotka kuvaavat kuinka laitteita käytetään ja
- aika, joka otetaan huomioon joko aikaintervallitekniikalla tai etene-
mällä tapahtumasta toiseen.

Todennäköisyydet voidaan simuloinnissa ottaa huomioon suoraan odotusarvoina tai käyttämällä ns Monte-Carlo menetelmää, jossa satunnaislukujen avulla arvotaan tapahtuman toteutuminen.

Perussyynä simulointimenetelmän valintaan tutkimusongelmassa on yleensä se, että ilmiö on liian monimutkainen käsiteltäväksi muilla keinoin. Simuloinnilla voidaan katsoa olevan seuraavia etuja:

- usein ainoa keino analysoida monimutkaisia ongelmia,
- malli tarjoaa loogisen kehysten asiaan liittyville tiedoille ja
- simulointi tarjoaa mahdollisuuden olettamusten tarkistuksille sekä osoittaa eri olettamusten seuraukset.

Simuloinnin haittapuolia ovat:

- usein hidas ja kömpelö,

- tapausten määrää täytyy tavallisesti rajoittaa ja
- vaikeus määrittää, kuinka ”hyvä” simulointimalli on.

Seuraavassa selvitetään eräiden ilmavoimien toimintaa kuvaavien simulointimallien oleellisia piirteitä. Ensimmäisessä tarkastellaan matalalla lentävän koneen tai lento-osaston selviytymistodennäköisyyksiä ilmatorjunnan vaikutusalueella. Seuraava simulointimalli on nimeltään ilmavoimien huoltopeli ja nimensä mukaisesti se sisältää ilmavoimien erikoishuollon luonteenomaiset piirteet muodossa, joka mahdollistaa sen käytön esimerkiksi erilaisten kurssien opetusvälineenä. Viimeisenä esitellään simulaattori, joka on kehitetty avustamaan sotapelin ja karttarjoitusten ilmatoiminnasta vastaavia kouluttajia ja erotuomareita.

1. MATALALLA ILMATORJUNTATULEN VAIKUTUKSESSA SUORITETTUJEN LENTOJEN SIMULOINTI

Sotakorkeakoulussa tutkittiin vuonna 1972 teknillisten opintosuuntien operaatioanalyysin harjoitustyönä ssuihkuharjoituskaluston taisteluominaisuuksia. Santahaminassa syksyllä 1973 järjestetyssä MATINEn systeemianalyyssijäoston seminaarissa jatkettiin aiheen käsittelyä, jolloin eräänä keskeisenä kysymyksenä oli harjoituskoneiden selviytyminen matalalla suoritetuista tiedustelu- tai rynnäkkölennoista ilmatorjunnan vaikutusalueella. Asiaa tutkittiin jatkossa sekä laskennallisesti (prof Hellman) että rakentamalla simulaattori kuvaamaan matalalla suoritettuja lentoja ilmatorjuntatulessa. Simulaattorin laativat Sotakorkeakoulun edustajien esittämien suuntaviivojen pohjalta apulprof Aarne Halme ja fl Ossi Heikkilä Tampereen yliopistosta ja sen on PvAtkL:n laitteistolle sovittanut ja modifioinut pääohjelmoija Heikki Kahrama.

1.1. Simulaattorin yleiskuvaus

Simulaattori kuvaa matalalla suoritettujen lentojen vaiheita sekä alueella olevan ilmatorjunnan toimintaa periaatteessa kohdetta lähestyttäessä ja sieltä poistuttaessa. Simulaattorin nykyrakenne ei erota kohteella tapahtuvaa toimintaa yksityiskohtaisemman tarkastelun alaiseksi.

Toiminta tapahtuu karttapohjalla, jolloin haluttaessa tutkia jonkin tietyn it-ryhmittymisen vaikutusta selviytymistodennäköisyyteen, lennätetään halutun suuruista osastoa halutut kerrat ryhmityksen yli. Mikäli halutaan simuloida toimintaa karttarjoitukseen tai sotapeliin liittyen, suoritetaan lentojen suun-

nittelu kuten todellisuudessaakin tiedossa olevia it-aseimia välttään. Tällöin lentojen onnistuminen riippuu suuresti siitä, kuinka paljon tiedustelun paljastamattomia tai ryhmitystään muuttaneita ilmatorjuntayksiköitä lentoreiteille si-joittuu.

It-aseet jaetaan tyyppinsä ja samalla tehonsa puolesta viiteen eri kategori-aan, jotka kuvaavat OTO-asetta (asetta, jolla ei ole vakituista miehitystä), tyk- kilaskinasetta, keskuslaskinasetta, käsiohjusta sekä kohdeohjusta. Aseille määritettävänä parametreinä ovat ampumaetäisyys, katvealueet, havaintoetäi- syys, tulinopeus, yhden laukauksen osumatodennäköisyys, yhden osuman tu- hoamistodennäköisyys ja maalinvaihto aika. Maalin havainnointi ja ammun- nan tulosten arviointi tapahtuvat tilastollisesti annettujen parametrien avulla.

Yksittäinen lentokone tai lento-osasto asetetaan lentämään annettua reittiä pitkin, jolloin simulaattori kuvaa lennon tapahtumat ja it-tulen vaikutukset. Tapahtumat kuvataan kone- ja asekohtaisesti siten, että kustakin amunnasta saadaan ammunta-aika, osumatodennäköisyys, osuminen (kyllä/ei) ja putoa- minen (kyllä/ei). Kunkin koneen osalta saadaan kokonaisosumis- ja kokonais- selviämistodennäköisyydet. Tapahtumien satunnaisuus simulaattorissa perus- tuu ohjelmoidun satunnaislukugeneraattorin käyttöön.

1.2. Simuloinnin toteutus

Simulointiohjelmisto käsittää pääohjelman sekä 8 aliohjelmaa, jotka huo- lehtivat seuraavista tehtävistä:

- ohjelmiston tarvitsemien parametrien luku ja raportointiot- siko- iden tulostus,
- koneiden hetkellisen sijainnin laskeminen,
- it-aseiden simuloinnin suoritus,
- osumis- ja putoamistutkimuksen suoritus, väliraportin tulostus, selvi- tymistodennäköisyyksien lasku,
- välille (0,1) tasaisesti jakautuneiden satunnaislukujen generointi,
- liikkuvan ase- en hetkellisen sijainnin laskeminen,
- selviytymistodennäköisyyksien tulostus sekä
- haluttujen parametrien muuttaminen ajon aikana.

Simulaattori pystyy käsittelemään kerrallaan 50 lentokonetta mielivaltai- ssa muodostelmassa. Osaston lentokoneiden välisiä korkeuseroja ei oteta huomioon, lentonopeus ja lentokorkeus oletetaan koko lentoreitin aikana va- kioiksi. Osaston ensimmäistä konetta pidetään johtokoneena ja muiden konei- den asema siihen nähden ilmaistaan koodiluvuilla, jotka määrittävät kunkin koneen sivu- ja pituuseräisyyden johtokoneeseen. Lentoreitin kulmapisteet an-

netaan simulointiohjelmalle pistepareina, joista ensimmäinen luku on x-koordinaatti ja toinen y-koordinaatti. Lukuarvot annetaan haluttuina mittayksiköinä, joiden pituus metreissä annetaan alkutiedoissa.

Lentoreitin varrelle voidaan sijoittaa kaikkiaan 50 it-asetta. Liikkuvia aseita koskevat seuraavat rajoitukset:

- vain yksi reitti ja nopeus voidaan asettaa asetta kohti,
- kukin liikkuva ase voi aloittaa reitin mielivaltaisesta pisteestä,
- jos liikkuva ase saavuttaa annetun reitin päätepisteen ennen lennon päättymistä, jää ase paikoilleen ko päätepisteeseen,
- liikkuvan asean katvealue pysyy koko liikkeen ajan samanlaisena $x-y$ -koordinaatiston suhteen.

Eri asetyyppien toiminta simuloinnissa on seuraava:

- kiinteä ja liikkuva OTO-ase ampuu 2 s kestäväen sarjan yhteen maaliksi valittuun koneeseen. Tämän jälkeen seuraa maalinvaihto-aika,
- tykkilaskinase ampuu 4 s kestäväen sarjan ja vaihtaa sen jälkeen maalia. Jokainen jaoksen eri ase on määriteltävä erikseen,
- keskuslaskinase ampuu 2 s kestäväen sarjan, jonka jälkeen vaihtaa maalia. Samaan keskuslaskimeen liitetyt aseet määritellään yhdeksi aseeksi, jonka tulinopeus vastaa eri aseiden yhteenlaskettua tulinopeutta,
- lähiohjus ampuu vain yhden ohjuksen maalikonetta kohti ja on kiinnitettyä koneeseen niin kauan kuin kone on ohjusaseen vaikutusalueella,
- kohdeohjuksen toiminta on sama kuin lähiohjuksella.

Varsinainen lennon simulointi toteutetaan siten, että tapahtumat suorituksen aikana tutkitaan kahden sisäkkäisen luopin avulla. Ulompi luoppi on lentokoneluoppi ja sisempi on it-aseluoppi. Aseiden hetkellinen toimintatilanne on talletettu aseiden tilamatriisiin, joka sisältää neljä parametria asetta kohti. Jokaisella laskentahetkellä, joiden aikaväli todellisessa tapahtumassa on DT, tutkitaan jokaisen koneen asema jokaiseen aseeseen nähden ja suoritetaan seuraavan luettelon sisältämät tarkistukset:

- tutkitaan onko it-ase N liikkuva ja tarvittaessa lasketaan aseiden uusi hetkellinen sijainti,
- tutkitaan, onko kone I it-aseen N havaitsemisalueen rajalla ensimmäisenä koko muodostelmasta
 - jos on, käynnistetään aseiden valmiustilaa kuvaava satunnaisviive, jonka vaihtoalue on jakautunut tasan alueelle 5—10 sekuntia
 - satunnaisviive käynnistetään vain ensimmäisestä koneesta, joka ylittää kyseisen aseiden havaitsemisalueen rajan, ja kun viive on kulunut, oletetaan kaikki koneet huomatuiksi siten, että viiveen loppumishetkellä voi ampuminen alkaa
 - viiveen kulumisen ja viiveen loppumisen ilmaisua varten on omat

parametrinsa

- tarkastetaan, onko kone I aseiden N vaikutusalueella katveet huomioonottaen
 - jos ei, tarkistetaan, onko ase N juuri ampunut konetta I ja tarvittaessa suoritetaan osumistutkimus ja käynnistetään aseiden maalinvaihtoviive
 - jos on, tarkistetaan, onko ase N vapaa ampumaan konetta I, jos kone on huomattu. Lisäksi ohjusaseiden ollessa kyseessä tarkistetaan, onko kone I jonkin muun ohjusaseiden maalina, jolloin sitä ei enää ammuta toisella ohjusaseella. Jos ase N on vapaa ja huomannut koneen I, valitaan kone I maaliksi ja varataan ase N
 - aseiden varauksen ja maalinvaihtoajan ilmaisua varten on oma parametrinsa samoin kuin ilmaisulle siitä, montako konetta on aseiden N vaikutusalueella ko hetkellä
 - jos ase N ampuu juuri konetta I, lisätään ammunta-aikaan laskentaväli DT ja kutsutaan aseiden simulointiohjelmia. Jos tällöin todetaan aseelle N ominaisen ammunta-ajan kuluneen loppuun, suoritetaan osumistutkimus ja käynnistetään asekohtainen maalinvaihtoviive.

Aseiden simulointiohjelmassa suoritetaan seuraavat toiminnot:

- tarkastetaan, milloin kussakin ampumatilanteessa aselajikohtainen ampuma-aika on täysi,
- käynnistetään maalinvaihtoviive,
- suoritetaan osumatodennäköisyyden laskeminen,
- tarkistetaan osuminen satunnaislukuun vertaamalla,
- tarkistetaan koneen putoaminen satunnaislukuun vertaamalla,
- lasketaan ko koneeseen kohdistuneiden ampumatapahtumien osumatodennäköisyyksien yhdistäminen liukuvasti sekä
- kunkin ampumatapahtuman loputtua tulostetaan vastaava rivi lentoraporttiin.

Ohjelmiston käynnistäminen suoritetaan pääohjelmassa. Käynnistäminen sisältää muuttujien alkuasetukset ja alkunollaukset.

Simuloitavan tapauksen määrittelyn yhteydessä on määrättävä arvot simulointiohjelmiston tarvitsemille parametreille ja vakioille. Syöttövälineenä on reikäkortti.

Lentoraportti, josta ilmenevät konekohtaisesti ilmatorjunnan toimintaan liittyvät tapahtumat, tulostetaan rivikirjoittimella.

1.3. Soveltuvuusarvio

Kuvattua simulaattoria voidaan käyttää sekä tutkimustehtäviin että karttaharjoitusten ja sotapelien kuvaus- ja erotuomaritehtäviin.

Simulaattorin tarjoamia tutkimusmahdollisuuksia voidaan soveltaa sekä ilmatorjunnan tehokkuuden että vastapuolen alueelle tunkeutuvien lentosuoritusten selviytymistodennäköisyyksien tarkasteluihin.

Ilmatorjunnan tehokkuuden tutkimuksissa voidaan tarkastella eri osatekijöiden muutosten vaikutuksia lopputuloksiin. Kulloinkin tarkasteltavana olevan staattisen tilanteen pohjalta on luonnollisesti suoritettava tilastollisesti riittävä määrä toistokokeita, yleensä vähintään 30 kpl, riittävän luotettavien odotusarvojen saamiseksi. Vaihtelemalla tietyn tutkimusohjelman puitteissa aseistusta kuvaavien parametrien arvoja voidaan tutkia:

- havaitsemisetaisyyden,
- ampumaetaisyyden,
- katvealueiden,
- tulinopeuden,
- osumistodennäköisyyden ja
- yhden laukauksen tuhoamistodennäköisyyden muutosten vaikutusta tietyn lentonopeuden, -korkeuden ja -muodon omaavalle lento-osastolle aiheutettuihin tappioihin.

Lentokoneiden selviytymistodennäköisyyksien tutkinnassa on oleellista valditeetiltään kokemusperäisesti vahvistettujen aseparametrien käyttö. Lähtöarvoina voidaan käyttää teoreettisten tarkasteluiden ja harjoitusammuntatulosten perusteella johdettuja lukuja. Tämän jälkeen laaditaan aseryhmitykset, jotka mahdollisimman tarkoin vastaavat viime sodissa esiintyneitä tilanteita. Edelleen suoritetaan laadittujen ryhmitysten puitteissa ko sotatilanteille ominaisilla nopeusalueilla ja lentomuodoilla simuloiteja niin, että tilastollisesti riittävällä luotettavuudella saadaan simuloitua lentokonetappiot tarvittaessa aseparametrien arvoja säätämällä vastaamaan tosiolosuhteissa koettuja tappioita. Tämän jälkeen voidaan simulaattoria käyttää eri nopeusalueilla toimivien ja erilaisissa lentomuodoissa lentävien koneiden selviytymistodennäköisyystarkasteluihin.

Karttaharjoitusten ja sotapelien yhteydessä simulaattoria voidaan käyttää sekä yksi- että kaksipuolueperiaatteella. Yksipuoluetilanteissa kouluttaja tai erillinen peliryhmä määrittää esimerkiksi ilmatorjunnan ryhmityksen ja toimiva johto määrittää lentotehtävät, jotka simulaattori sitten suorittaa. Päinvastainen järjestely on tietysti yhtä mahdollinen eli toimiva johto pyrkii järjestämään ilmatorjuntansa pelin johdon määrittämään ja simulaattorin toteuttamaan lentotoimintaa vastaten. Kaksipuoluetapauksissa on luontevimpana käyttö-

muotona tilanne, jossa vastakkain toimivista osapuolista toinen toimii ilmatorjunnan ja toinen lentotoiminnan järjestelijänä. Pelin edetessä saa kumpikin simulaattoritulostusten välityksellä lisätietoja vastapuolen toiminnasta ja voi näin todellisuutta muistuttavasti säätää omia menettelytapojaan mahdollisimman tarkoituksenmukaisiksi. Periaatteessa mahdollinen on myöskin tilanne, jossa vastapuolet hoitavat normaaliin tapaan kumpikin sekä lentotoimintaa että ilmatorjuntaa. Tällöin on kuitenkin otettava tarkemmin huomioon simulaattorin asettamat lukumäärärajoitukset ja valvottava niiden aiheuttamien käytösäännösten noudattamista.

Simulaattorin jatkokehittelyä harkittaessa ovat tärkeimmät sektorit lentosaston kohteella tapahtuvan toiminnan mukaanotto sekä aseiden toimintamallin tarkentaminen. Lento-osaston toiminta kohteella voitaisiin helposti laatia erilliseksi aliohjelmaksi, joka sisältää tyypillisimmät toimintamuodot. Näihin haarautuminen tapahtuisi esimerkiksi lento-osastotunnukseen liittyvän koodin avulla. Aseiden toimintamalli on simuloinnissa oletettu varsin yksinkertaiseksi. Tällöin on ajateltu, että monien tekijöiden vaikutus esimerkiksi osumatodennäköisyyteen otetaan huomioon muiden parametrien määrittelyssä. Toimintamallia olisi ehkä kuitenkin syytä tarkentaa mm lentokorkeuden, -nopeuden ja etäisyyden vaikuttavuuden suhteen. Lisäksi havaitsemis- ja ampumaetäisyysmäärityksissä tulisi lieriömalli korvata asekeskeisesti ylöspäin aukeavalla kartiomallilla.

2. ILMAVOIMIEN HUOLTOPELI

Toimiessaan opettajana Sotakorkeakoulussa kirjoittaja totesi tarpeen ilmapuolvoimien materiaalitoimintojen tilanteenmukaisen johtamisen havainnollistamisesta erilaisiin kalustonkäyttöajatuksiin liittyen. Vaikutti siltä, että tarve tulisi parhaiten tyydytetyksi simulointimallilla, joka sisältäisi sekä lentoteknillisen että täydentävän huollon tyypillisimmät toiminnot. Aihe esitettiin Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan Systemianalyyttiselle MATINEN rahoitettavaksi ja professori Olli Lokin johtamaksi työksi, jonka diplomityönään toteutti vuoden 1976 aikana di Kari Varvikko Teknillisestä Korkeakoulusta.

2.1. Pelin yleiskuvaus

Pelin perustana on määrätty tukikohta- ja varikkoryhmitys, johon liittyy huoltoresursseja ja tarvikevarastoja. Lisäksi peliin kuuluu sekä lentokalustoa

että kuljetuskalustoa. Pelin johtajan säätämä lentotoiminta aiheuttaa tarvikkeiden kulutusta ja kuormittaa lentoteknillistä huoltoa. Työryhminä toimivien pelaajien tehtävänä on johtaa huoltoa tilanteen mukaisesti.

Pelissä voi esiintyä kuudenlaisia ryhmityspisteitä:

- huolto- ja varaosavarikko,
- tukikohta,
- varatukikohta,
- varikko,
- ammusvarikko ja
- polttoainevarikko.

Pelin ryhmityksellä ei välttämättä ole suoraa vastinetta reaali maailmassa. Mallissa sen tehtävänä on tehdä mahdolliseksi materiaali virtaukset ja sitoa tapahtumat eri paikkoihin. Peliryhmitys ei ole kiinteä, vaan sitä voidaan muuttaa halutuksi.

Varsin keskeinen tekijä pelin kannalta on lentokoneen kuvaus, jossa ei ateknisistä enempää kuin koulutuksellisistakaan syistä ole järkevää mennä osatasolle. Kuvauskeinoksi on valittu järjestelmäjako, jossa kone sisältää kahdeksan tärkeintä järjestelmää:

- lentoranko,
- moottori,
- polttoainejärjestelmä,
- hydraulijärjestelmä,
- sähköjärjestelmä,
- navigointilaitteet,
- yhteysvälineet ja
- asejärjestelmä.

Pelissä voidaan käyttää useita eri koneityyppejä, joihin sopivat vain ko tyyppin varaosat ja ampumatarvikkeet. Asevarustuksen erilaisuuden lisäksi koneityypit voivat poiketa toisistaan polttoainetilavuuden, lentoajan ja mittarilentokelpoisuuden suhteen.

Lentotoimintaa eli lentokaluston käyttöiheyttä säätölee pelin johtaja määrittäen myös torjunta-, rynnäkö- ja tiedustelulentojen keskinäisen jakautuman. Pelaajat joutuvat näin mukauttamaan huollon toiminnan kulloisenkin tilanteen asettamien vaatimusten mukaiseksi. Mikäli pelaaja informoidaan pelkästään simulointitulostuksilla tapahtuu toiminnoissa tiettyä myöhästystä. Pelin johtaja voi kuitenkin normaalin käytännön mukaisesti antaa huoltojohdolle eli pelaajille ennakkotietoja toiminnan volyymin muutoksista.

Lennoilla tapahtuu lentokaluston tuhoutumisia, polttoaine- ja a-tarvikekulutusta sekä satunnaisesti järjestelmäkohtaisia vikoja. Samoin lennot kuormittavat luonnollisesti käyttöhuoltoa ja lentoaikaan sidottua määräaikaishuoltoa.

Pelissä mukana olevat huoltotyypit ovat:

- käyttöhuolto,
- laitevaihdot/korjaukset,
- määräaikaishuollot ja
- peruskorjaukset.

Käyttöhuoltoon pelaajat voivat vaikuttaa vain varustuksen valinnan osalta, muuten toiminta on rutiininomaisena automaattista.

Laitevaihdot tarkoittavat pelissä ainoastaan vikaantuneiden laitteiden vaihtoa tai korjausta. Pelin "varaosalla" voidaan korjata kyseisen järjestelmän vika. Myös laitevaihdot tapahtuvat automaattisesti, koska vikaantumiset eivät ole ennustettavissa. Pelaajat voivat vaikuttaa huoltojärjestykseen vain, jos jonoa syntyy.

Kaikki määräaikaishuoltoihin laskettavat tarkastukset ja huollot on yhdistetty yhdeksi määräaikaishuolloksi. Määräaikaishuollot tapahtuvat pelaajien ohjauksella, koska ne voidaan suorittaa suunnitelmallisesti.

Laajin huoltotyyppi on peruskorjaus. Niiden merkitys on lähinnä huoltoa kuormittava, sillä normaali muutaman viikon pelijakso ei riitä peruskorjauksen suorittamiseen. Myös peruskorjaukseen menevät koneet ovat pelaajien päätettävissä.

Huollon tavoitteena voidaan pelin olosuhteissa pitää yleensä mahdollisimman korkeaa lentovalmiutta. Näin ollen pienillä töillä on etusija. Huoltoa ei kuitenkaan keskeytetä pienemmän työn hyväksi vastaten fyysisen huoltopaikan jakamattomuutta. Huolto voi keskeytyä vain huollon kapasiteetin pienentymisen vuoksi.

Kuljetuskaluston kuvaus on mahdollisimman yksinkertainen. Ajoneuvotyyppiin liittyy vain kantavuus ja matkanopeus. Yhden ajoneuvotyypin on aina oltava säiliöauto, jolla ainoana suoritetaan polttoainekuljetukset. Muut ajoneuvotyypit ovat yleensä kuorma-auto ja yhteys- tai kuljetuskone. Ajoneuvojen polttoaineen kulutukseen tai vikaantumiseen ei kiinnitetä huomiota, mutta ne voivat tuhoutua hyökkäyskohteiksi jouduttuaan.

Pelaajat päättävät, mitä kuljetetaan, mistä kuljetetaan ja minne kuljetetaan. Malli ajoittaa itse kuljetukset, valitsee ajoneuvot ja toteuttaa siirrot vastaten näin paikallisen kuljetushenkilöstön toimintaa.

Pelin johtajan ja pelaajien kannalta peli muodostuu toisiaan seuraavista päätöstilanteista, varsinainen tapahtumajakso on heille näkymätön. Päätöstilanne poikkeaa luonteeltaan selvästi eri osapuolille: pelin johtaja on suunnitellut tietyn toiminnan ennen pelin alkua, joten päätöshetkellä hän vain toteuttaa tätä suunnitelmaa mahdollisin tilanteenmukaisin variaatioin. Myös pelaajat pyrkivät luonnollisesti noudattamaan joitakin perusstrategioita, mutta käskyenannossa korostuu kuitenkin todellinen tilanne ja mahdolliset ennusteet

vastaten näin yritysjohdon toimintaa.

Pelin johtaja säättää rajat lentotoiminnalle ja huollolle. Lisäksi varikoita koskevat täydennykset ovat hänen määräysvallassaan. Pelin johtajan käytössä ovat seuraavat parametrit:

- lentotehtävien määrä, kesto ja osastojen koko,
- lentotehtävien alueellinen ja laadullinen jakautuma,
- huoltokapasiteetit ja
- varikkotäydennykset.

Pelaajat tavallaan ”taistelevat” pelin johtajaa vastaan pyrkiessään sopeuttamaan huoltoa vallitsevaan ja ennakoituun tilanteeseen omien parametriensa avulla. Näitä ovat:

- koneiden huoltomääräykset,
- huoltojonojen uudelleenjärjestely,
- käyttöhuollon varustusohjeet,
- koneiden siirrot,
- reservien säätö ja
- kuljetusmääräykset.

Sekä pelin johtaja että pelaajat tekevät päätöksensä peliä varten suunnitelluille lävistyslomakkeille. Näihin tiedot kirjoitetaan numeroina ja numerokoodina tiettyihin kenttiin. Käskyille varattu tila on mitoitettu siten, että yhdellä pelikierroksella voidaan täyttää korkeintaan yksi kutakin lomaketyyppiä.

Pelin johtajan ja pelaajien saama tulostusraportti on sama. Se sisältää tietoa sekä kuluneelta pelijaksolta että pelin nykytilasta. Lisäksi pelaajat voivat saada pelin johtajalta suullisia vihjeitä lentotoiminnan kehittymisestä.

Lento- ja kuljetuspäivyri on kronologinen lista sisältäen sekä lentotehtävä- että kuljetustapahtumat. Varsinainen tilanneraportti on moniosainen:

- lentokonetilanne yksilöi kunkin koneen tilan 7—9 muuttujan avulla. Sen tietojen perusteella annetaan huoltomääräykset ja muutenkin sitä voidaan käyttää huoltojen suunnitteluun. Sen avulla löytyvät myös varaosapuutteen,
- starttijonot ilmaisevat lentovalmiiden koneiden varustuksen ja lähtöjärjestyksen,
- lentotilasto on tärkeä varastojen täydennysten kannalta, sillä siitä selviää kuluneen pelijakson lentojen määrä ja kesto sekä käytetyt ammus- ja polttoainemäärät,
- tarviketilanne ilmaisee varastotilanteet. Niiden pohjalta määrätään tarvikesiirtojen sisältö ja kiireellisyysjärjestys,
- huoltotilannetaulukoista selviävät lentoteknillisen huollon kapasiteetti ja kuormitustiedot. Niitä voidaan käyttää huoltojen säätelyyn,
- ajoneuvotilanne sisältää kunkin ajoneuvon sijainti- ja tilatiedot.

Peliteoreettisesti ajatellen tarkasteltava malli ei ole puhdas peli, sillä eksplisiittinen pelaajien onnistumista kuvaava suure puuttuu. Periaatteessa jokaiselle suorittamattomalle lennolle, huoltoa odottavien koneiden seisonta-ajalle, huollon ylimääräiselle kapasiteetille jne voitaisiin määrätä yksikkökustannukset, joiden summaa pyrittäisiin minimoimaan. Kyseessä olisi tällöin tavallaan yhden pelaajan ääretön ei-nollasummapeli (yhdet pelaajan päätökset kierrosta kohti, päätöstilanteessa ääretön määrä vaihtoehtoja, voittojen ja tappioiden summa ei ole nolla, koska kustannuksia ei lasketa kenenkään hyväksi). Kustannusten mielekäs määrittely on kuitenkin erittäin vaikeaa. Lisäksi eri pelikerrojen ja -kierrosten kokonaiskustannusten vertailupohja olisi epärealistinen monien pelaajien ulottumattomissa olevien tekijöiden ja stokastisuuden vaikutuksesta.

2.2. Toteutusperiaatteita

Lentotehtävän ominaisuuksien generointi tapahtuu pelin johtajan määrittävissä olevien jakautumien avulla. Prosessi on täysin stokastinen, sillä jokaisessa vaiheessa käytetään hyväksi tasaisesta jakautumasta arvottua satunnaislukua.

Hälytettävän tukikohdan valinta perustuu kertymäfunktioon, joka ilmaisee tukikohtien kumulatiivisen osuuden kaikista lentotehtävistä. Satunnaisluvun osumiskohta määrittää suoraan tukikohdan. Vastaavaa tekniikkaa käytetään tehtävätyypin valinnassa. Tehtävään osallistuvien koneiden määrä valitaan satunnaisesti kyseisen tehtävätyypin minimi- ja maksimiosastokokojen väliltä.

Lentojen kesto lasketaan muuntamalla satunnaisluku ajaksi käyttäen alkuosaltaan jyrkempää ja loppuosaltaan loivempaa lentoaikajakautumaa.

Lentotehtävä pyritään toteuttamaan siinä muodossa kuin se on annettu. Osaston koneiden on oltava samaa tyyppiä, joten jos tarkasteltavasta tukikohdasta ei löydy riittävästi ko koneita, tutkitaan muiden tukikohtien tilanne. Mikäli muualtakaan ei löydy tehtävän edellyttämää konemäärää, pienennetään osastokokoa. Ainoat koneen varsinaiseen lentoon liittyvät toimenpiteet mallin kannalta ovat mahdollisten vaurioiden sekä kulutuksen arvonta. Vastapuolen vaikutus arvotaan lennon keston ja lentotuntia kohti annetun vaurio- ja tuhoutumistodennäköisyyden mukaan. Lentokoneen jokaisen järjestelmän luotettavuus testataan erikseen laskemalla vikaantumistodennäköisyys lennon keston, kyseisen järjestelmän vikaantumisen kertymäfunktion ja lentokoneen redusoidun käyttötuntimäärän perusteella. Vikaantumisen kertymäfunktio $F(t)$ mää-

ritellään seuraavasti:

$$F_j(t) = P \text{ järjestelmä j vikaantuu } t\text{:n käyttötunnin aikana}$$

Redusoiduilla käyttötunneilla on seuraava määrittely:

$$t_R = C_1 \cdot t_{ma} + C_2 \cdot t_{pk} + C_3 \cdot t_{tot}, \text{ jossa}$$

t_{ma} = lentotunnit edellisen määräaikaishuollon jälkeen

t_{pk} = lentotunnit edellisen peruskorjauksen jälkeen

t_{tot} = kokonaislentotunnit

$$0.8 < C_1 \leq 1.0 \quad 0.0 \leq C_2 < 0.1 \quad 0.0 \leq C_3 < 0.1$$

Järjestelmän j lopullinen vikaantumistodennäköisyys p_j lasketaan lausekkeesta

$$p_j = p_j + p_1 + p_2 + p_3$$

$$p_j = F_j(t_R + \text{lennon kesto}) - F_j(t_R)$$

$0 < p_1 < 0.01$ jos $t_{ma} > 1.1 \cdot$ (ma-huollon jakso)

$0 < p_2 < 0.01$ jos $t_{ma} > 1.2 \cdot$ (ma-huollon jakso)

$0 < p_3 < 0.03$ jos $t_{ma} > t_{max}$ ($F_j(t_{max}) = 1$)

muuten

$$p_1 = p_2 = p_3 = 0$$

p-arvojen lisäyksillä rangaistaan suorittamattomista määräaikaishuolloista.

Viallisen lentokoneen lento voi päättyä kolmella tavalla: se palaa takaisin lähtötukikohtaansa, se joutuu laskeutumaan varatukikohtaan tai se putoaa.

Lennon aikana tapahtuu myös polttoaineen ja ampumatarvikkeiden kulu- tus. Torjuntalennoilla a-tarvikekulutus vaihtelee välillä 0—100 %. Rynnäkkö- lennoilla on varakohdeideologian mukaisesti ammuskulutus aina vähintään 70 % sekä raketti- ja/tai pommikulutus 100 %.

Käyttöhuollossa koneet tankataan ja varustetaan saapumisjärjestyksessä. Huollon alkaessa sen kesto arvotaan ja tarvittava polttoaine sekä muu varustus poistetaan ko varastoista. Kone tankataan aina täyteen, myöskään vaillinaisia a-tarvikevarustuksia ei käytetä.

Laitevaihoissa, määräaikaishuolloissa ja peruskorjauksissa otetaan huoltoon aina lentokone, joka vaatii vähiten työtunteja. Lentovalmiuden kannalta tämä on huoltopolitiikkana tehokas, sillä keskimääräiset läpimenoajat ovat lyhyitä vaikka suuret työt viivästyvätkin.

Materiaalikuljetuksissa vallitsee kunkin lastauksen yhteydessä kolme rajoittavaa tekijää: kuljetusmääräys, varastomäärä ja ajoneuvon kantavuus, joista pienin on tietenkin ratkaiseva. Lastausprosessia ei ole optimoitu, vaan kuljetustehtävien antojärjestys vaikuttaa kuorman sisältöön ja samalla kuljetusten keskinäiseen suoritusjärjestykseen.

Mallissa voi esiintyä tilanne, jossa tietyssä ryhmityspisteissä on kuljetettavaa materiaalia, mutta ei ole sopivaa kuljetuskapasiteettia. Tässä tilanteessa katsotaan kannattaako jokin mahdollisista vapaista ajoneuvoista siirtää. Sekä vapaille että kuljetuskalustoa vailla olevaan pisteeseen matkalla oleville ajoneuvoille lasketaan etäisyyksiin perustuva vertailuarvo, jonka avulla pyritään selvittämään ensimmäisenä kyseeseen pisteeseen ehtivä ajoneuvo.

2.3. A t k - s y s t e e m i n y l e i s p i i r t e e t

Pelin tietokoneajot suoritetaan eräajoina. Kunkin pelin alkua voi edeltää pelin lähtötilan luonti. Peli voidaan aloittaa myös edellisen pelin lopputilasta, jolloin luontiajo on tarpeeton.

Varsinainen yhden pelikierron käsittävä simulointiajo sisältää seuraavat toiminnalliset vaiheet:

- pelikierron alkutila luetaan tilatiedostosta,
- käskykortit luetaan ja käsitellään,
- aloitetaan käskyjen mahdollistamat toiminnot,
- suoritetaan varsinainen simulointi, samalla tulostetaan lento- ja kuljetuspäivyri,
- tulostetaan tilanneraportti ja
- talletetaan pelikierron lopputila tilatiedostoon.

Ohjelmiston rakenne sisältää useamman tason modulaarisuutta. Toimintojen luonteen perusteella voidaan ohjelmisto jakaa seitsemään lohkoon:

- pääohjelma,
- tiedosto-ohjelmat,
- tapahtumataulun päivitysohjelmat,
- käskykenttien käsittelyohjelmat,
- simulointiohjelmat ja
- yleismodulit.

Yo lohkot muodostavat samalla ohjelmiston korkeimman tason hierarkian.

Malli sisältää 43 omaa modulia. Syöttö- ja tulostustoiminnassa käytetään hyväksi PvAtkL:n yleismoduleja.

2.4. Soveltuvuusarvio

Huoltopeli on kehitetty ensisijaisesti opetustarkoituksiin. Peliä hyväksikäyttämällä voidaan luokka- ja kurssiympäristössä harjoitella tilanteenmukaista huollon johtamista. Pelitilanne on saatu sikäli todellisuutta muistuttavaksi, että huoltojohto ei varsinaisesti vaikuta lentokaluston käyttöperiaatteisiin, vaan pyrkii mahdollisuuksiensa mukaan täyttämään kaluston käytöstä syntyvät materiaaliset vaateet. Edelleen todellista tilannetta vastaavasti huoltojohdon velvollisuutena on antaa operatiiviselle johdolle eli tässä tapauksessa pelin johtajalle ohjeita kaluston käytöstä huoltokapasiteetin reaalisen kuormituksen aikaansaamiseksi.

Simulointimallin tärkeimpiä anteja pelaajille on tavanomaisten rutiinotoimintojen opetuksen lisäksi mielikuvan luonti erilaisten kalustonkäyttöperiaatteiden aiheuttamista määrällisistä ja eri huoltopisteistä eri tavoin kuormittavista seuraamuksista. Lisäksi tarve tilastolliseen tarkasteluun ja näin tapahtumien ennakointiin tulee pelin kuluessa selvästi esille.

Huoltopeliä voidaan käyttää myös tutkimustehtäviin. Sijoittamalla vaurioitumis- ja tuhoutumistodennäköisyyksiksi kokemuseräisiin tietoihin pohjautuvat, tositalanteita vastaavat arvot ja käyttämällä lentokaluston eri järjestelmien teknillisinä luotettavuusarvoina normaaleita rauhan ajan laitevalvontaan perustuvia lukuja, voidaan tutkia erilaisten lennätysohjelmien vaikutusta sekä materiaalikulutukseen että lentoteknillisten huoltopisteiden kuormitukseen. Näin saadaan lähtökohdat tiettyjen käyttösuunnitelmien edellyttämille materiaalivarauksille ja huoltopisteiden kapasiteettivaatimuksille. Vastaavasti voidaan tutkia tiettyjen kiinteiden lähtöressurssien mahdollistamaa järkevintä lentokaluston käyttöideologiaa.

Mallin edelleenkehittämisen kannalta on eräs tärkeimmistä kohteista vasta puolen toimintojen yksityiskohtaisempi käsittely. Eri lentosuoritustyypeille tulisi olla määriteltävissä erilaiset vaurioitumis- ja tuhoutumistodennäköisyydet, sillä esimerkiksi torjunta- ja rynnäkkösuoritusten riskialttius on yleensä varsin erilainen. Lisäksi mallin toteutuksen ensi vaiheesta pois jätetty vastustajan rynnäköinti lentotukikohtiin ja varikoihin on jatkossa syytä ottaa mukaan todentuntuisempien tilanteiden ja huolto-ongelmien simuloimiseksi.

Pitkä peli saattaa aiheuttaa siksi paljon resurssikulutusta, että pelaajien käskyt alkavat menettää merkitystään. Tällöin tarvitaan kalustotäydennysrutiinia. Teknisesti asia voidaan hoitaa regeneroimalla jo tuhoutunutta kalustoa.

3. LENTOTOIMINNAN SIMULOINTIMALLI

Lentotoiminnan ja erityisesti sen vaikutusten kuvaaminen karttahaarjoituksissa ja sotapelissä on osoittautunut varsin hankalaksi. Nopeaan arvioon perustuva ja näin pakostakin ylimalkainen kuvaus heikentää kuvausten luotettavuutta. Toisaalta tarkka, analyttiseen tarkasteluun perustuva kuvaus vie siksi paljon aikaa, että vain osa suorituksista ehditään tavanomaisella henkilö määrällä käsittelemään. Esitetyn epäkohdan poistamiseksi on kirjoittaja laatinut simulointimallin, jonka tulostus on suunniteltu palvelemaan kulloinkin tarkasteltavana olevan tilanteen nopeaa ja vaivatonta kuvaamista.

3.1. Yleispiirteet

Simulointimalli kuvaa karttahaarjoitus- ja sotapelitilanteissa ilmavoimien toiminnan vaikutusta erityyppisiin kohteisiin antaen tulostuksena sekä kohteelle että lento-osastolle aiheutetut tappiot. Tavoitteena on luoda tietokoneen tulostuksista muodostuvat kansiot eri harjoitusorganisaatioita varten. Näistä valitaan kulloistakin kohde-, olosuhde- ja lento-osastotyyppiä vastaava osa, jonka sivuista edelleen yksi valitaan satunnaisesti tappiokuvauksen perustaksi.

Malliin on otettu mukaan seuraavat kohdetyypit:

- siirtyvä moottoroitu yksikkö, kuten jalkaväkikomppania, kenttätykistöyksikkö, ilmatorjuntayksikkö, huoltokuljetus tai panssarivaununyksikkö,
- jvkomppanian puolustusryhmitys,
- jvkomppanian hyökkäysryhmitys,
- ktpston tuliasemaryhmitys,
- itptrin tuliasemaryhmitys,
- rskrhosaston tuliasemaryhmitys,
- yhtymän esikunta,
- yhtymän huoltokeskus,
- psvkomppanian taisteluryhmitys,
- pieni, keskikokoinen ja suuri maantiesilta, rautatiesilta ja ponttoonisilta,
- lennoston päätukikohta,
- maantietukikohta,
- tutka-asema,
- laivaluokan alus,
- veneluokan alus sekä
- rannikkolinnake.

Kohteen havaitsemistodennäköisyyteen vaikuttavia parametrejä ovat kohteen laadun lisäksi lentokoneen elektroniikkavarustuksen laatu, lentotulenjohdon käyttömahdollisuus, sääolosuhteet ja vuorokaudenaika.

Lento-osaston aseistus kuvataan aseparametreilla, jotka ilmaisevat aseiden laatua, kokoa, hajontaa ja vaikutusalaa. Lentokoneiden hajontaan vaikuttavat asetyypin lisäksi kohteen ilmatorjunta ja lentokoneen tähtäinlaitteiston laatu. Aseen käyttömuotoina ovat:

- tykki ja raketti,
- syöksypommitus tavanomaisin pommein, tavanomaiset tähtäinlaitteet,
- syöksypommitus tavanomaisin pommein, erikoistähtäinlaitteet,
- syöksypommitus ohjautuvin pommein,
- matalapommitus tavanomaisin pommein,
- matalapommitus jarruvarjopommein,
- napalmpommitus,
- kasettipommitus ja
- rynnäkköohjus

Lentokoneiden tuhoutumistodennäköisyyteen torjuntatulella vaikuttavat ilmatorjunnan voimakkuus, valittu hyökkäystapa sekä sääolosuhteet ja vuorokaudenaika.

Simuloitava tilanne määritellään seuraavien syöttötietojen avulla:

- asetyyppi.
- konekohtainen aselukumäärä tykki poisluettuna,
- konekohtainen tykin ammusten lukumäärä,
- tykkisarjan aikana ammuttavien laukausten lukumäärä,
- lento-osaston konemäärä,
- kohdetyyppi.
- lentotulenjohdon käyttö,
- ilmatorjunnan voimakkuusaste,
- suunnistusvarustuksen laatu,
- haluttu ajokertojen lukumäärä kyseisellä lento-osasto- ja kohdeyhdistelmällä.

Kukin suoritus simuloidaan automaattisesti sekä päivällä että yöllä hyvissä ja huonoissa sääolosuhteissa. Tulostietoina ovat simulointiohjelman antamat tappiokuvaukset, joista ilmenee:

- kohde ja olosuhteet,
- hyökkäystapa,
- asetyyppi,
- koneluku,
- aseluku/kone,
- suunnistusvarustuksen laatu,

- lentotulenjohdon käyttö,
- ilmatorjunnan voimakkuus,
- lento-osaston tappiot,
- tappiot kohteella
 - materiaalitappiot
 - tuhoutuneet
 - vaurioituneet
 - henkilöstötappiot
 - kaatuneet
 - haavoittuneet

3.2. T o t e u t u s p e r i a a t t e i t a

Kutakin kohdemallia varten varataan levyltä taulukko, jonka solmupisteisiin muodostetaan numeraalisia koodeja hyväksikäyttäen kohdemallin alueella sijaitsevat osakohteet. Kohdemallin muodostamisessa tarvittavat aloituskohta-, välimatka-, pituus-, leveys- ja lukumäärätiedot annetaan kohdemallikohteisilla parametrikorteilla.

Asetietoja varten varataan taulukko, jossa on 45 asetyyppi- ja -kokovaihtoehtoa sekä näille kullekin 8 kolminumeroista hajonta- ja tuho vaikutusominaisuutta. Tähtäyspistetaulukot sisältävät kunkin kohteen ne koordinaattiyhdistelmät, joihin tuli keskitetään sen jälkeen, kun kohde on havaittu.

Havaitsemistodennäköisyystaulukon arvot kuvaavat kohteen löytymisen todennäköisyyttä. Kutakin olosuhdekombinaatiota ja kohdetyyppiä varten on taulukossa havaitsemistodennäköisyysarvio sekä hyvällä että tavanomaisella suunnistusvarustuksella toimittaessa.

Omaan taulukkoonsa kootaan lisäksi hyökkäysoaston koneiden tuhoutumistodennäköisyyttä ilmatorjuntatulen vaikutuksesta ilmaisevat arvot. Kutakin hyökkäystapa- ja olosuhdekombinaatiota varten määritetään tuhoutumistodennäköisyys sekä kohtalaisen että voimakkaan ilmatorjunnan tapauksessa.

Lentotoiminta kuvataan siten, että yksi suorituskortti vastaa tietyn lento-osaston hyökkäystä määrättyä kohdetyyppiä vastaan.

Simuloinnit suoritetaan eräajoina. Pääohjelma huolehtii tilanvarauksista, muuttujien ja indeksien määrittelyistä sekä syöttötietojen luvusta ja siirtämisestä työtiloihin. Ensimmäisellä kutsuttavalla aliohjelmalla määritetään käytettävän aseistuksen hajontaominaisuudet ja vaikutussäteet, hyökkäävien koneiden tuhoutumistodennäköisyys sekä kohteen havaitsemistodennäköisyys. Seuraavalla arvotaan kohteen löytyminen. Kielteisessä tapauksessa suoritetaan tulostus, josta ilmenee, ettei hyökkäystä ole tapahtunut. Mikäli kohde löytyy,

tarkistetaan onko kyseessä hyvä vai huono sää. Mikäli huonon sään tapauksessa asetyyppi tai hyökkäystapa edellyttää hyvää säätä, joudutaan alkuperäisestä menetelmästä luopumaan ja käyttämään sen sijasta tykkiaseistusta.

Kohdetyypin perusteella ohjelma haarautuu aliohjelmiin, joita ennen suoritetaan tähtäyspisteitä koskevat taulukkosiirrot. Lisäksi niissä tapauksissa, joissa kohde on yhdessä taulukossa, suoritetaan kohdemallien taulukkosiirrot.

Pääohjelman lisäksi simulointiohjelmistoon kuuluu 36 aliohjelmamodulia, jotka edelläesitettyjen tehtävien lisäksi huolehtivat eri kohteisiin tapahtuvien hyökkäysten maalinvalinnoista, yksittäisen koneen ampumatilanteeseen pääsyn arvonnasta, aseistuksen iskemäpisteiden määrytyksestä, aseistuksen vaikutusalueelle jäävien osakohteiden tutkinnasta, aiheutettujen tappioiden tulkinnaasta ja rekisteröinnistä sekä useampikertaisen tappiokuvauksen välttämistä.

3.3. Soveltuvuusarvio

Lentotoiminnan simulointimalli on suunniteltu tuottamaan valmiiksi sopivaan muotoon dokumentoitua aineistoa karttahaarjoitusten koulutus- ja sotapeliin erotuomaritoimintaa varten. Jotta se täyttäisi hyvin tehtävänsä ko sektoreilla, tulee siihen sisältyvien parametriarvojen olla huolellisesti ja kaikkia mahdollisia vertailusuureita hyväksikäyttäen valittuja. Mikäli tässä onnistutaan, voidaan simulaattoria käyttää myös tutkimustehtäviin osoittamaan eri taistelutilanteiden ja kalustonkäyttöperiaatteiden keskinäisiä resurssiriippuvuuksia. Lisäksi voidaan tutkia esimerkiksi ilmatorjuntasuojan sekä maastouttamisen ja naamiointin merkitystä tappioita vähentävinä tekijöinä eriasteisissa ja -laajuisissa ilmahyökkäystapauksissa.

Simulaattorin tärkeimmiksi kehittämisalueiksi on katsottava kohdemallivalikoiman laajentaminen ja monipuolistaminen sekä eräiden laajojen kohdemallien osalta sisäisten maalinvalintaperiaatteiden stokastisuuden lisääminen.

LOPUKSI

Kuten jo kirjoituksen alussa todettiin, laaditaan simulointimalleja yleensä monimutkaisten ja muuten hankalasti kvantifioitavien ongelmien tarkasteluun. Mallin konstruointi sinänsä ei tietenkään riitä, sillä simulaattorin vastavuus tarkastelun alaisena olevaan käytännön tilanteeseen vasta ratkaisee sovelutuksen lopullisen arvon. Simulointimallin käyttökelpoisuusaste selviää suhteellisen pitkäaikaisen käytön yhteydessä sekä tulosten tilastollisen tarkastelun että muiden käyttöominaisuusarvioiden myötä. Avainmuuttujiltaan riittävä,

näiden keskinäisiltä suhteiltaan looginen ja täten hyväksi todettu simulointimalli tarjoaa väsymättömän keinon ongelmatilanteen toistuvaan käsittelyyn.

Simulointimallien hyväksikäytössä tulee tietoisesti välttää käytä ja heitä -ideologian mukaista periaatetta. Mallien vaatimaa, yleensä varsin suurta työmäärää pitäisi hyödyntää mahdollisimman pitkälle aktiivisella ajantasolla pidolla sekä kehittämisellä. Tähän on tavallisesti varsin hyvät mahdollisuudet malleille ominaisen modulaarisen rakenteen ansiosta.