

Mat-2.177 – Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari

Lääkintähuollon merkitys jalkaväen taistelukykyyn

Loppuraportti

22.04.2005

Kohdeorganisaatio: Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos
Yhteyshenkilö: Esa Lappi, esa.lappi@pvtt.mil.fi

Projektiryhmä: Matti Jaakkola, 58386W, projektipäällikkö
Ville Iso-Mustajärvi, 55683R
Teppo Jalkanen, 55672C
Tomi Myllylä, 55289W

Sisällysluettelo

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. JOHDANTO | 1 |
| 1.1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET | 1 |
| 1.2 RAPORTIN SISÄLTÖ..... | 1 |
| 1.3 KOHDEORGANISAATIO..... | 2 |
| 1.4 TYÖN HYÖDYLLISYYDEN ARVIOINTI..... | 2 |
| 2. KIRJALLISUUSKATSAUS | 3 |
| 2.1 KESKEISIÄ MÄÄRITELMIÄ | 3 |
| 2.1.1 <i>Jalkaväki</i> | 3 |
| 2.1.2 <i>Huolto</i> | 4 |
| 2.2 LÄÄKINTÄHUOLTO | 4 |
| 2.2.1 <i>Sairaanhoito</i> | 5 |
| 2.2.2 <i>Terveydenhuolto</i> | 6 |
| 2.3 KENTTÄLÄÄKINTÄ | 6 |
| 2.3.1 <i>Kenttälääkinnän toteutus etulinjassa</i> | 6 |
| 2.3.2 <i>Kenttälääkinnän kulku</i> | 8 |
| 2.3.3 <i>Lääkintähuollon toteutus eri taistelulajeissa</i> | 10 |
| 2.4 LÄÄKINTÄHUOLLON JOHTAMINEN..... | 10 |
| 2.5 TOIMINTAKYKY JA SEN YLLÄPITO | 11 |
| 2.5.1 <i>Fyysinen suorituskyky</i> | 11 |
| 2.5.2 <i>Henkinen suorituskyky</i> | 11 |
| 2.6 HENKILÖSTÖTAPPIOT JA LÄÄKINTÄHUOLLON KAPASITEETTI | 12 |
| 2.6.1 <i>Henkilöstötappioiden arviointi</i> | 12 |
| 2.6.2 <i>Vammautuneiden luokittelu</i> | 13 |
| 2.6.3 <i>Haavoittuneiden evakuoinnin järjestäminen</i> | 15 |
| 3. SIMULOINTI YLEISESTI JA ARENALLA | 17 |
| 3.1 SIMULOINNIN PERUSTEET | 17 |
| 3.2 SIMULOINTIMALLIEN LUOKITTELUA | 17 |
| 3.2.1 <i>Jatkuva-aikaiset mallit</i> | 17 |
| 3.2.2 <i>Diskreettiaikaiset mallit</i> | 18 |
| 3.3 DISKREETTI TAPAHTUMASIMULOINTI..... | 18 |
| 3.3.1 <i>Mallin perusterminologiaa</i> | 18 |
| 3.3.2 <i>Mallirakenteiden tyypit</i> | 19 |
| 3.3.3 <i>Simulointimallin analysointi</i> | 19 |
| 3.4 SIMULOINTIOHJELMISTOT | 19 |
| 3.4.1 <i>Simulointiohjelmistojen jaottelua ja ominaispiirteitä</i> | 19 |
| 3.4.2 <i>Arena</i> | 20 |
| 4. SIMULOINTIMALLI JA SIITÄ SAADUT TULOKSET | 22 |
| 4.1 SIMULOINTIMALLIN TOIMINTA | 22 |
| 4.1.1 <i>Yleinen kuvaus</i> | 22 |
| 4.1.2 <i>Päätaso</i> | 23 |
| 4.1.3 <i>Joukkue 1</i> | 23 |
| 4.2 MALLIN PARAMETRIT | 24 |
| 4.3 MALLIN TULOSTEN KERÄYS | 25 |
| 4.3.1 <i>Taistelvahvuuden mitta</i> us | 27 |
| 4.3.2 <i>Potilaan kuljetusajat eri lääkintähuollon prosessin kohtiin</i> | 28 |
| 4.3.3 <i>Muut mittaukset</i> | 29 |
| 4.3.4 <i>Stokastisuudesta</i> | 29 |
| 4.4 KÄYTETYT MALLIN OLETUKSET JA SIINÄ ESIINTYVÄT PUUTTEET | 29 |
| 5. ANALYYSI JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 31 |
| 5.1 SIMULOINTITULOSTEN ANALYSOINTI..... | 31 |
| 5.2 TUTKIMUSTULOSTEN YHTEENVETO JA TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN | 31 |
| 5.3 SUOSITUKSET KOHDEORGANISAATIOLLE | 32 |
| 6. LÄHDELUETTELO | 34 |
| LIITE A – MALLIN KUVAUS ARENASSA | 1 |
| LIITE B – SIMULOINTIMALLIN TOIMINNAN DOKUMENTOINTI..... | 1 |

1. Johdanto

1.1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Kun etulinjan joukko kärsii tappioita kaatuneina ja haavoittuneita, sitoutuu terveitä taistelijoita haavoittuneiden evakuointiin. Tällöin joukon tosiasiallinen (tehollinen) taistelukyky alenee. Työn aiheena on selvittää lääkintähuollon merkitystä jalkaväen taistelukykyyn. Projektin tavoitteiden selventämiseksi laadittiin seuraavassa esiteltävät lopulliset tutkimusongelmat ja -kysymykset. Tutkimuskysymysten vastaukset auttavat tutkimusongelmiin vastattaessa.

Tutkimusongelmat

- Mikä on lääkintähuollon prosessin vaikutus teholliseen taistelukykyyn?
- Missä ajassa haavoittunut taistelija saadaan kunnolliseen ensihoitoon ja miten lääkintähuollon prosessin järjestelyillä voidaan minimoida tämä aika?

Tutkimuskysymykset

- Miten lääkintähuolto normaalitilanteessa toimii?
- Onko lääkintähuolto mahdollista suorittaa jollain paremmalla (tehokkaammalla) tavalla?
- Millainen malli kuvaa parhaiten lääkintähuollon prosessia?
- Missä annetaan kunnollinen ensihoito, mille tasolle saakka tilannetta tarkastellaan?

1.2 Raportin sisältö

Tämä raportti pitää sisällään taistelutilannetta ja sen lääkintähuoltoprosessia käsittelevän kirjallisuuskatsauksen, taistelutilannetta simuloivan mallin ja siihen liittyvät tulokset, analyysit ja johtopäätökset sekä työn arviointia. Lisäksi simulointia, ja varsinkin sen toteuttamista käyttämällämme ohjelmistolla, käsitellään.

Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan taistelutilannetta siten, että pääpaino on tappioiden muodostumisessa ja siihen liittyvässä lääkintähuollon prosessin toiminnassa. Tilanteesta pyritään esittämään mahdollisimman täysipainoinen kuvaus, jossa ei kuitenkaan jokaiseen yksittäiseen kohtaan syvennyttä niin tarkasti, kuin se olisi mahdollista. Simulointimalli mallintaa ja tutkii tietyn taistelijajoukon toimintaa diskreettiaikaista mallia soveltaen; toimintaa tarkastellaan joukkosidontapaikalle saakka, missä haavoittuneella taistelijalla on mahdollisuus lääkärin antamaan kunnolliseen ensihoitoon. Simulointi on toteutettu Arena-simulointiohjelmistolla, joka on eräs

parhaista simulointiohjelmistoista diskreettiaikaiseen simulointiin. Raportissa käydään läpi Arenan ominaisuuksia.

1.3 Kohdeorganisaatio

Projektityössä ongelmanasettajana toimi Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos (jäljempänä tekstissä PvTT), joka tuottaa puolustusvoimien ja maanpuolustuksen kehittämiseksi ja päätöksenteon tueksi erilaisia tutkimuspalveluja. Pääesikunnan alaisen laitoksen tutkimuskohteina ovat muun muassa aseet ja ampumatarvikkeet sekä elektroniikka- ja informaatioteknologia. PvTT tuottaa maanpuolustuksen ylimmälle johdolle johtamisessa ja kehittämisessä tarvittavat kehittämisarviot ja -ennusteet.¹

1.4 Työn hyödyllisyyden arviointi

Harjoitustyömme aihe on varsin käytännönläheinen ja konkreettisesti ymmärrettävissä, mikä osaltaan lisää sen mielenkiintoisuutta. Arvioimme, että aikaansaamaamme mallia voisi hyvinkin käyttää käytännön tilanteissa, joissa Puolustusvoimat haluaa määrittää suuntaa antavan taistelijajoukon tehollisen taistelukyvyn ja haavoittuneen taistelijan kunnolliseen hoitoon pääsyyn kuluvan ajan erilaisissa taistelutilanteissa. Lisäksi mallin avulla on mahdollista parantaa lääkintähuolto prosessin toiminnan tehokkuutta ja rakentaa optimaalinen toimintaprosessi.

Projektityön toteutuksessa on pyritty mahdollisuuksien mukaan vastaamaan niin kohdeorganisaation, kuin myös Teknillisen korkeakoulun kurssin Mat-2.177 ”Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari” tarpeita ja vaatimuksia – mielestämme tässä hyvin onnistuen. Rakentamamme malli toimii alustavana runkona PvTT:n jatkokehittelyä varten.

¹ PvTT, Esittely. Luettavissa Internetissä osoitteessa <http://www.mil.fi/laitokset/pvtt/> [lainattu 2005-02-04].

2. Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsausta laadittaessa ensisijaisena aineistona on käytetty Puolustusvoimien eri yksiköiden ja osastojen julkaisuja. Niissä käsitellään taistelutilanteen lääkintähuoltoon ja sairaanhoitoon liittyviä kysymyksiä tämän työn kannalta riittävän laaja-alaisesti. Lähteinä on käytetty myös projektityön aiheeseen tavalla tai toisella liittyviä artikkeleja, mutta näin ollaan päästy menettelemään valitettavan harvassa tapauksessa.

Kun tutkimuksen aiheeseen liittyvää materiaalia etsittiin, törmättiin toistuvasti tilanteeseen, jossa sitä ei yksinkertaisesti ollut saatavilla. Esim. lääkintähuollon prosessia pystyttiin tarkastelemaan ainoastaan hyvin yleisellä tasolla, eikä erityisen kiinnostuksen kohteena olleesta ”logistisesta toiminnasta” löytynyt toivotunlaisia artikkeleita. Käsittelemämme artikkelit sisälsivät pääasiassa liian yleisen tapauksen kuvauksia tai pureutuivat kannaltamme aivan liian pieniin detaljeihin, kuten kylmissä olosuhteissa nestesiirron mahdollistavan infuusioliuospussin toiminnan tarkasteluun². Päädyimme yhdessä Esa Lapin kanssa siihen, ettei aihetta ole ainakaan suomalaisin voimin tutkittu millään asteikolla kattavasti. Kansainvälisissä julkaisuissa ongelmana on se, että monien ulkomaiden toiminnan lähtökohdat ovat erilaisia, eikä niistä saatuja tietoja voi yleistää Suomen käytännön järjestelyihin. Esim. armeijalaitoksen organisaatorakenne sekä luonnon- ja kenttäolot vaihtelevat suuresti maittain; vaikkapa Yhdysvalloissa itse taistelua ja lääkintähuollon prosessia tarkasteltaessa painottuvat vahvasti sillä käytössä olevat lentokoneet ja helikopterit ja lähestymistapa on siten hyvin erilainen kuin Suomen tapauksessa.

2.1 Keskeisiä määritelmiä

2.1.1 Jalkaväki

Jalkaväki muodostaa Puolustusvoimissa maavoimien rungon. Taistelussa sen tehtävänä on yhteistoiminnassa muiden aselajien kanssa torjua ja lyödä vihollinen. Jalkaväki siirtyy yleensä nykyaikaisilla telakuorma-autoilla tai panssariajoneuvoilla. Toiminnan nopeus on usein menestyksen saavuttamisen edellytys. Jalkaväessä koulutetaan noin puolet palvelukseen astuvista varusmiehistä. Monipuolinen koulutus jakautuu useisiin koulutushaaroihin, joissa jokaisessa osa varusmiehistä koulutetaan aliupseereiksi ja osa reserviupseereiksi. Jalkaväkeä koulutetaan

² Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1990.

yhdeksässä joukko-osastossa eri puolilla maata, joissa kaikissa koulutus on pääpiirtein samanlaista ja tähtää tehokkaan taistelijan ja hänen johtajansa kouluttamiseen.³

2.1.2 Huolto

Huollon tehtävänä on joukkojen taistelukelpoisuuden ja toimintakyvyn ylläpito sekä kehittäminen. Huolto on henkilöstön hoitoa, sotavarustuksen kunnossapitoa, täydennystä ja kuljetuksia. Tulivoiman kasvu, sotavarustuksen teknillistyminen, asejärjestelmien lisääntyminen ja kuljetuskaluston monipuolistuminen ovat lisänneet huollon tarvetta. Siksi huollon merkitys on entisestään korostunut nykyaikaisessa sodassa.

Täydennysten, kunnossapidon, kuljetusten, lääkintähuollon ja huoltopalveluiden miehistökoulutusta ja kuljetusten aliupseerikoulutusta annetaan useissa eri joukko-osastoissa eri puolilla maata. Tässä työssä ensisijaisen tarkastelun kohteena olevan lääkintähuollon erikoistehtäviin koulutus tapahtuu pääasiassa Hämeen Rykmentissä Lahdessa.⁴

2.2 Lääkintähuolto

Lääkintähuollon järjestelyjen periaatteena on hengenpelastavan ensiavun, nestehoidon sekä leikkaushoidon saaminen mahdollisimman lähelle taistelevia joukkoja. Mikäli haavoittuneet saadaan alle tunnin kuluessa haavoittumisesta kirurgiseen ensihoitoon, vähenee kuolleiden osuus kolmanneksella. Selviämisenuste heikkenee huomattavasti, jos vakavasti haavoittunutta potilasta ei saada kirurgiseen ensihoitoon kuuden tunnin kuluessa.

Lääkintähuollon tehtävänä on antaa hoitoa haavoittuneille ja sairaille, evakuoida heidät hoitopaikkaan, ylläpitää terveyttä ja ehkäistä sairauksia sekä jakaa ja täydentää lääkintämateriaalia. Lääkintähuoltoon kuuluu myös ympäristönvalvonta joukkojen toimintakykyä ylläpitävänä tekijänä. Lääkintähuollon toteutusperiaate on esitetty seuraavassa.⁵

- Haavoittunut sitoo haavansa itse ensisiteellä tarvittaessa taistelijaparin avustamana
- Lääkintämies antaa tai täydentää hengenpelastavan ensiavun, jonka jälkeen hänet kuljetetaan sidontapaikalle tai ensihoitopaikalle.
- Sidonta- ja ensihoitopaikalla täydennetään ensiapu ja aloitetaan tarvittaessa sokin nestehoito laskimoon ja saatetaan potilas kuljetuskuntoon, jonka jälkeen hänet kuljetetaan joukkosidontapaikalle tai ensihoitoasemalle.

³ Puolustusvoimat: Jalkaväki. Luettavissa Internetissä osoitteessa <http://www.mil.fi/maavoimat/aselajit/jalkavaki.dsp> [lainattu 2005-04-04].

⁴ Puolustusvoimat: Huolto. Luettavissa Internetissä osoitteessa <http://www.mil.fi/maavoimat/aselajit/huolto.dsp> [lainattu 2005-04-04].

⁵ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivut 15-16.

- Joukkosidontapaikalla tai ensihoitoasemalla suoritetaan hengityksen turvaamiseksi ja sokin torjumiseksi välttämättömät toimenpiteet sekä tarvittaessa hätäkirurgisia toimenpiteitä, tarkastetaan kuljetuskunto sekä kuljetetaan potilas sairaautoasemalle, ensihoitokeskukseen tai kenttäsaaraalaan. Kuljetus voi tapahtua myös noutoperiaatteella.
- Sairasautoasemalla suoritetaan samantasoisia hoitotoimenpiteitä kuin joukkosidontapaikalla ja potilas kuljetetaan edelleen kenttäsaaraalaan tai suoraan yleisen terveydenhuollon sairaalaan, yleensä evakuointisairaalaan.
- Kenttäsaaraalassa annetaan sairaanhoidon lisäksi kirurginen hätäensihoito kuljetuskelpoisuuden saamiseksi potilaalle.
- Kenttäsaaraalasta potilas kuljetetaan evakuointisairaalaan.
- Tukialueella olevissa yleisen terveydenhuollon sairaaloissa annetaan lopullinen hoito.
- Lääkintämateriaalin täydennys suoritetaan evakuointikuljetuksiin liittyen, kenttäsaaraala täydentää materiaalin eri kuljetuksin.
- Prikaati 2005:n komppaniassa on ensihoitopaikka, pataljoonassa on ensihoitoasema ja prikaatissa on ensihoitokeskus, jossa voidaan suorittaa myös leikkauksia.

2.2.1 Sairaanhoito

Sairaanhoito, jota tässä työssä keskitytään tarkastelemaan, jakautuu ensiapuun ja ensihoitoon, sairaankuljetukseen ja jatkohoitoon.⁶

Sodanajan sairaanhoidolle asetettavia vähimmäisvaatimuksia ovat⁷

- Ensiapu ja ensihoito on pystyttävä antamaan viivytyksettä ja mahdollisimman lähellä haavoittumispaikkaa. Lääkärin antaman ensihoidon on oltava saatavissa niin lähellä taistelevia joukkoja kuin mahdollista.
- Ensiavun jälkeen potilas on kyettävä kuljettamaan ensihoitopaikkaan ja sieltä edelleen jatkohoitoon mahdollisimman nopeasti vamman pahenemista välttämällä.
- Haavoittuneista noin 10 – 20 % on sellaisia kiireellisen avun tarpeessa olevia vaikeavammaisia, joille on kyettävä antamaan erikoislääkäritasoista sairaanhoitoa kenttähoitolaitoksessa.
- Kenttälääkinnässä on kyettävä hoitamaan valtaosa sairauksista, joista suurin osa on lieviä.
- Sissitoiminnassa ensihoito ja jopa lääkäritasoiset palvelut on pystyttävä tarjoamaan vihollisen selustassakin.
- Sotatoimialueella oleville siviilihenkilöille on tarjottava ensiapu-, ensihoito- ja sairaankuljetuspalvelut.

⁶ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivu 15.

⁷ Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus, 2001. Sivu 111.

2.2.2 Terveydenhuolto⁸

Kenttäoloissa terveydenhoito käsittää toimenpiteet, joilla pyritään joukkojen terveyden ja taistelukunnan ylläpitoon sekä sairauksien ja vammojen ehkäisyyn. Terveydenhoidon keskeisimpiä toimintoja ovat terveystarkastukset, rokotukset, henkilö- ja joukkokohtaisen hygienian valvonta, erityiset toimenpiteet tartuntatautien ehkäisemiseksi, desinfektiotoimet kenttähoitopaikoilla, terveystarkastus, tapaturmien ennaltaehkäisy sekä tarkastustoiminta.

2.3 Kenttälääkintä

Aseiden teho on kasvanut ja sodat ovat muuttaneet luonnettaan viime vuosikymmenien aikana, mutta myös kenttälääkinnän eli taistelukentällä annettavan ensiavun ja ensihoidon menetelmät ovat kehittyneet samalla huomattavasti. Sairaanhoidon pääsääntöisten haavoittuneiden eloonjäämisprosentti on noussut ensimmäisen maailmansodan aikaisesta 92 %:sta yli 98 %:n. Hoitoennusteen parantuminen on pitkälti nopeutuneen haavoittuneen kuljetuksen ansiota: ensimmäisen maailmansodan aikana haavoittuneen pääsy sairaalahoitoon kesti tyypillisesti puolisen vuorokautta, viimeaikaisissa sodissa kuljetusaika on ollut 2-6 tuntia. Tehostuneen kenttälääkinnän kulmakiviä ovat nopeutuneen potilaskuljetuksen lisäksi olleet taistelukohtaisen ensiaputaidon paraneminen, viivytyksettä aloitettu sokin suonensisäinen nestehoito, tehohoidon menetelmien soveltaminen ja kenttäkirurgian kehittyminen.⁹

Sodan ajan kenttälääkinnässä taistelija- ja taistelijaparikohtaisella ensiaputaidolla on ratkaiseva merkitys. Ensiapu on voitava antaa mahdollisimman nopeasti, mahdollisimman yksinkertaisesti ja mahdollisimman monelle. Koko joukon kannalta hyvällä ensiapukoulutuksella on myös huomattava turvallisuutta, paineensietoa ja toimintakykyä lisäävä vaikutus. Nopeasti aloitetulla ja oikein annettulla ensiavulla on mahdollista paitsi pelastaa loukkaantuneen henki, myös estää pysyvän haitan syntyminen. Avuntarpeen kiireellisyyden arvioiminen on erityisesti kenttälääkinnässä tärkeää, koska yhtäaikaaisesti autettavia potilaita on yleensä useampia.

2.3.1 Kenttälääkinnän toteutus etulinjassa¹⁰

Aseiden aiheuttamat vammat poikkeavat tavanomaisista vammoista. Luodin aiheuttama paine voi mm. vaurioittaa sisäelimiä laajasti. Samoin sirpaleet voivat aiheuttaa syvälle pahoja vaurioita. Pommit, tykkien ja kranaatinheittimien ammuksiset, käsikranaatit, jne. voivat aiheuttaa etenkin

⁸ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivu 17.

⁹ Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto, 1996. Sivu 149.

¹⁰ Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto, 1996. Sivut 151-153.

suojautumattomille joukoille painevammoja. Voimakkaan paineen vaikutuksesta syntyy ilmapitoisiin elimiin, lähinnä keuhkoihin ja ruoansulatuselimiin, sisäisiä ruhjeita, repeämiä ja verenvuotoja.

Kenttälääkinnän ensiapu ei kuitenkaan poikkea tavanomaisesta; hengitys ja verenkierto turvataan, verenkierto tyrehdytetään ja vamma-alue lastoitetaan. Tärkeää on muistaa sokin vaara ja tarkkailla tilannetta jatkuvasti. Sokin ehkäisyyn ja ensiavun vaatimiin toimenpiteisiin ryhdytään tarvittaessa. Lääkintähenkilöstö voi aloittaa sokin torjumiseksi suonensisäisen nestehoidon jo komppanian tasolla. Tämä tehostaa haavoittuneen hoitoa ratkaisevasti. Hoidon kiireellisyyteen perustuvan potilasselvityksen päämääränä on saada mahdollisimman moni vammautunut pysymään elossa. Selvitys voidaan joutua suorittamaan useita kertoja, koska potilaan tila ja olosuhteet voivat muuttua. Ensimmäinen lajittelu on mahdollisimman yksinkertainen ja nopea. Potilaat jaetaan lievästi ja vaikeasti haavoittuneisiin ja ensiavun antamisessa keskitytään vaikeasti haavoittuneiden ryhmään. Lievästi haavoittuneet antavat itse itselleen tai toisilleen ensiavun.

Jokaisen taistelijan varustukseen kuuluu ensiside ja vastalääkkeen antolaite. Ensisiteen avulla voidaan tehdä paineside ja tyrehdyttää runsaskin verenvuoto sekä antaa ensiapu luotien aiheuttamissa vammoissa. Vastalääkkeen antolaitetta käytetään taistelukaasumyrkytyksen ensiapuun. Kenttälääkinnän henkilöstöllä on lääkintämiehestä alkaen käytössään sidetarpeita, lääkkeitä ja välineitä, paareja ja huopia, jne. Kaikki lääkintämateriaali täydennetään aina potilasevakuoinnin jälkeisen paluukuljetuksen yhteydessä. Jokainen huolehtii myös tarvittaessa tilapäisvälineiden teosta.

Potilaan pitäminen lämpimänä on Suomen oloissa erityisen tärkeää. Siitä on huolehdittava, vaikka potilas ei vielä valittaisikaan kylmää, sillä kylmä pahentaa sokkia. Sokin paheneminen ja alilämpöisyys vaarantavat potilaan selviytymisen. Tapahtumapaikalla potilas suojataan omilla varusteillaan. Lisäksi paarivarustukseen kuuluu huopia ja lämpöä eristävä alusta, joilla on hyvä lämpöä eristävä yhteisvaikutus. Kylmän torjumiseksi voidaan käyttää myös sopivia tilapäisvälineitä kuten sanomalehtiä. Kuljetusta odottavat potilaat on sijoitettava teltaan, laavuun tai muuhun kylmältä suojattuun paikkaan. Myös kuljetuksen aikana on huolehdittava lämpimänä pidosta.

Kuljetusta varten potilas nostetaan vamman edellyttämään asentoon paareille vaatteista tai vartalon alta tukien. Apuna voidaan käyttää huopaa, joka saadaan potilaan alle rullaamalla ja potilasta kallistamalla. Kääntämällä potilasta kyljelleen ja kallistamalla paareja selän taakse voi yksikin auttaja kieräyttää potilaan paareille. Tilapäisvälineinä voidaan käyttää esim. lautoja tai levyä.

Kuljetusnopeus voi vaikeassa maastossa olla miesvoimin paareilla kannettaessa puolisen kilometriä tunnissa. Ajoneuvolla tavallinen kuljetusnopeus maastossa on noin kymmenen kilometriä tunnissa. Potilaat kuljetetaan tukikohdasta kaikkia saatavissa olevia ajoneuvoja käyttäen. Sairasautoon mahtuu kaksi paripotilasta.

2.3.2 Kenttälääkinnän kulku¹¹

Haavoittunut taistelija on usein saatava nopeasti siirretyksi tulitukselta suojaan. Auttajana toimii lähinnä taistelijapari tai joukkueen lääkintämies.¹² Lääkintämies ohjaa etulinjassa ensiapua sekä osallistuu siihen. Kun potilaat on siirretty suojaan, lääkintämies täydentää ensiavun ja lajittelee potilaat kuljetusta varten. Eri tyyppiset vammautumiset vaativat erilaisia siirtotekniikoita. Lievästi loukkaantuneet siirtyvät suojaan itse tai taistelijaparin auttamana. Potilaan siirto haavoittumispaikalta lääkintäryhmän perustamaan sidontapaikkaan on yleensä kuljetukseen liittyvä kriittisin vaihe.

Lääkintäaliupseerin johtama komppanian lääkintäryhmä perustaa suojaan sidontapaikan (SP), missä ensiapua täydennetään ja potilas saatetaan kuljetuskuntoon. Sidontapaikan lääkintävarustus mahdollistaa suonensisäisen nestehoidon aloittamisen sokin torjumiseksi. Sidontapaikalla potilas saadaan lisäksi suojaan lämmitettävään teltaan. Nestehoito voidaan käynnistää myös kylmissä oloissa ja sitä voidaan jatkaa kuljetuksen aikana evakuointiajoneuvon tai ahkion suojassa.

Joukkosidontapaikka (JSP) sijaitsee pataljoonassa muutaman kilometrin päässä komppanian sidontapaikasta. Kuljetus järjestetään sidontapaikalta komppanian ajoneuvoilla siten, että kiireellisintä jatkohoitoa tarvitsevat kuljetetaan ensiksi. Vaikeastikin haavoittunut, jonka tilassa ei tapahdu merkittäviä muutoksia, voi hyvin annetun ensiavun jälkeen odottaa sopivinta kuljetusta. Potilaan vointia on muistettava seurata.

Pataljoonan lääkintäjoukkue voi perustaa kaksi joukkosidontapaikkaa, joista toinen sijaitsee yleensä pataljoonan komentopaikan läheisyydessä. Joukkosidontapaikalla lääkäri turvaa muun lääkintähenkilöstön kanssa potilaiden elintärkeät elintoiminnot eli hengityksen ja verenkierron. Lääkäri tutkii vammat ja määrittää kiireellisyysjärjestyksen uudelleen. Joukkosidontapaikalla voidaan suorittaa yksinkertaisia hätäkirurgisia sekä muita hätätoimenpiteitä. Lievimmin vammautuneet ja sairastuneet voidaan hoitaa joukkosidontapaikalla ja palauttaa takaisin omaan

¹¹ Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto, 1996. Sivut 154-157.

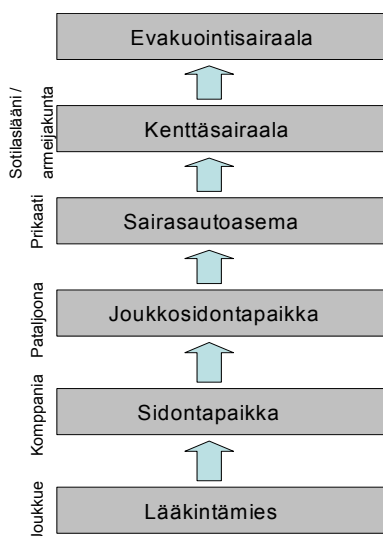
¹² Koskenvuo K. et al., 1993. Sivu 613.

perusyksikköön. Osa lääkintäjoukkueen henkilöstöstä voidaan tarvittaessa lähettää esimerkiksi erillään toimivan komppanian tueksi.

Prikaatissa on kaksi lääkintähuoltojoukkuetta, jotka kumpikin perustavat yhden tai kaksi joukkosidontapaikan tasoiset hoitomahdollisuudet tarjoavaa sairasautoasemaa (SAutoAs). Joukkueeseen kuuluu mm. kaksi lääkäriä ja kaksi lääkintäryhmää, ajoneuvoina on mm. useita sairasautoja. Joukkueet kuljettavat potilaat kenttäsairaalaan, tarvittaessa joukkosidontapaikoilta saakka. Sairasautoaseman muihin tehtäviin kuuluvat ensiavun täydentäminen, hoidon kiireellisyyden ja kuljetusjärjestyksen arvioiminen sekä lääkintämateriaalin täydentäminen. Lisäksi se toimii lähialueen joukkojen joukkosidontapaikkana.

Kenttäsairaala (KS) sijaitsee muutaman kymmenen kilometrin päässä etulinjasta. Potilaat kuljetetaan sinne joukkosidontapaikoilta joko suoraan tai sairasautoaseman kautta. Kenttäsairaalassa voidaan antaa tehokas ensihoito, jossa sovelletaan nykyaikaisen tehohoidon periaatteita sekä tehdään sairaalatasoisia, hengen pelastavia leikkauksia kiireellistä apua tarvitseville potilaille, jotka eivät kestä pitempää kuljetusta. Kenttäsairaalassa on kymmenen lääkäriä, joista pääosa on kirurgeja ja nukutuslääkäreitä. Kenttäsairaala perustetaan lämmitettävään rakennukseen ja se voidaan sijoittaa myös erityisiin sairaalateltoihin, leikkausyksikkö jopa ns. leikkaussalikonttiin. Kenttäsairaalassa annetaan vain henkeä pelastava ja muu välttämätön lyhytaikainen hoito sekä saatetaan potilaat kuljetuskuntoisiksi. Pitkäaikaista hoitoa tarvitsevat potilaat kuljetetaan tukialueen kiinteisiin sairaaloihin, lähinnä ns. evakuointisairaaloihin. Kenttäsairaala huolehtii tavallisesti itse tästä kuljetuksesta.

Kenttälääkinnän kulku on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kenttälääkinnän kulku.

2.3.3 Lääkintähuollon toteutus eri taistelulajeissa¹³

Puolustustaistelussa painopiste on taistelevien joukkojen lääkintähuollon turvaamisessa. Prikaatin lääkintähuoltojoukkueita käytetään joukkueina kootusti siten, että toisen joukkueen perustama sairausautoasema ryhmitetään painopistesuuntaan keskeiselle paikalle puolustusaseman taakse. Suojaavia joukkoja voidaan tukea evakuointikuljetuksin ja sijoittamalla alkuvaiheessa sairausautoasema vastuualueen etuosaan tai vahventamalla joukon omaa lääkintähuoltoa. Potilaat evakuoidaan joukkosidontapaikoilta sairausautoasemalle, josta heidät evakuoidaan edelleen.

Prikaatin hyökkäyksen lääkintähuolto on järjestettävä niin, että sillä on käytössään tarvittava lääkintämateriaali sekä edellytykset sen jatkuvaan täydentämiseen ja haavoittuneiden evakuointiin hyökkäyksen aikana, myös harvateisessä maastossa. Hyökkäyksessä prikaatin lääkintähuollon painopisteenä on iskevän osan joukkojen tukeminen. Hyökkäyksen aikana sairausautoasemia siirretään portaittain hyökkäyssuunnassa sen edistymisen mukaisesti.

Viivytystaistelussa lääkintähuolto keskittyy aluksi viivytysasemissa taistelevien joukkojen haavoittuneiden evakuoinnin tukemiseen ja myöhemmin prikaatin viivytysasemassa taistelevien joukkojen tukemiseen. Siirryttäessä uudelle alueelle lääkintähuollon painopiste on joukkojen taistelukelpoisuuden palauttamisessa. Viivytysalueen etuosassa taistelevia joukkoja voidaan tukea ryhmittämällä lääkintähuoltojoukkueen osa keskeiselle alueelle pataljoonan tai patteriston joukkosidontapaikan yhteyteen. Sairausautoasemat ryhmitetään painopistesuuntaan portaittain.

2.4 Lääkintähuollon johtaminen¹⁴

Lääkintähuollon johtamisella tarkoitetaan potilaiden hoidon ja evakuoinnin järjestelyjen, joukkojen terveyttä, toimintakykyä ja palvelusturvallisuutta ylläpitävien toimintojen suunnittelua ja johtamista. Lisäksi sillä tarkoitetaan ympäristönvalvonnan ja lääkintämateriaalitoimintojen käytännön toiminnan suunnittelua ja johtamista. Lääkintähuoltotilanteen arvioinnissa ja seuraamisessa on otettava huomioon mm. arvioidut tappiot (haavoittuneet, sairastuneet ja kaatuneet) ja hoito- ja evakuointikapasiteetti sekä sen käyttöaste ja naapurien tukemismahdollisuudet.

Lääkintähuollon arvioinnin johtopäätöksenä saadaan lääkintähuoltojoukkojen käyttösuunnitelma, alaportaiden tukeminen taistelujen eri vaiheissa ja lääkintähuollon riittävyys sekä esitys lisätukitarpeista ylemmälle johtoportaalle. Pataljoonan lääkintäjoukkueen johtaja on pataljoonan lääkäri ja lääkintähuoltotoimialan johtaja. Hän vastaa lääkintähuollon järjestelyistä.

¹³ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivut 52-55.

¹⁴ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivut 56-64.

2.5 Toimintakyky ja sen ylläpito¹⁵

Taistelijoiden toimintakyky ja sen ylläpito korostuvat lähinnä pitkäkestoisissa taisteluissa, mutta aihe liittyy tutkittavaan asiaan niin kiinteästi, että sitä käsitellään seuraavassa melko lyhyesti.

Toimintakyvyn säilymiseen vaikuttavat useat seikat, kuten fyysinen kunto ja taito liikkua maastossa sekä yksilön psyykkinen rakenne. Myös joukon sisäisellä hengellä ja yhteenkuuluvuudella on tässä tärkeä sijansa. Myös sää- ja maasto-olot saattavat vaikuttaa hyvinkin paljon suorituskyykyyn. Sodan oloissa on myös muu kuin vihollisen toiminnasta aiheutuva vammautumisen vaara huomattavan suuri. Erityisesti tapaturmia ja niihin johtavaa huolimattomuutta tulee pyrkiä ehkäisemään.

2.5.1 Fyysinen suorituskyyky

Tapaturmavaaran vähentämiseksi on huolehdittava joukkojen riittävästä levosta. Unen puute ja väsymys heikentävät aluksi lähinnä henkistä suorituskyykyä niin, että vaativissa tehtävissä virhearvioinnit ja -suoritukset yleistyvät ja tapaturmavaara kasvaa myös helppossa ja tavanomaisesti mekaanisessa työssä. Erityistä huomiota on kenttäoloissa talvella kiinnitettävä paleltumien torjuntaan. Lämpimänä vuodenaikana on puolestaan nestetasapainosta huolehtiminen erityisen tärkeää toimintakyvyn säilyttämiseksi ja ennenaikaisen uupumisen välttämiseksi sekä lämpötasapainon pettämisen ehkäisemiseksi. Vesi- ja elintarvikeperäisten joukkoperäisten joukkosairastumisten ehkäisy on perinteisesti ollut varsin merkityksellistä sotajoukkojen terveyden ja toimintakyvyn turvaamiseksi. Vesi- ja elintarvikehygienian keinoin sekä näihin liittyvin teknisin ratkaisuin epidemioita voidaan oleellisesti vähentää.

Fyysinen suorituskyyky riippuu paitsi peruskunnosta, myös elimistön ravitsemustilasta, neste- ja lämpötasapainosta, väsymyksen asteesta sekä rasituksen voimakkuudesta ja kestosta. Pitkään kestäväen toiminnan aikana on riittävän nesteen saannilla ratkaiseva vaikutus kestävyyyteen. Myös ravinnon oikeasta laadusta ja määrästä on syytä huolehtia. Väsymystä voidaan ehkäistä oikeanlaisella ravinnolla rasitusta edeltävinä päivinä. Toistuvat unenpuutteesta johtuvat rasitustilat aiheuttavat usein vähitellen hermoston toimintahäiriöitä, jotka ilmenevät esimerkiksi fyysisen suorituskyyvyn huononemisenä, syketaison nousuna, unihäiriöinä ja yleisenä ärtyisyytenä.

2.5.2 Henkinen suorituskyyky

Psyykkisten tekijöiden vaikutus toimintakykyyn on huomattava. Voimakas stressitilanne saattaa lamauttaa toimintakyvyn, jolloin aloite- ja arvostelukyyky, itseluottamus, tarkkaavaisuus ja

¹⁵ Koskenvuo, K. et al., 1993. Sivut 432-436, 450, 457.

keskittymiskyky heikentyvät ratkaisevasti. Stressireaktioihin vaikuttavat mm. stressitekijöiden laatu, kesto, voimakkuus, määrä ja yhteisvaikutus. Ahdistuneisuutta, pelkoa ja jännittyneisyyttä voidaan vähentää ja jopa poistaa asiallisella informaatiolla ja koulutuksella. Fyysisellä toiminnalla on mielenterveyteenkin – mm. stressinsietokykyyn – edullinen vaikutus. Psykkisten häiriöiden torjumiseksi hyvän hengen luominen ja asiallinen koulutus ovat tärkeitä. Myös lääkintähuollon uskottavuus parantaa mielialaa ja toimintakykyä. Unen puutetta taistelija sietää joitakin vuorokausia. Se johtaa kuitenkin melko nopeasti psyykkisen toimintakyvyn huomattavaan heikkenemiseen, jopa romahtamiseen. Siksi unen vähimmäistarpeen turvaamiseen on kiinnitettävä kenttäoloissa alusta alkaen jatkuvasti huomiota.

Tutkijat ovat huomauttaneet olosuhteiden nykyaikaisella taistelukentällä olevan jo niin vaikeat, että fyysinen ympäristö muistuttaa katastrofitilannetta. Jos sota alkaa äkkiä, hyvinkin koulutetuissa joukoissa voi todennäköisesti syntyä ns. katastrofireaktioita. Tällöin tilannestressin vaikutus voi olla niin voimakas, että suuri osa, jopa 70-80 %, menettää ainakin väliaikaisesti toimintakykynsä. Tällainen joukko ei pysty sotilaalliseen toimintaan. (viittaus?)

2.6 Henkilöstötappiot ja lääkintähuollon kapasiteetti

2.6.1 Henkilöstötappioiden arviointi¹⁶

Henkilöstötappioiden arvioinnin tarkoituksena on todeta lääkintähuoltojoukkojen ja potilaiden kuljetuskapasiteetin riittävyys taistelujen eri vaiheissa. Painopistesuunnassa tappiot voivat olla moninkertaisia sivusuunnan tai selustan tappioihin verrattuna. Tappioita vähentäviä tekijöitä ovat mm. joukon hyvä koulutustaso, hajaryhmitys, suojautumisaste, lumipeite ja henkilökohtaiset suojarusteet. Arviota on tarkennettava taisteluvaiheittain, koska joukkojen tilanteet ja tehtävät ovat erilaisia eri vaiheissa.

Yleisesti voidaan arvioida, että kolmannes sotavammoista on vaikeita, kaksi kolmannesta lieviä. Sairauksien aiheuttamat tappiot ovat taistelevissa joukoissa tavallisesti vähäiset, mutta huonojen hygieenisten olojen aiheuttamat ruokamyrkytykset ja tartuntataudit voivat hetkellisesti heikentää joukon toimintakykyä hyvinkin huomattavasti. Myös henkisen paineen hallinta on tärkeää joukon toimintakyvyn kannalta. Kaatuneista huolehtimisen on havaittu nostavan joukon mielialaa ja taistelumoraalia.

Henkilöstötappioiden arvioinnissa käytetään apuna taulukon 1 mukaisia lukuja.

¹⁶ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivut 47-50.

Taulukko 1 Pataljoonan henkilöstötappioarviot

| Taistelun luonne | Tappioprosentti pataljoonan rivivahvuudesta / vrk |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Kewyt taistelu | 1 – 5 % |
| Keskimääräinen taistelu | 5 – 10 % |
| Kiivas taistelu | 10 – 20 % |
| Murtoalueen taistelu (vihollisen tai oma) | yli 20 % |

Perusyksikössä tappiot saattavat olla vieläkin suuremmat. Prikaatin tappiot vaihtelevat 0,5 – 15 % rivivahvuudesta vuorokaudessa ja armeijakunnan (yli 15 000 henkilöä) tappiot vaihtelevat 0,25–6 % rivivahvuudesta. Kokonaistappioihin sisältyvät kaatuneet, kadonneet, haavoittuneet, tapaturmaisesti vammautuneet ja sairaat. Sairastappiot ovat suotuisissa olosuhteissa 0,2-0,3 % vuorokaudessa. Tavanomaisissa olosuhteissa joukon mukana selviytyviä lievästi sairaita tai vammautuneita on jatkuvasti 1-2 % rivivahvuudesta. Tappioita voivat lisätä erilaiset epidemiat ja puutteellinen kenttähygieniat. Epidemiatilanteessa sairastappiot voivat olla 5-20 % perusyksikön rivivahvuudesta. Epidemian huippukautena jatkuvasti sairaiden osuus voi olla jopa 20-50 %. Yli 20 % tappioissa joukon katsotaan olevan taistelukelvoton. Kokemusten mukaan tappioiden sietokyky kuitenkin paranee sodan kestäessä.

Evakuointitarpeen mukaan tappiot jakautuvat keskimäärin taulukon 2 arvojen mukaisesti.

Taulukko 2 Tappioiden jakautuminen

| Tappion laatu | Osuus kokonaistappioista |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Kaatuneet | 15 – 30 % |
| Haavoittuneet | |
| -vaikeasti | 5 -10 % |
| -keskivaikeasti | 20 - 30 % |
| -lievästi | 60 – 70 % |
| Siraat (sisältää onnettomuudet ja paleltumat, joita 0,5 – 10 %) | |
| -normaali tilanne | 0,5 – 3 % |
| -epidemia | 5 – 20 % |
| -taistelustressireaktiot | 3 – 15 % |

2.6.2 Vammautuneiden luokittelu¹⁷

Kenttälääkinnässä on tärkeää noudattaa tarkoin ennalta sovittuja periaatteita vammautuneita luokiteltaessa. Hoitokategoriat voidaan määrittää hyvin tarkasti seuraavassa esitettävillä luokitteluilla. Tällöin merkitään kiireellisyysryhmä yksinkertaisesti numerolla yhtenäisen käytännön

¹⁷ Koskenvuo, K. et al., 1993. Sivu 81.

mukaisesti. Onnistuneessa potilasselvityksessä arvioidaan potilaiden lukumäärä, vammojen vaikeusaste, kirurgisen hoidon vaatimustaso, ennuste ja käytettävissä olevien hoitomahdollisuuksien tehokas hyödyntäminen.

Luokkaan 1 kuuluvat vaikeasti vammautuneet, jotka tarvitsevat välitöntä ensihoitoa tai pikaista sairaalahoitoa jäädäkseen henkiin. Potilailla on hengitysvajaus, joka johtuu yleensä mekaanisesta hengitystietukoksesta, avoimesta ilmarinnasta, paineilmarinnasta, vaikeasta kasvovammasta, aivovammasta tai inhalaatiopalovammasta. Luokkaan 1 sijoitetaan myös potilaat, joilla on raju ulkoinen verenvuoto tai joiden tilaa komplisoi sokki. Sokki voi johtua monivammoista, sydämen ja suurten valtimoiden vammoista, sisäisestä verenvuodosta, eviskeraatiosta, massiivisista pehmytkudosvammoista, suurten luiden avomurtumista ja 2. asteen palovammoista. Myös aivovammapotilaat, joiden tajuttomuus on syvenevää, kuuluvat tähän luokkaan.

Luokkaan 2 kuuluvat vaikeasti vammautuneet, jotka eivät tarvitse välitöntä ensihoitoa tai kiireellistä sairaalahoitoa jäädäkseen henkiin, vaan kestävät kohtuullista odotusta ennen erikoishoitoa. Tähän luokkaan sijoitetaan potilaat, joilla on penetroiva vatsavamma, virtsaelinvamma tai thoraxvamma, mutta ei hengitysvajasta. Potilailla voi olla myös verisuonivamma, mutta vuoto on hallittavissa yksinkertaisin menetelmin. Tähän luokkaan kuuluvat palovammapotilaat, joilla on alle 20 % ihosta käsittäviä, osittain riskialueiden palovammoja. Myös tajuttomat aivovammapotilaat, joilla ei ole hengitysvaikeuksia ja joiden tila on stabiili, kuuluvat luokkaan 2.

Luokkaan 3 kuuluvat hyvin odotusta kestävät vammautuneet vamman vaikeusasteesta riippumatta. Potilailla voi olla selkäydinvammoja, pienehköjä pehmytkudosvammoja, pieniä murtumia ja sijoiltaanmenoja, silmävammoja, alle 20 % ihosta käsittäviä, muiden kuin riskialueiden palovammoja tai lieviä aivovammoja. Huomattava osa ensi vaiheessa luokkaan 3 sijoitetuista potilaista ei tarvitse jatkoevakuointia sidontapaikalla tai joukkosidontapaikalla saadun ensiavun tai ensihoidon jälkeen. He jäävät tarkkailtaviksi joukkosidontapaikalle tai heidät palautetaan perusyksikkönsä.

Luokkaan 4 kuuluvat kriittisesti vammautuneet, joilla ei resurssit huomioon ottaen arvioida olevan eloonjäämisen mahdollisuuksia. Osa heistä voidaan tilanteen salliessa siirtää luokkaan 1.

Potilasselvityksen suorittajalla tulee olla perustiedot sotavammojen vammamekanismeista ja vammaprofileista sekä hoidon erityispiirteistä. Yleensä lähtökohtana voidaan pitää, että ainakin

noin 10 % haavoittuneista tarvitsee välitöntä kirurgista hoitoa, eikä ensi vaiheessa juuri kestä kuljetusta.

2.6.3 Haavoittuneiden evakuoinnin järjestäminen¹⁸

Haavoittuneiden ja sairaiden kuljetustarve haavoittumispaikalta pataljoonan joukkosidontapaikalle voidaan laskea prosentteina taistelutappioista taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3 Haavoittuneiden kuljetustarpeen jakautuminen

| | Etulinja - JSP | JSP - KS | KS – EvakS |
|--------------------------------|---------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------|
| Kokonaisevakuointimäärä | 80 – 85 % (kaatuneita 15 – 20 %), joista | 85 % | 80% (kokonaistappioista 54%, haavoittuneista 68%) |
| | -maaten 20 % | | |
| | -istuen 25 % | | |
| | -liikuntakykyisiä 35 % | | |
| Palaa hoidin jälkeen yksikköön | | 15 % | 20% (3 – 15 % operoidaan KS:ssa) |

Maaten evakuoitavat tarvitsevat aina sairaajoneuvon. Muut haavoittuneet voidaan potilaan voinnista riippuen evakuoida muillakin ajoneuvoilla.

Taulukko 4 Esimerkkejä potilaiden evakuointikapasiteetista.

| Ajoneuvo | Evakuointikapasiteetti | |
|-----------------------------|------------------------|---------|
| | Maaten | Istuen |
| Sairasauto | 2 | 2 |
| Sairaslinja-auto | 12 | 10 – 15 |
| PS-83 sairaankuljetusversio | 4 | 4 |
| Telakuorma-auto | 3 | 4 |
| Moottorikelkka + reki | 1 | 1 |

Suunniteltaessa potilaskuljetuksia joukkosidontapaikalta ja sairausautoasemalta voidaan maaten evakuoitavia arvioida olevan 25 – 40 % ja istuen evakuoitavia 60 – 75 %. Kenttäsaaralasta evakuoitaessa kokonaisjakauma on lähes sama, mutta kiireellistä kuljetusta ja sairaanhoitoa vaativat potilaat ovat pääosin maaten kuljetettavia, jolloin evakuointiin käytetään yleensä sairausautoja. Vammojen vaikeusaste vaikuttaa hoitokapasiteetin riittävyyden arviointiin; kaikista vammautuneista 5 – 10 % tarvitsee kiireellistä leikkaushoitoa. JSP:lta voidaan yksikköön arvioida palaavan hoidettuina 15 % sinne evakuoiduista potilaista. Kenttäsaaralasta arvioidaan palaavan noin 20 % muutaman vuorokauden viiveellä.

¹⁸ Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Sivut 50-52.

Haavoittuneiden kuljetuskapasiteetin riittävyyteen vaikuttavat haavoittuneiden määrän lisäksi ajoneuvojen lukumäärä ja kuljetustila, evakuointietäisyys, ajoaika sekä tiestön kunto. On huomattava, etteivät tappiot tule tasaisesti, vaan lyhyen ajan kuluessa saattaa paikallisesti tulla suuriakin tappioita. Ajonopeus joukkosidontapaikalta ja sairausautoasemalta kenttäsaaraalaan on noin 30 kilometriä tunnissa ja kenttäsaaraalasta evakuointisaaraalaan noin 50 kilometriä tunnissa. Yhden sairausauton tehokas ajoaika on noin kymmenen tuntia vuorokaudessa.

Lääkintähuollon mitoittamisessa on leikkaushoito saatava mahdollisimman lähelle taistelevia joukkoja tai on kyettävä järjestämään nopea kuljetus. Huoltokeskus ryhmitetään yleensä mahdollisimman lähelle tuettavia joukkoja, mutta kuitenkin sivuun vihollisen oletetusta päähyökkäyssuunnasta. Mikäli huoltokeskusta ei voida ryhmittää lähelle tuettavia joukkoja, on minimivaatimuksena varma ja hyvä tiestö sekä käytettävissä olevat riittävät kuljetusjoukot.(viittaus)

3. Simulointi yleisesti ja Arenalla

3.1 Simuloinnin perusteet¹⁹

Simulointi on tietokoneaikana tehokas tapa tutkia erilaisia systeemejä. Simulointi tarkoittaa jonkin todellisen tai epätodellisen tilanteen mallintamista. Joskus tutkittava rakenne on niin monimutkainen, että sen ominaisuuksien analyttinen tutkiminen ja ratkaiseminen on työlästä tai jopa mahdotonta. Tällöin luodaan todellisuutta kuvaava malli, jolle annetaan erilaisiksi syötteiksi ja parametreiksi todellisuutta mahdollisimman hyvin vastaavia syötteitä; esimerkkinä voisi toimia asiakkaiden saapumisprosessi systeemiin. Tätä voidaan mallintaa jollakin matemaattisella jakaumalla jonka uskotaan vastaavan todellisuutta.

Simulointia käytetään kun todellisen tilanteen tutkiminen on liian kallista, aikaa vievää, vaarallista tai yksinkertaisesti mahdotonta. Simuloinnin hyödyllisyys tulee erityisen hyvin esille käsiteltäessä verraten monimutkaisia systeemejä joiden optimaalinen olemus halutaan selvittää.

3.2 Simulointimallien luokittelua

Simulointimallit voidaan jakaa kahteen ryhmään: jatkuva-aikaisiin ja diskreettiaikaisiin malleihin sen mukaan, minkälaista ilmiötä ollaan kulloinkin mallintamassa. Tässä raportissa keskitytään lähes ainoastaan diskreettiaikaiseen mallin tarkasteluun. Joskus on mielekästä käyttää niin sanottua yhdistettyä mallia, jossa systeemin tila muuttuu hyppäyksittäin, mutta hyppäysten välillä tila muuttuu kuten jatkuva-aikaisissa malleissa.

3.2.1 Jatkuva-aikaiset mallit²⁰

Jos mallinnettavan asian tila muuttuu ajan suhteen jatkuvasti, käytetään simuloinnissa jatkuva-aikaista mallia. Monet liiketilaa kuvaavat mallit ovat jatkuva-aikaisia, esimerkkinä mainittakoon lentokoneen reitin mallinnus.

¹⁹ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 1-3.

²⁰ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 87.

3.2.2 Diskreettiaikaiset mallit²¹

Jos systeemin tila ei muutu ajan suhteen jatkuvasti, vaan hyppäyksittäin, käytetään diskreetti-aikaista mallia. Erilaiset jonomallit, jollaisia kaiken muun lisäksi tässäkin työssä tarkastellaan, kuvautuvat erityisen hyvin diskreettiaikaisten mallien avulla. Diskreettiaikaisella mallilla tarkoitetaan useimmiten mallia, jossa systeemi vaihtaa tilaa hyppäyksittäin, ja on vakio hyppäysten välillä. Tällaisissa malleissa kaikki tapahtumat määritellään siten, että jollakin tietyllä hetkellä systeemin tila muuttuu hyppäyksenä toiseen tilaan. Näitä hyppäyksiä voi sinänsä olla hyvinkin tiheässä, mutta idea kuitenkin on se, että jatkuvaa muutosta ei saavuteta; muutokset tapahtuvat selkeästi erillisinä ajanhetkinä.

3.3 Diskreetti tapahtumasimulointi

3.3.1 Mallin perusterminologiaa^{22 23}

Simulointimalleissa käytetään tiettyä terminologiaa, joka vaihtelee jonkin verran riippuen mallityypistä. Tiedyt yleiskäsitteet ovat kuitenkin vakiintuneita.

- Yksikkö, entity
- Aktiviteetti, activity
- Tapahtuma, event
- Jono, queue
- Attribuutti, attribute
- Tila, state

Yksikkö on simulointimallin alkeisolio, jolla tarkoitetaan mitä tahansa yksittäistä toimijaa monien joukossa. Yksikkö voi olla esimerkiksi yksi asiakas, joka liikkuu systeemissä. Yksikkö voi olla myös esimerkiksi yksi palveluasema monien joukossa. Aktiviteetti on toimenpide jota yksikkö tekee tai yksikölle tehdään. Tapahtuma on ajan hetki, jolloin systeemin tila muuttuu. Aktiviteetti, joka kestää yli äärettömän lyhyen ajan, alkaa ja loppuu tapahtumaan. Jono on passiivinen tila, jossa yksikkö tai yksiköt odottavat jotakin tiettyä tapahtumaa. Attribuutti on jokin yksikön ominaisuus. Se voi olla pysyvä, ”ylhäältä annettu”, tai systeemissä määritelty ja muuttuva. Tila on joko koko systeemin tai tietyn yksikön asema tietyllä hetkellä.

²¹ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 3, 6-9.

²² Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 207-208.

²³ Kelton, W.D. & Sadowski, R.P. & Sturrock, D.T., 2004. Sivut 24-28.

3.3.2 Mallirakenteiden tyypit²⁴

Diskreettiaikaisia malleja voidaan kuvata erilaisilla tavoilla, joista tärkeimmät ovat aktiviteettipohjaiset mallit, tapahtumapohjaiset mallit ja prosessipohjaiset mallit.

Aktiviteettipohjaisissa malleissa on periaatteena se, että kaikille systeemin yksiköille määritellään tilat, johon yksikkö voi joutua. Eri ehtojen mukaan yksikkö sitten liikkuu eri tiloissa. Yksiköillä voi olla yhteisiä tiloja tai tilat voivat olla täysin erilliset. Tapahtumapohjaisissa malleissa malli muodostetaan siten, että etsitään systeemin kaikki eri tapahtumat ja määritetään tapahtumien seuraukset mallin yksiköille. Prosessipohjaiset mallit koostuvat erilaisista prosesseista. Yksittäiseen prosessiin voi koostua useampia tapahtumia. Yksittäiset tapahtumat voivat olla eri prosesseille samojakin, mutta tapahtumien aiheuttamat toimenpiteet eri prosesseissa oleville yksiköille saattavat vaihdella.

3.3.3 Simulointimallin analysointi²⁵

Simulointiprosessi on periaatteessa hyvin yksinkertainen. Ensin määritetään ja formuloidaan ongelma, ja ongelmasta luodaan malli esimerkiksi tietokoneohjelmalla. Malliin syötetään sitten erilaisia parametreja, jotka kuvaavat tutkittavaa tilannetta mahdollisimman totuudenmukaisesti; vaikkapa asiakkaiden saapumisen matemaattinen jakauma. Jos parametrien arvoja tai jakaumamalleja ei tunneta, on maalaisjärjen käyttö myös toimiva vaihtoehto. Lopuksi suoritetaan simulointiajo, jonka tuloksia voidaan sitten tulkita parhaaksi katsotulla tavalla. Tarvittaessa voidaan tehdä useita simulointiajoja, jotta saadaan tilastollisesti luotettavaa tulosdataa.

Usein simulointimallin ajosta saatua dataa ei voida suoraan hyödyntää mihinkään; tarvitaan tilastollista tai muuta käsittelyä, ennen kuin haluttuja tietoja saadaan esille. Usein kiinnostavia suureita ovat keskiarvot ja erilaiset hajontasuureet.

3.4 Simulointiohjelmistot

3.4.1 Simulointiohjelmistojen jaottelua ja ominaispiirteitä²⁶

Tietotekniikan ja tilastollisten menetelmien nopean kehityksen seurauksena nykyään on tarjolla runsaasti erilaisia simulointiohjelmistoja. Nämä voidaan jaotella ohjelmointikielten kaltaisiin simulointikieliin ja graafisen käyttöliittymän omaaviin simulointiympäristöihin.

²⁴ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 11, 205-207.

Ohjelmointikielillä ja ohjelmointikielten kaltaisilla simulointikielillä on etuna se, että simulaatiomalli voidaan rakentaa alusta alkaen juuri sellaiseksi kuin halutaan. Tällöin voidaan rakentaa erittäinkin monimutkaisia, mutta samalla yksilöllisiä malleja. Ongelmana on tällöin lähinnä mallin työläs rakentaminen ja testaaminen.

Graafisia simulointiympäristöjä käytettäessä malli rakennetaan graafisen käyttöliittymän kautta: sen rakentaminen helpottuu ja aikaa saattaa säästyä. Tällöin saattaa kuitenkin olla vaarana, että haluttua mallia ei voida täysin halutulla tavalla mallintamaan käyttöliittymän prosessivalikoiman puutteellisuuden vuoksi.

3.4.2 Arena^{27 28}

Arena on tyypillinen esimerkki graafisesta simulointiympäristöstä. Arenan käyttöliittymä rakentuu työpöydästä, projekti-ikkunan paneeleista, valikoista sekä ajonhallinta- ja muista pikanäppäimistä. Paneelien toimintokirjastoista poimitaan erilaisia toimintoja työpöydälle. Näille toiminnoille määritetään tiettyjä parametreja ja komentoja, ja toiminnot yhdistetään toisiinsa tarkoituksenmukaisella tavalla. Erilaisia toimintoja on paljon, ja jotkin niistä ovat pitkälle kehitettyjä siten, että niiden avulla voidaan nopeasti ja tehokkaasti rakentaa erilaisia prosesseja. Arena perustuu SIMAN-simulointikieleen, joka mahdollistaa myös omien toimintojen rakentamisen malliin. Tämän takia Arenalla voidaan mallintaa myös hyvin vaativia tilanteita.

Mallia Arenalla rakennettaessa käytetään kahdenlaisia mallintamiselementtejä, moduuleja: prosessikaavio- (flowchart) ja datamoduuleja (data). Prosessi määritellään liittämällä prosessikaaviomoduuleja työpöydälle ja toisiinsa sen logiikan vaatimalla tavalla. Datamoduuleja muokataan taulukkoliittymän kautta, eikä niitä sijoiteta työpöydälle.

Yksinkertaisen mallin rakentaminen tapahtuu seuraavasti. Oletuspaneelien Basic Process, Reports ja Navigate lisäksi liitetään projekti-ikkunaan (Project bar) aluksi esimerkiksi Advanced Process -paneeli moduulivalikoiman laajentamiseksi. Liitetään työpöydälle ensiksi yksi Create-moduuli. Tämä moduuli määrittelee saapumisprosessin: saapuvien olioiden tyyppin (entity type), väliajan jakauman, kerrallaan saapuvien olioiden määrän ja maksimimäärän, sekä ensimmäisen saapumisajankohdan.

²⁵ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 208-210, 214-215.

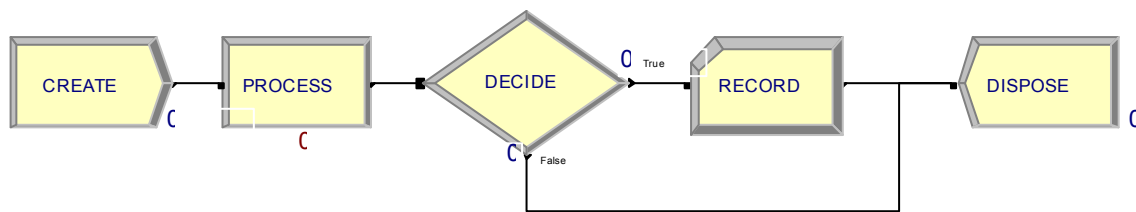
²⁶ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 203-205.

²⁷ Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Sivut 215-219.

²⁸ Kelton, W.D. & Sadowski, R.P. & Sturrock, D.T., 2004. Sivut 103-119.

Seuraavaksi liitetään yksi Process-moduuli. Process-moduuli aiheuttaa sen läpi virtaavalle oliolle annetun viiveen prosessissa. Viiveen lisäksi Process voi varata ja vapauttaa systeemin resursseja: esimerkiksi kaupassa käydessään asiakas varaa vuorollaan kassan maksaakseen ostoksistaan. Viiveelle voidaan määritellä jakauma. Process-moduulin jälkeen liitetään yksi Record-moduuli. Record-moduulin avulla kerätään tilastotietoa mallista. Moduulille on määriteltävä lasketaanko esimerkiksi moduulin läpi menneiden lukumäärää (count), sen läpi menneiden välistä aikaa ts. väliaikojä (time between) vaiko aikaa (time interval) moduuliin saapumisajan ja jonkin aiemman ajankohdan (time stamp) välillä.

Prosessikaavio päätetään liittämällä sen lopuksi Dispose-moduuli. Tämä moduuli poistaa oliot systeemistä ja sulkee prosessin. Ennen simulaation ajoa on vielä hyvä asentaa simulaatioasetukset kohdalleen Run valikon Setup-ikkunan kautta. Kuvassa 2 esitetään muodostetun mallin työpöydälle kuvautunut graafinen esitys.



Kuva 2 Yksinkertainen Arena-malli.

Arenassa on myös lukemattomia muita hyödyllisiä moduuleja ja ominaisuuksia. Decide-moduulilla voidaan ohjata oliovirtaa luomalla erilaisia päätöslogiikoita. Assign-moduulia voidaan käyttää olioiden ominaisuuksien (entity attributes) asettamiseen. Erikseen voidaan määritellä resursseja, muuttujia ja lausekkeita (expression). Animaatioilla voidaan havainnollistaa luotua mallia.

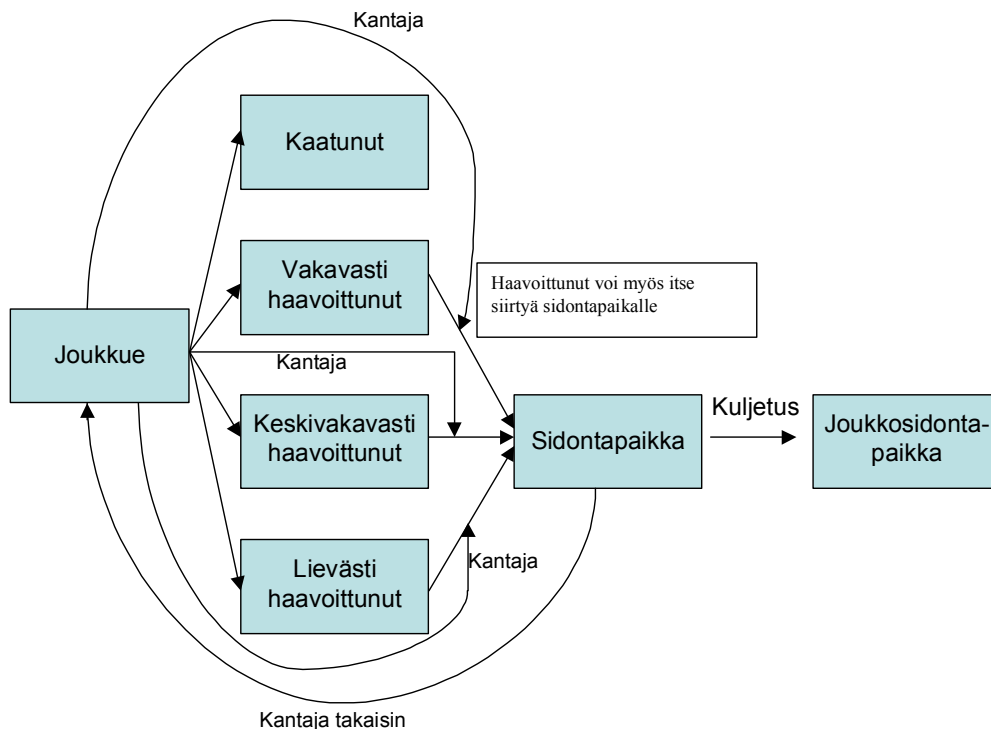
4. Simulointimalli ja siitä saadut tulokset

4.1 Simulointimallin toiminta

Tässä luvussa kuvataan pääpiirteittäin rakennettu simulointimalli ja sen toiminta. Yksityiskohtaisempi esittely löytyy liitteistä A ja B.

4.1.1 Yleinen kuvaus

Simulointimallin periaatteellinen yksinkertaistettu malli on esitetty kuvassa 3. Kuvassa on esitetty ainoastaan yksi joukkue, sillä muut joukkueet toimivat täysin vastaavasti. Perusideana on, että joukkueen tasolla aiheutuu tapahtumia, jotka lajitellaan kolmen eri asteen haavoittumisiksi haavoittumisen vakavuuden perusteella; haavoittumisen lisäksi taistelija voi myös menehtyä. Tämän jälkeen poistetaan taistelevasta joukkueesta kantajia haavoittuneille, kannetaan haavoittuneet sidontapaikalle, operoidaan heidät ja asetetaan odottamaan kuljetusta joukkosidontapaikalle. Kantajat palautetaan takaisin taistelevaan joukkueeseen haavoittuneen saavuttua sidontapaikalle.



Kuva 3. Simulointimallin periaatteellinen kuva.

Simulointimallin toiminta on jaettu kolmeen hierarkkiseen tasoon: päätaso sisältää alitasoina joukkueet 1-3, haavoittuneiden aikalaskureita ja kuljetuksen SP:ltä JPS:lle. Joukkueet 1-3 sisältävät

lisäksi alitasot haavoittumistapahtumien luomista varten (Luodaan haavoittumistapahtumat), haavoittumisasteen määrittämistä varten (Asetetaan haavoittumisaste), ensiapua varten (Haavoittuneiden hoito ja viive kantamiselle), haavoittuneiden kantamista varten (* haavoittuneiden kantaminen) sekä kuljetusta varten (Autokuljetus uralta SP:lle).

4.1.2 Päätaso

Päätaso on esitetty liitteen A kuvassa A1. Päätasolla saadaan joukkueista 1-3 haavoittuneita, jotka saapuvat jonoon ennen SP:aa. Tässä jonossa asetetaan myös haavoittumisasteen perusteella järjestys sidontapaikkaa varten. Seuraavaksi lasketaan haavoittuneiden haavoittumisesta SP:n jonoon asti kulunut henkilökohtainen aika. Sidontapaikalla haavoittuneita operoidaan sinne määriteltyjen resurssien puitteissa ja tämän jälkeen haavoittuneet siirtyvät odottamaan kuljetusta JSP:lle. Kuljetus tapahtuu neljän hengen kokoisissa ryhmissä jälleen haavoittumisasteen määrittämässä järjestyksessä. Tässä yhteydessä käytössä on vakiokuljetuskaluston lisäksi myös komppaniaan täydennyskalustoa kuljettavat ja komppaniasta tyhjänä palaavat autot. Kuljetuksen jälkeen tapahtuu jonottaminen ja henkilökohtaisen ajan määrittäminen JSP:lla samalla tavalla kuin SP:llekin jonotettaessa. JSP:lla toimitaan jälleen sinne määriteltyjen resurssien mukaan. JSP:n jälkeen mitataan vielä aika, joka haavoittuneelta kului koko prosessin läpäisemiseen.

4.1.3 Joukkue 1

Joukkue 1 on esitetty liitteen A kuvissa A2, A3 ja A4. Joukkue 1 simuloi komppanian ensimmäisen joukkueen tasolla taistelussa tapahtuvat haavoittumiset ja haavoittuneiden siirtämisen SP:n jonoon saakka. Simulaation alussa luodaan taisteleva joukkue soluun ”Taisteleva joukkue”. Tästä solusta poistetaan taistelijoita haavoittuneiksi liitteessä A kuvassa A5 esitettävän ”Luodaan haavoittumistapahtumat” -alimallin avulla. Alimalli simuloi joukkueeseen kohdistuvat haavoittumiset sillä oletuksella, että jokaisella yksittäisellä taistelijalla on joka minuutti tietty prosentuaalinen todennäköisyys haavoittua. Tämän seurauksena prosessista saadaan stokastinen ja haavoittuneiden määrä noudattaa normaalijakaumaa suurilla otoksilla. Haavoittumisprosenttia varten on olemassa yksiaskelinen porraskäyrä, jotta esimerkiksi taistelun ensimmäisille minuuteille voidaan asettaa realistisempi, korkeampi haavoittumistodennäköisyyden arvo.

Haavoittuneen poiston jälkeen haavoittuneelle määritellään haavoittumisaste liitteen A kuvassa A7 kuvatulla alimallilla ”Asetetaan haavoittumisaste”. Kuvan A6 alimalli ”Haavoittuneiden hoito ja viive kantamiselle” poistaa ensiapua antavan taistelijan taistelevasta joukkueesta ja määrittää ensiapuun ja odottamiseen kuluvan ajan. Mikäli taistelevassa joukkueessa ei ole taistelijoita

antamaan ensiapua, asetetaan haavoittunut odottamaan. Mikäli haavoittunut on vakavasti haavoittunut ja ensiapua ei ole välittömästi saatavilla, asettaa malli kyseisen haavoittuneen kuolleeksi. Ensiavun saannin jälkeen ensiapua antava taistelija palautetaan taistelevaan joukkueeseen. Seuraavaksi valitaan, aletaanko haavoittuneita kantaa välittömästi ensiavun saamisen jälkeen vai odotetaanko lupaa kannon aloittamista varten. Tämän jälkeen lajitellaan haavoittuneet haavoittumisasteen perusteella kantoa varten. Vaikeasti haavoittuneet sitovat neljä kantajaa, keskivaikeasti haavoittuneet kaksi ja lievästi haavoittuneet yhden tai eivät yhtään kantajaa. Kantajien lukumäärä ja poistaminen taistelevasta joukkueesta on toteutettu alimalleissa ”Vaikeasti haavoittuneiden kantaminen”, ”Keskiv haavoittuneiden kantaminen” ja ”Lievästi haavoittuneiden kantaminen”, joista ensimmäisen sisältö esitetään liitteen A kuvassa A8.

Kantajien poiston jälkeen on mahdollista valita, onko joukkueella käytössä kuljetuskalustoa haavoittuneiden SP:lle kuljettamista varten. Mikäli sitä on, kantavat kantajat haavoittuneen kuljetusuralle, haavoittuneet kuljetetaan autoilla tästä eteenpäin ja kantajat palautetaan takaisin taistelevaan joukkueeseen. Muussa tapauksessa taistelijat jatkavat kantamista SP:lle asti.

4.2 Mallin parametrit

Taulukoon 5 on kerätty simulointimallissa käytetyt parametrit sekä esitelty niiden toiminta ja se, mistä mallin rakennuselementistä kyseiset parametrit löytyvät.

Taulukko 5. Mallissa käytetyt parametrit ja niiden esittely.

| Parametri | Toiminnallisuus | Sijainti mallissa |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tappioiden porraskfunktion kynnyksaika | Määrittelee ajankohdan jolloin tappioprosentti vaihtuu isommasta pienempään | Porraskfunktio tappioprosentille ajan suhteen |
| Tappioprosentti taistelun alkuosalle | Määrittelee porraskfunktion ensimmäisellä askelmalla käytetyn tappioprosentin / min | Tappioprosentti taistelun alkuosalle |
| Tappioprosentti taistelun loppuosalle | Määrittelee porraskfunktion jälkimmäisellä askelmalla käytetyn tappioprosentin / min | Tappioprosentti taistelun loppuosalle |
| Haavoittumisasteen todennäköisyyksien jakauma | Asettaa tapahtuman kohteeksi joutuvalle taistelijalle haavoittumisasteen neljästä eri vakavuusasteesta kullekin määritellyllä todennäköisyydellä. | Decide 24 |
| Viive ennen ensiapua | Ensiapua edeltävä viive | Viive ennen ensiapua |
| Ensiavun kesto | Joukkueessa annettavan ensiavun kesto | Annetaan ensiapua |
| Lupa haavoittumisen kantamiseen | Aika, jolloin haavoittuneiden kantaminen aloitetaan aina välittömästi (taistelu laantunut / vakiintunut) | Kantamisen aloittamisen valinta |
| Kantamispäätöksen odottamisen aika | Aika, joka joudutaan odottamaan tilannetta jossa kantaminen voidaan aloittaa. | Haavoittunut odottaa kantamispäätöstä |

| | | |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Ylimääräiset kantajat | Luodaan haluttu määrä joukkueeseen kuulumattomia taistelijoita jotka osallistuvat ensisijaisesti kantamiseen. | Luodaan ylimääräiset kantajat tai lääkintämiehet |
| Joukkueen taistelijat | Luodaan haluttu määrä taistelijoita joukkueeseen. | Luodaan joukkueen taistelijat |
| Kantamisaika vakavasti haavoittuneille | Kantamisaika joukkueesta uralle | Viive kannettaessa haavoittunut SP:lle1 |
| Kantamisaika keskiv haavoittuneille | Kantamisaika joukkueesta uralle | Viive kannettaessa haavoittunut SP:lle2 |
| Kantamisaika lievästi haavoittuneille | Kantamisaika joukkueesta uralle | Viive kannettaessa haavoittunut SP:lle3 |
| Kantamisaika uralta SP:lle | Kantamisaika uralta SP:lle, sama kaikille haavoittumistyypeille | Haavoittunut kannetaan SP:lle |
| Auto käytössä uralta SP:lle | Onko auto käytössä uralta SP:lle | Onko auto käytössä |
| Viive kantajien palatessa uralta joukkueeseen | Viive kantajien palatessa uralta joukkueeseen | Viive kantajien palatessa joukkueeseen |
| Autokuljetukseen kuluva aika uralta SP:lle | Autokuljetukseen kuluva aika uralta SP:lle | Määritellään kuljetukseen kuluva aika 2 |
| Auton palaamiseen kuluva aika SP:lta uralle | Auton palaamiseen kuluva aika SP:lta uralle | Määritetään auton palaamiseen kuluva aika 2 |
| Autojen määrä | Uran ja SP:n välillä kulkevien autojen määrä | Luodaan autot kuljetusta varten 2 |
| Hoitoaika sidontapaikalla | Yksittäisen taistelijan keskimääräinen hoitoaika sidontapaikalla | Sidontapaikka |
| Komppaniasta palaavien huoltoajoneuvojen tiheys | Komppaniasta palaavien huoltoajoneuvojen tiheys | Luodaan komppaniasta palaavat huoltoajoneuvot |
| Autojen määrä | SP:n ja JSP:n väliä edestakaisin ajavien autojen lukumäärä | Luodaan autot kuljetusta varten |
| Kuljetukseen kuluva aika | SP:n ja JSP:n väliseen autokuljetukseen kuluva aika | Määritellään kuljetukseen kuluva aika |
| Auton palaamiseen kuluva aika | Aika, joka kuluu auton palatessa JSP:lta SP:lle | Määritetään auton palaamiseen kuluva aika |
| Hoitoaika JSP:lla | Yksittäisen taistelijan hoitoaika JSP:lla | JSP |

4.3 Mallin tulosten keräys

Mallin määrittelyssä todettiin tärkeimpien tutkimuskohteiden olevan:

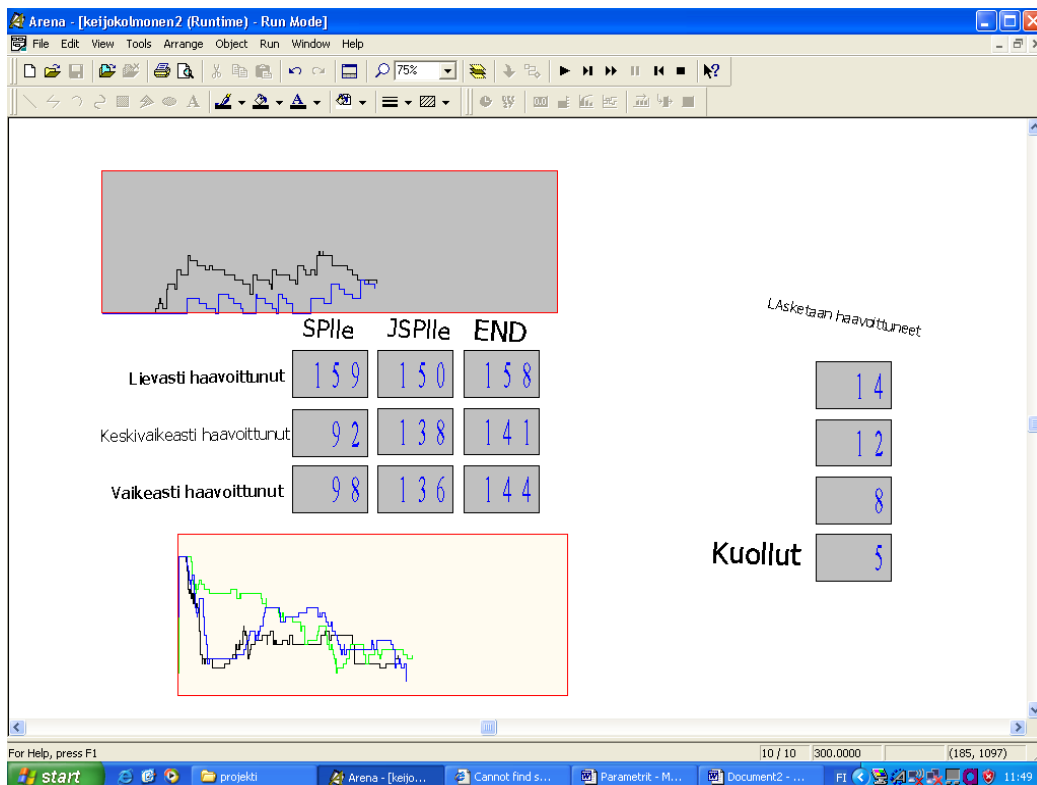
1. Joukkueen taisteluvahvuuden mittaaminen ajan funktiona.
2. Sen ajan mittaaminen, joka haavoittuneilla kuluu haavoittumisesta JSP:lle.

Mallissa datan tallennus ja kerääminen on pyritty tekemään helposti muutettavaksi ja tarkennettavaksi. Tulosten kerääminen perustuu käytännössä siihen, että jokainen mallissa esiintyvä simulointiyksikkö (entity) on oma olionsa, jolle on muuttujilla ja attribuuteilla annettu omia yksilöllisiä ominaisuuksia, jotka se muistaa simuloinnin loppuun saakka. Tämä tarkoittaa käytännössä mallin puitteissa sitä, että entity muistaa haavoittumisaikansa ja haavoittumisasteensa.

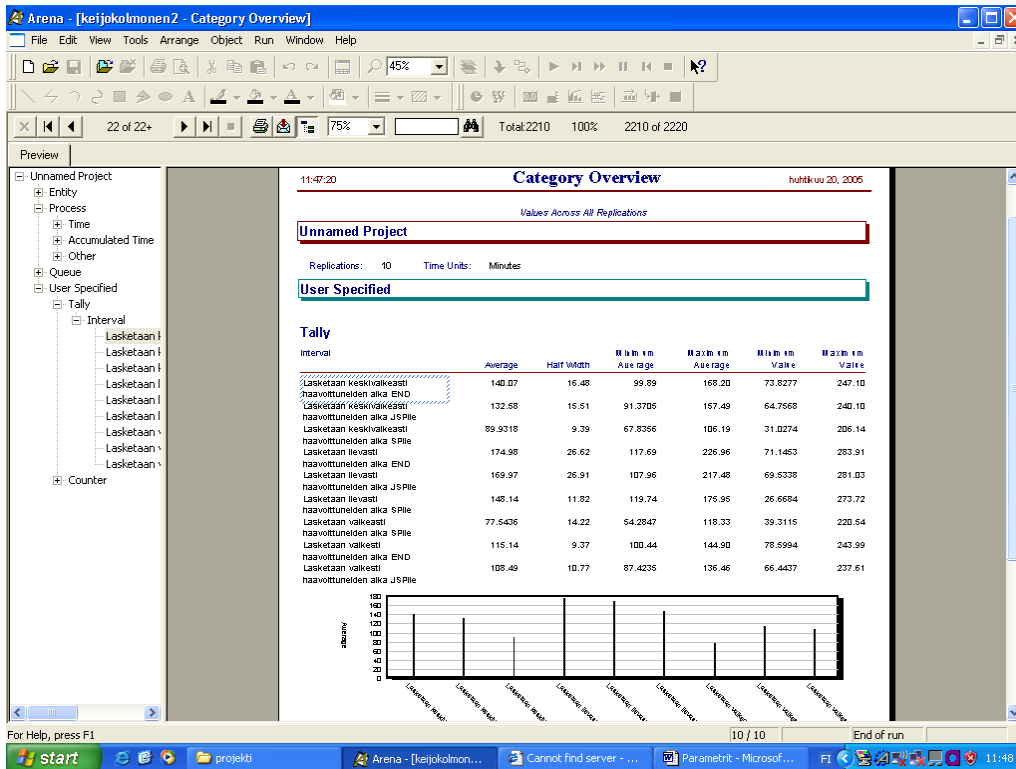
Kun malliin lisätään mielivaltaiseen kohtaan Record -elementit, voidaan kaikkien sen läpi menevien yksikköjen ominaisuuksia mitata, verrata kulloiseenkin simulaatioaikaan, laskea lukumääriä, etc. Vaihtoehtoja on runsaasti. Lisäksi tuloksia keräävät ja tallentavat järjestelmän omaa raportointia varten myös erilaiset elementit, kuten vaikkapa jonot ja prosessit.

Mallin tuottamia tuloksia voidaan tarkastella periaatteessa kolmella eri tavalla:

- Tulostamalla eri mittareiden tuottamia arvoja tekstitiedostoon, josta ne voidaan taas siirtää eteenpäin vaikkapa taulukkolaskentaohjelmaan, Matlabiin, tai vastaavaan ohjelmaan. Tämä voidaan tehdä myös suorittamalla sama siirto käyttäen Visual Basic – elementtejä.
- Simulointinäkymään suoraan rakennettujen mittareiden avulla. Kuvassa 4 on näkymä simulointimallissa olevista mittareista erään ajon jälkeen.
- Käyttäen hyödyksi Arena-ohjelmiston simuloinnin päätyttyä tuottamia raportteja. Tällainen raportti keskimääräisten kuljetusaikojen ja niiden hajontojen osalta esitetään kuvassa 5.



Kuva 4. Simulointimallin mittaristo. Ylhäällä näkyy SP:n ja JSP:n jonotilanne ajan funktiona, keskiosassa haavoittuneiden keskimääräiset kuljetusajat (minuuteissa) eri mallin tasolle, alhaalla on kolmen eri joukkueen taisteluvahvuudet ajan funktiona ja oikealla laskuri, joka laskee mm. eriasteisesti haavoittuneiden määrät.



Kuva 5. Arena-ohjelmiston tuottama raportti simulointimallin ajon tuloksista. Kuvassa näkyy haavoittuneiden keskimääräiset kuljetusajat eri mallin tasoille hajontoineen.

4.3.1 Taisteluvahvuuden mittaus

Tutkimuskohteen 1, eli taisteluvahvuuden mittaus mallissa on helppoa. Taisteluvahvuuden näkee jatkuvasti tarkkailemalla suuretta ”Taisteleva joukkue.queue”. Tämä kertoo taistelevassa joukkueessa olevien taistelijoiden määrän. Kaikki muuhun kuin taisteleeseen osallistuvat taistelijat poistuvat välittömästi jonosta, joten arvo on sinänsä täysin virheetön.

Ryhmän rakentamassa mallissa tämän suureen tarkastelu on mahdollista simulointinäkyvässä olevan kunkin joukkueen taisteluvahvuutta seuraavan graafisen käyrän avulla. Lisäksi perusnäkyvässä on vielä laskurit, jotka näyttävät kullakin hetkellä haavoittuneiden ja kuolleiden määrän, sekä niiden jakautumisen eri vakavuusasteisiin. Taisteluvahvuuden voi myös helposti tulostaa tekstitiedostoon lisäämällä ”Advanced processes” -valikon ”Statistics” toimintoon tarvittava käsky tulostaa ”Taisteleva joukkue.queue” -suuretta. Tämä on suositeltavin tapa syvempää analyysiä ajatellen. Keskimääräinen taisteluvahvuus käy taas ilmi joko lisäämällä simulointinäkyvässä sille mittari, laatimalla suureen tuloste, tai Arenan generoimasta loppuraportista.

4.3.2 Potilaan kuljetusajat eri lääkintähuollon prosessin kohtiin

Tutkimuskohteen 2 kohdalla ryhmä päätyi tarkentamaan mallin mittaristoa alun perin ehdotetusta. Prosessin mahdollisten pullonkaulojen löytämiseksi päädyttiin lisäämään potilaan kuljetusaikaa mittaavia mittareita seuraaviin paikkoihin:

- Ennen sidontapaikkaa
- Ennen joukkosidontapaikkaa
- Mallin loppuun

Ennen sidontapaikkaa ja joukkosidontapaikkaa käytössä olevat mittarit sijaitsevat kyseessä olevia hoitoprosesseja edeltävien jonojen jälkeen, eli ne mittaavat kunkin potilaan aikaa haavoittumisesta siihen hetkeen, kun hän pääsee prosessiin sisälle (eli ”lääkärin pöydälle”). Myös mallin loppuun lisättiin mittari, joka mittaa siihen asti kulunutta aikaa. Tämä arveltiin mielekkääksi sen kannalta, että juuri kyseinen aika on oleellisesti se aika, joka on kulunut, kunnes joukkosidontapaikan lääkäri on saanut tehtyä tarvittavat toimenpiteet. Tämän arveltiin olevan potilaan näkökulmasta katsoen varsin mielenkiintoinen tieto.

Kyseisen datan keräämisen tekninen toteutus järjestettiin seuraavilla alimalleilla, joiden toimintaa kuvattiin jo edellä (ja tarkemmin liitteessä B):

- Lasketaan haavoittuneiden aika sidontapaikalle
- Lasketaan haavoittuneiden aika joukkosidontapaikalle
- Lasketaan haavoittuneiden aika lopussa

Mallien toiminta perustuu yllämainittujen yksilökohtaisten haavoittumisaikojen vertailuun kulloiseenkin simulointiaikaan kyseisessä mittauspisteessä.

Mallin simulointinäkymään on rakennettu mittarit, jotka näyttävät kulloinkin toteutuneet kuljetusajat eri pisteisiin jokaiselle haavoittumistyyppille. Lisäksi nämä tiedot voidaan lukea ohjelman generoiman raportin ”User specified” valikon ”Tally” alavalikosta, tai tulostamalla ne omaan tiedostoonsa.

4.3.3 Muut mittaukset

Malli on rakennettu siten, että lisäämällä Record -elementtejä haluttuihin kohtiin voidaan helposti mitata tarkemmin erilaisia ilmiöitä; esimerkiksi SP:n jonossa vietettyä keskimääräistä aikaa, tai jonojen pituuksia.

4.3.4 Stokastisuudesta

Mallissa on erittäin paljon viiveitä ja satunnaisuutta. Sitä esiintyy muun muassa:

- Taistelun aloitusajankohdissa
- Kaikissa prosesseissa

Tämä tarkoittaa sitä, että eri simulointiajoilla päädytään samoillakin alkuparametreilla eri tuloksiin. Tämä on tietenkin koko simuloinnin perusajatus, mutta siitä seuraa tarve suorittaa useampia ajoja. Eri ajojen välinen hajonta ja niissä syntyneiden mittausten keskiarvot löytyvät mm. Arenan generoimasta raportista.

4.4 Käytetyt mallin oletukset ja siinä esiintyvät puutteet

Joukkueiden lisäämiseen kohdistuvan suuren työmäärän seurauksena malli käsittää toivomamme yhdeksän joukkueen sijaan ainoastaan kolme joukkuetta: simulointi toimii siis komppaniatasolla, kun tavoitteena oli pataljoonataso tarkastelu. Tämän johdosta tilanne vääristyy varsinkin joukkosidontapaikalla, ja tulokset siellä eivät ole tällaisenaan täysin vertailukelpoisia muiden tulosten kanssa. Malli tuottaa taistelussa haavoittuneita tiettyyn todennäköisyysjakaumaan perustuen. Siten itse taistelu on ns. musta laatikko. Mallin eräs puute liittyy siihen, että jokaista taistelijaa käsitellään samanarvoisena, eikä esim. joukkueen johtajuutta oteta huomioon. Todellisuudessa ryhmänjohtajan menehtyminen tai haavoittuminen voi laskea motivaatiota, aiheuttaa taistelustressireaktioita, johtaa järjestäytymättömään toimintaan ja pahimmillaan heikentää ryhmän suorituskykyä ja kasvattaa yksilön haavoittumis- ja menehtymistodennäköisyyttä.

Malli tarkastelee niin lyhyttä aikaväliä, että siinä keskitytään puhtaasti taistelutilanteen, sairaanhoidon ja lääkintähuollon prosessien tarkasteluun – terveydenhuolto oletetaan ”erinomaisen tehokkaaksi” ja siten jätetään huomiotta, samoin kuin yksilön suorituskykyyn vaikuttavat seikat. Malli ei nykyisellään huomioi myöskään kirjallisuudessa esiintyneitä kriittisiä aikarajoja (yhden ja kuuden tunnin säännöt) eikä tietyn ajan jälkeen haavoittuneen tilan heikkenemistä.

Mallissa toiminta jatkuu samanlaisena – eikä se siis ole validia – tilanteessa, jossa joukon vahvuus laskee lähelle nollaa. Haavoittuneelle taistelijalle annetaan ohjesääntöjen mukaisesti välittömästi ensiapua, vaikka joukon vahvuus on vähäinen; on olemassa optio koskien sitä, milloin taistelijat saavat lähteä evakuoimaan haavoittuneita. Nämä ovat selviä puutteita – tosin tarkastelemalla simulointiohjelmiston kuvaajia ja tiedostoihin tallennettavia lukuarvoja havaitaan helposti, milloin joukko on tuhoutunut niin pahoin, että se on taistelukyvytön. Myös haavoittuneiden kuljetuksessa jouduttiin tyytymään toteutukseen, jossa kaikkiin autoihin mahtuu neljä haavoittunutta riippumatta siitä, kuinka vakavasti ja mihin kehon kohtaan he ovat haavoittuneet. Mallista puuttuvat evakuointiajoneuvojen lastaukseen ja purkamiseen liittyvät viiveet.

Malli osaa ottaa huomioon tulenavaukseen liittyvän haavoittuneiden määrän ”alkupiikin” ja myös haavoittumisen asteen sen määrittäessä tarvittavan kantajien lukumäärän etulinjassa. Varsinaisten taistelijoiden apuna toimii mallissa ”kantajia”, jotka on mallissa toteutettu siten, että he ovat mukana taistelevassa joukkueessa ja näin ollen mahdollisimman lähellä haavoittuneita.

Suurin osa mallissa käytetyistä lukuarvoista – mm. kuljetusetäisyydet, -nopeudet, haavoittumistodennäköisyydet ja tappioiden jakautumiset eriasteisten vammautumisten kesken – on saatu Puolustusvoimien julkaisuista. Osa arvoista on jouduttu arvioimaan itse, ja varsinkaan niiden osalta tulokset eivät ole luotettavia. Puolustusvoimien on tarkoitus estimoida oikeat parametrit sen harjoitusdatan pohjalta.

Haavoittuneen ”maali” mallissa sijaitsee heti joukkosidontapaikalla tapahtuneen lääkärin käsittelyn jälkeen. Tarkastelun ulottaminen ylemmille tasoille olisi vaatinut huomattavaa lisäpanostusta, johon projektiryhmän resurssit eivät riittäneet; pidämme käyttämäämme rajausta perusteltuna ja mallin laajuutta riittävänä. Laajentamattoman mallin avulla ei kuitenkaan pystytä sanomaan sitä, riittävätkö esimerkiksi joukkosidontapaikan resurssit tilanteessa, jossa yhden komppanian tarkastelun sijaan käsittelyssä on kolme komppaniaa.

5. Analyysi ja johtopäätökset

5.1 Simulointitulosten analysointi

Päädymme siihen lopputulokseen, että ilman kunnollisia ja siten todellista taistelutilannetta vastaavia parametrien arvoja ei simulointimallista saatavien tulosten käsittely ole mielekästä. Siksi jätämme mallin ajot kohdeorganisaation suoritettaviksi. Mallia tutkimalla, tarvittaessa sitä täydentämällä ja käyttämällä todenmukaisia lukuarvoja syötteenä voidaan vastata muun muassa seuraaviin kysymyksiin: Mikä on taistelevan joukon tosiasiallinen taistelukyky kullakin ajanhetkellä? Mikä lääkintähuollon prosessin solmukohta muodostuu ensimmäiseksi pullonkaulatekijäksi? Kuinka nopeasti tietyllä vakavuuden asteella haavoittunut taistelija keskimäärin saadaan evakuoitua JSP:n lääkärin hoidettavaksi? Miten käytettyjen resurssien (mm. evakuointiajoneuvojen ja lääkintähenkilöstön) määrän vaihtelut vaikuttavat lääkintähuollon toimintaan ja tehokkuuteen (herkkyysanalyysi)? Miten voidaan kustannustehokkaasti – budjettirajoitteet huomioiden – minimoida haavoittuneen taistelijan evakuoimiseen kuluva aika?

5.2 Tutkimustulosten yhteenveto ja tavoitteiden täytyminen

Kaiken kaikkiaan tutkimukselle asetetut tavoitteet täyttyivät lähes täysin ja koemme saaneemme riittävän kattavat vastaukset kaikkiin tutkimusongelmiin ja -kysymyksiin. Simulointimallin tulosten tarkastelulla ja niille suoritettavalla herkkyysanalyysillä kyetään lähes kokonaan vastaamaan tutkimusongelmiin (tehollinen taistelukyky ja haavoittuneiden keskimääräinen evakuointiaika) ja kirjallisuudesta saatuihin tietoihin voidaan perustaa suurin osa tutkimuskysymysten vastauksista. Uusia lääkintähuollon toteutustapoja käsitellään kohdeorganisaatiolle kohdistettavien suositusten yhteydessä.

Simulointimalliin liittyvää käyttöliittymää ei rakennettu, sillä PvTT:n edustajan mielestä Arena-ohjelmistolla rakennettu malli on niin selkeä, että suorittamamme dokumentoinnin avulla sitä ja sen parametrejä voidaan helposti muokata lopullista käyttötarkoitusta paremmin tukevaksi. Lisäksi mallia tullaan muokkaamaan paremmin lopullista tarkoitusta vastaavaksi, eikä se siis ole lopullinen; kohdeorganisaatio hankkii erittäin todennäköisesti Arena-ohjelmiston omaan käyttöönsä.

Lääkintähuollon prosessin järjestelyillä voidaan hyvinkin vaikuttaa teholliseen taistelukykyyn. Varsinkin haavoittuneiden taistelijoiden kantamiseen ja lääkintähenkilöstön sijoittumiseen liittyvät kohdat ovat merkityksellisiä. Lääkintähuollon toimintaa normaali- ja poikkeustilanteissa käsiteltiin lähinnä aliluvuissa 2.2 – 2.4 ja 2.6. Kenttälääkinnän kulku ja lääkintähuollon prosessin sisältämät

solmukohdat selviävät parhaiten aliluvusta 2.3.2 ja siinä esitetystä kuvasta 1. On ensiarvoisen tärkeää huomioida erilaiset olosuhteiden ja taistelutyyppeiden määrittämät muutokset lääkintähuollon toteutukseen. Projektiryhmällä ei ole varmuutta mallin todellisesta ennustuskyvystä, johtuen parametrien todellisten arvojen puutteesta ja siitä, ettei sillä ole käytössään empiiristä dataa lääkintähuollon prosesseista. Malli – muun muassa sen rakenne ja sisältämät parametrit – esitellään luvussa 4 ja yksityiskohtaisemmat selvitykset seuraavat liitteissä. Mallissa tarkastelu ulotetaan joukkosidontapaikalle saakka, missä lääkäri antaa kunnollisen ensihoidon.

5.3 Suositukset kohdeorganisaatiolle

”Maallikon tilanearvio, hätäilmoitus ja hätäensiapu, ammattiauttajan antama ensihoito sekä hallittu siirto lopulliseen hoitopaikkaan luovat parhaimmillaan katkeamattoman ensihoitoketjun.”²⁹ Tämä siviiliväestön käytössä oleva ohjenuora voidaan tietyin kohdin soveltamalla yleistää kuvaamaan myös puolustusvoimien huoltoprosessin toiminnan ihannetilaa. Lääkintähuollon prosessia voidaan tehostaa periaatteellisesti kolmella tavalla:

1. Järjestämällä ensiapu ja ensihoito sekä kuljetukseen valmistaminen entistä lähemmäs taistelevia joukkoja.
2. Varmistamalla entistä varmempi ja laadukkaampi evakuointikuljetus haavoittuneille.
3. Vähentämällä lääkintähuollon ketjussa solmukohtien määrää ja nopeuttamalla siten haavoittuneen pääsyä lääkäritasoiseen hoitoon.

Käytännössä kuljetuksen järjestelyihin emme voi vaikuttaa, joten esitämme suosituksia ainoastaan välittömän ensihoidon järjestelyihin ja lääkintähuollon kulkuun.

Ensihoidon antamista helpottaisi tilanne, jossa jokaiseen taistelevaan joukkueeseen lisättäisiin esimerkiksi neljä henkeä, jotka auttaisivat haavoittuneiden taistelijoiden kantamisessa pois etulinjasta ja itse ensihoidon järjestelyissä. Näin ollen joukon taisteluvahvuus säilyisi aikaisempaa korkeamana haavoittumisten myötä, kun evakuointiin ei sitoutuisi taistelijoita yhtä paljon kuin aikaisemmin.

Haavoittuneiden kuljetusten tulee olla luonteeltaan varmoja ja laadukkaita; kirjallisuudessa on esitetty, että siviilipuolella vain 4 % sairaankuljetuksista on moitteettomia ja 80 %:n kohdalla tehdään huomattavia laiminlyöntejä. Kuitenkin ”tällä hetkellä tärkeämpänä kuin kuljetuksen nopeutta pidetään vammapotilaan tilan stabilointia ennen kuljetusta”.³⁰ Etulinjan ja joukkueen sidontapaikan välille sijoitettava kokoamispaikka, jossa olisi hyvät ensihoitotaidot omaavia

²⁹ Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1997. Sivu 41.

³⁰ Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1997. Sivut 29-30.

”tukihenkilöitä”, lienee yksi varsin potentiaalinen ratkaisu yhä varhaisemman ja tehokkaamman ensihoidon järjestämiseen. Haavoittuneen ensihoito ja vammojen luokittelu voitaisiin tässä ratkaisussa suorittaa varhaisemmassa vaiheessa kuin nykytilanteessa, jossa ensihoitoa annetaan vasta sidontapaikalla.

Kokoamispaikan tarkastelussa suosittelimme selvittämään mahdollisuutta aloittaa jo siellä nestehoito. Jos se on mahdollista, kaikki se mitä tällä hetkellä tehdään sidontapaikalla, voitaisiin suorittaa lähempänä etulinjaa ja aikaistuneen ensihoidon aloittamisen ansiosta haavoittuneen selviytymisennuste paranisi. Tämä korostuu sodan pitkittyessä, kun on tärkeää saada harventuneiden rivien täydennykseksi haavoittuneita, mutta sittemmin toipuneita taistelijoita. Sidontapaikkaa ei enää tarvittaisi ja sen miehistöä voitaisiin siirtää sekä kokoamispaikalle että tarvittaessa joukkosidontapaikalle. Keittäjiä ja muita sidontapaikan joukkoja voitaisiin kouluttaa hätätapausten varalle luonteeltaan avustaviin toimintoihin, kuten potilaiden tilan tarkkailuun ja evakuointikuljetusten lastauksessa auttamiseen.

Haavoittuneiden kuljetus hoidettaisiin kokoamispaikalta (uran varresta) suoraan joukkosidontapaikalle, mikä vähentäisi prosessin solmukohtien määrää ja yksinkertaistaisi sen toimintaa. Samalla haavoittuneiden taistelijoiden keskimääräinen evakuointiaika lääkäriin lyhenisi, sillä ainakin kävellen suoritettava siirtyminen sidontapaikalle saakka, siellä tapahtuva jonotus ja muullakin tavoin ”kaksinkertainen operointi” ja siitä seuraava ajan kulumisen jäisivät pois. Myös joukon tehollinen taistelukyky pysyisi korkeampana, sillä kantajat olisivat uudessa tilanteessa aikaisempaa lyhyemmän ajanjakson poissa ”rivistä”. Haavoittuneiden johdonmukainen luokittelu ja hoidon kiireellisyyden huomiointi ovat jatkossakin ensiarvoisen tärkeitä asioita koko lääkintähuollon prosessin toimivuuden kannalta.

6. Lähdeluettelo

Kelton, W.D. & Sadowski, R.P. & Sturrock, D.T., 2004. Simulation with Arena. McGraw-Hill.

Koskenvuo, K. (vast. toim.), 1993. Kenttälääkintä – Ensihoidon perusteet. Karisto Oy.

Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. Simulation modeling and analysis. McGraw-Hill.

Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1990. Haavoittuneen shokkipotilaan hoito kylmissä kenttäoloissa. Raporttisarja A, 3/A/90.

Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, 1997. Vamma- ja monivammapotilaiden luokittelun, lajittelun ja alkuhoidon merkitys. Raporttisarja A, 1997 / 2.

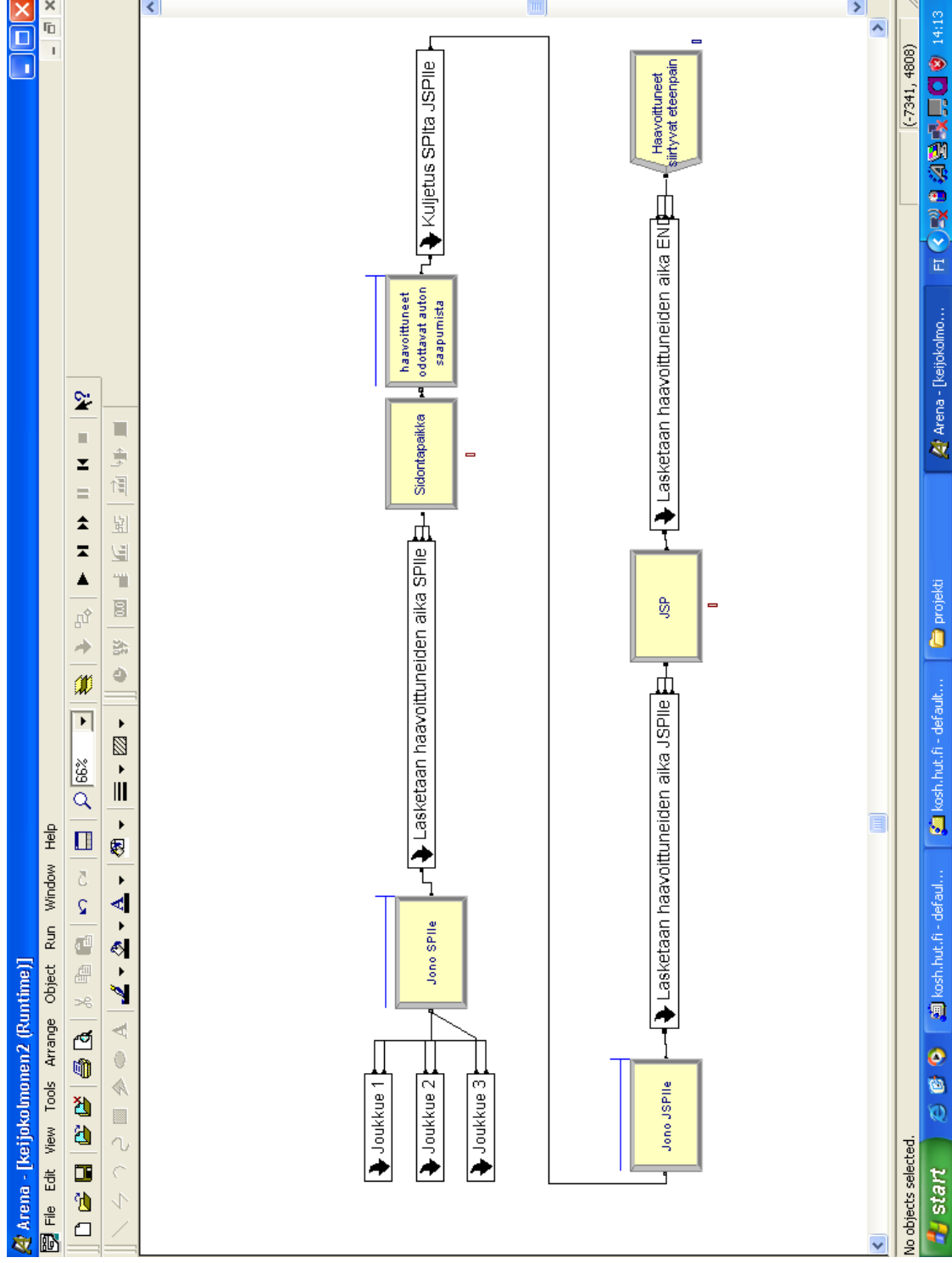
Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus, 2001. Huollon käsikirja. Ykkös-Offset Oy.

Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos. <http://www.mil.fi/laitokset/pytt/>.

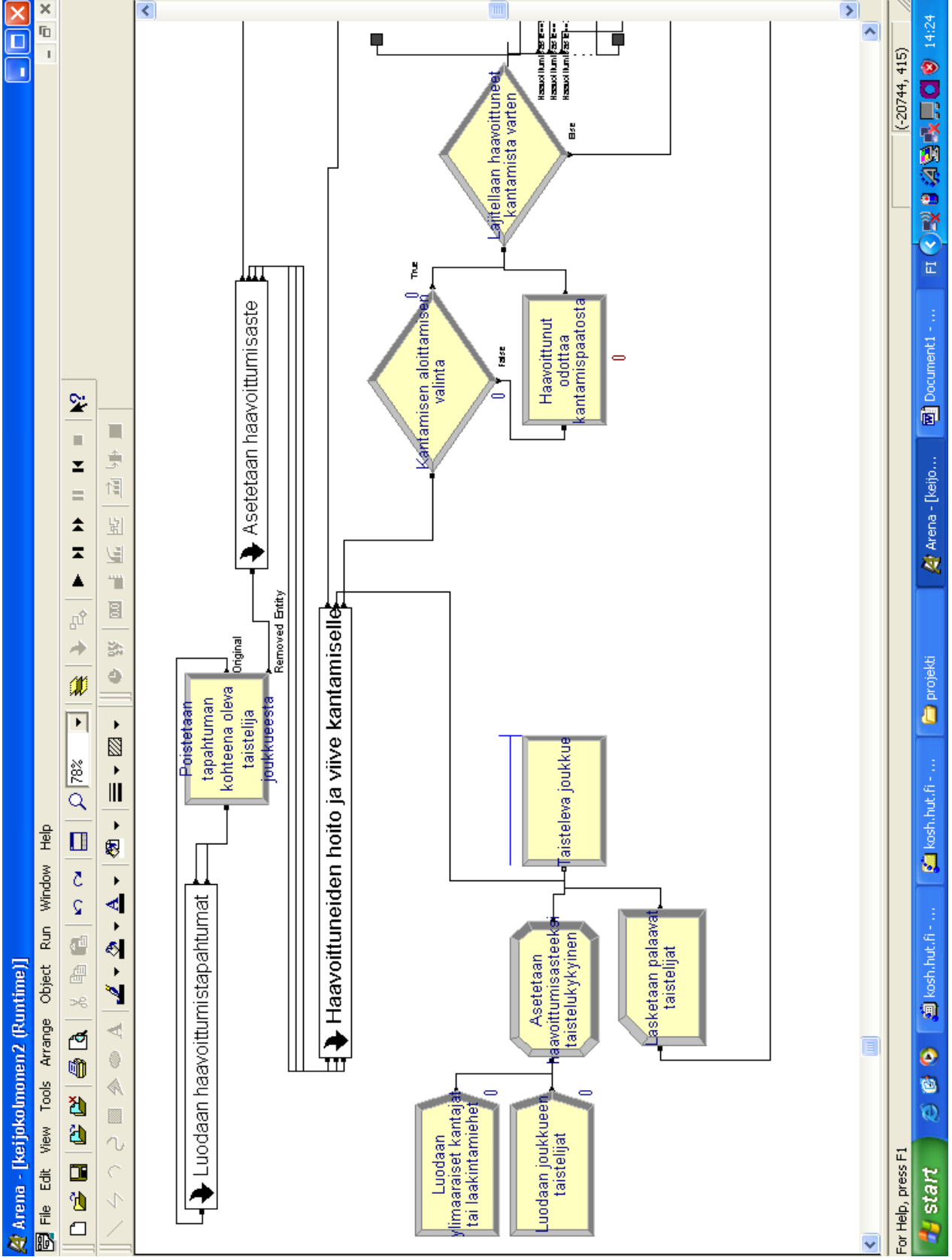
Pääesikunnan huolto-osasto, 2002. Lääkintähuolto-opas. Ykkös-Offset Oy.

Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto, 1996. Terveys ja toimintakyky. Gummerus Kirjapaino Oy.

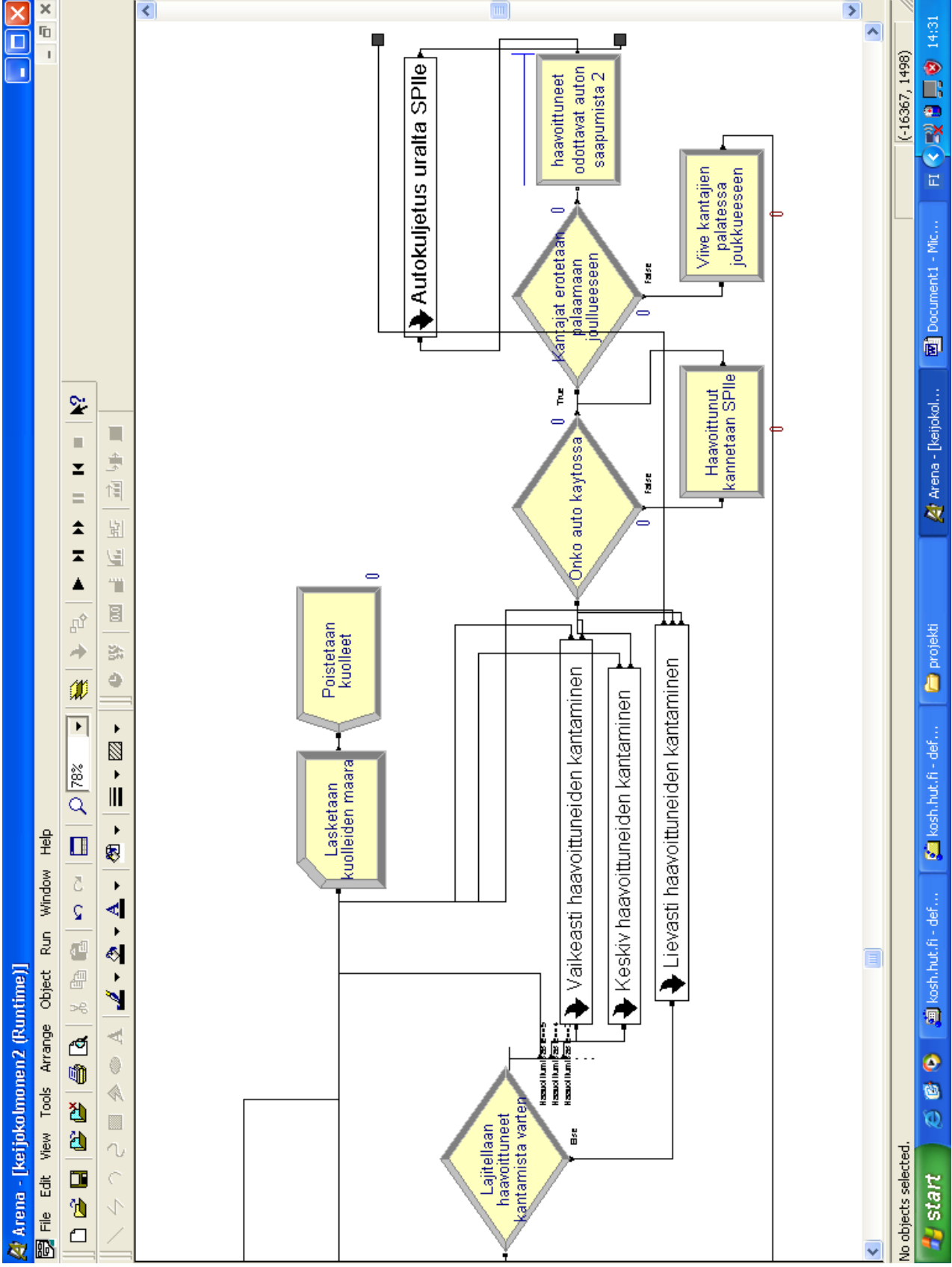
Liite A – Mallin kuvaus Arenassa



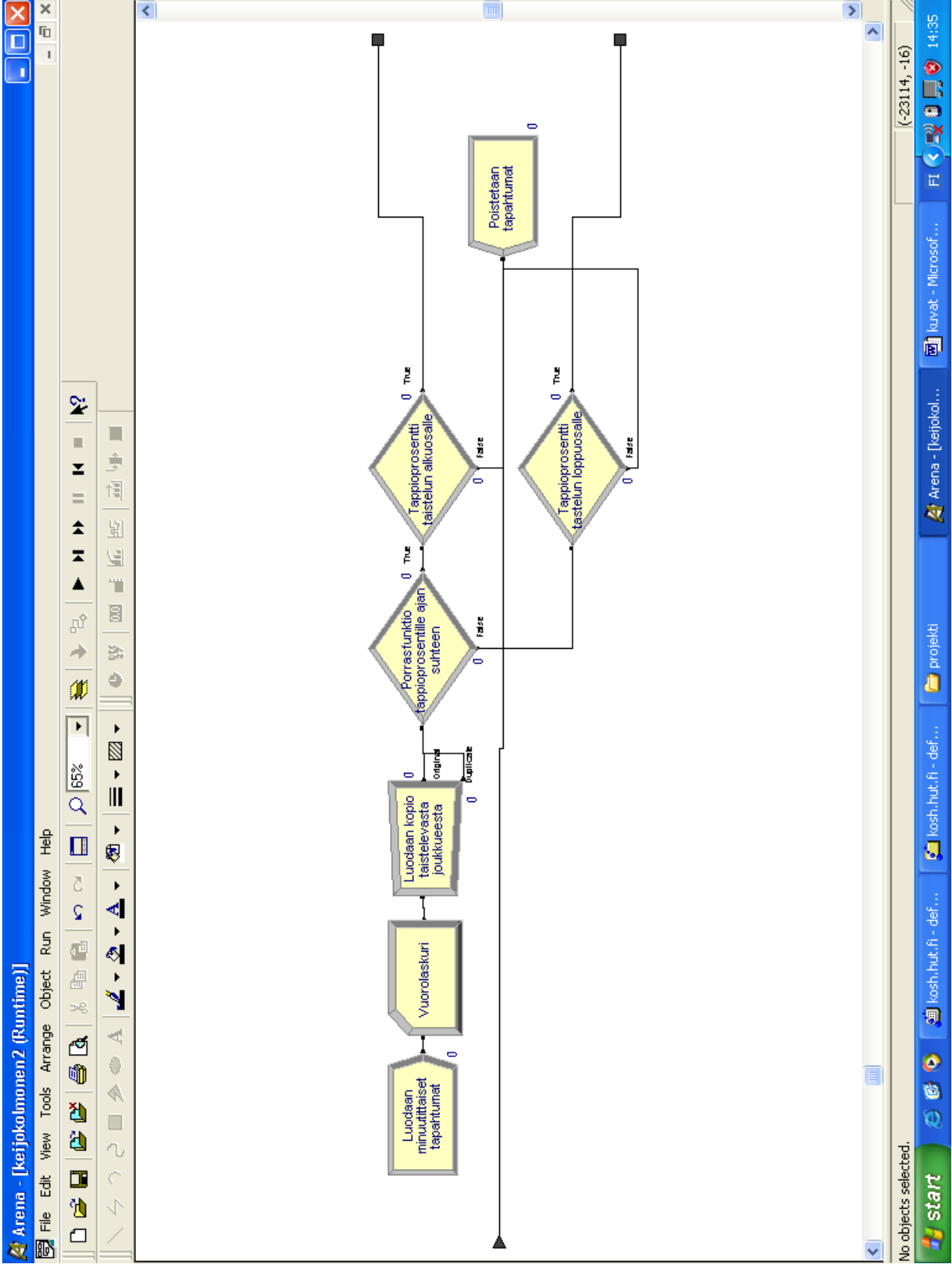
Kuva A1. Kokonaiskuva mallista.



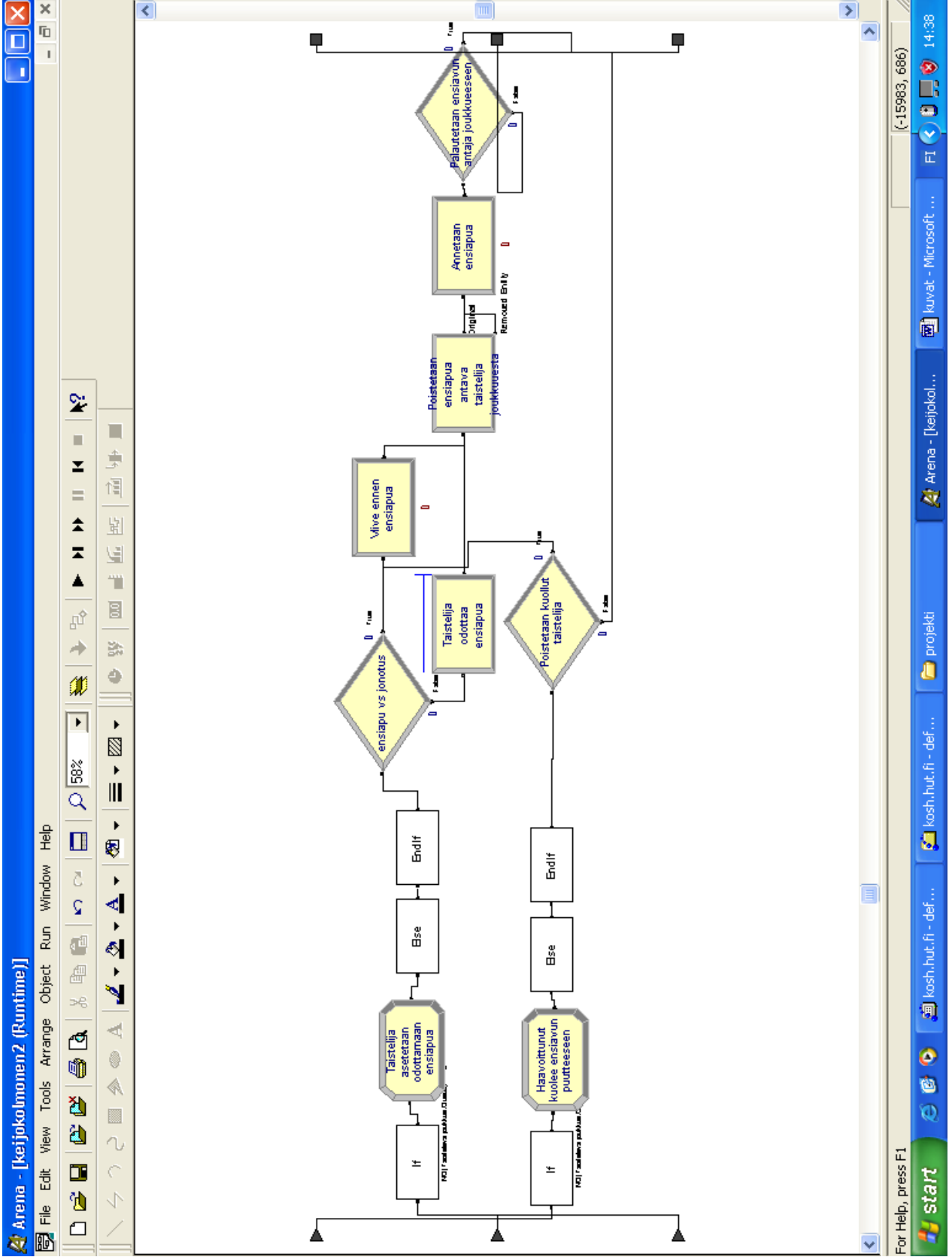
Kuva A3. Joukkueen ensimmäinen osa.



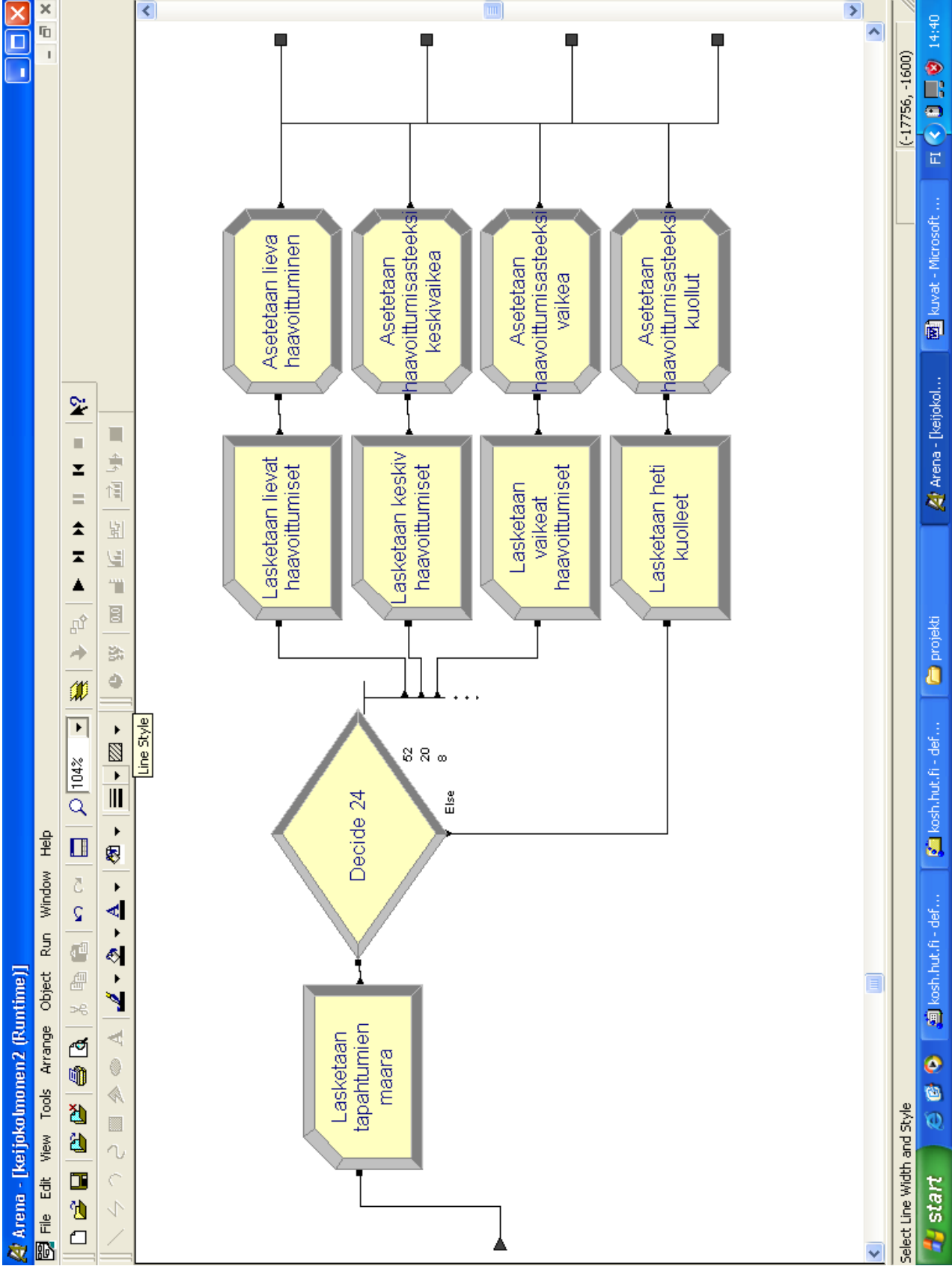
Kuva A4. Joukkueen toinen osa.



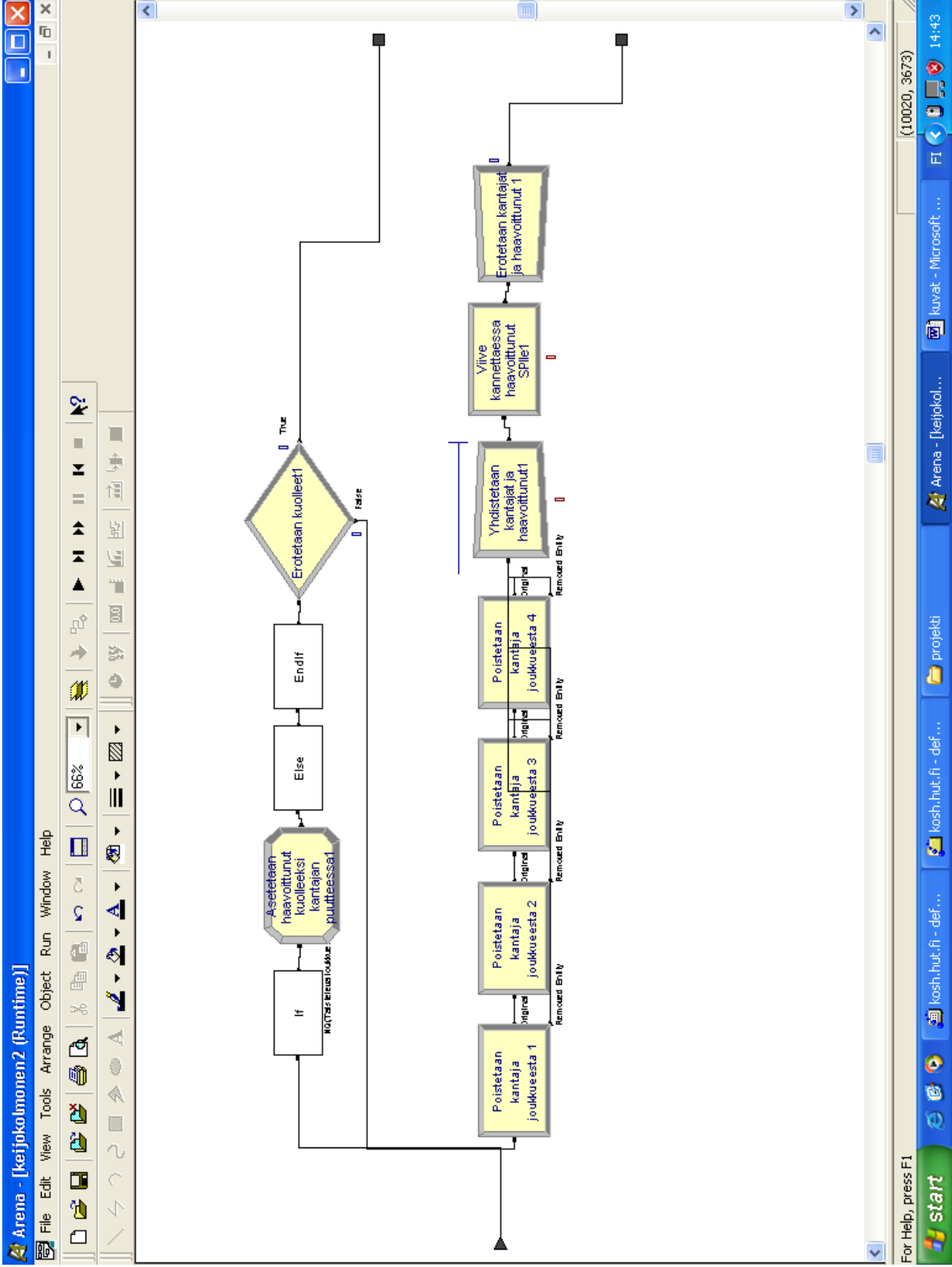
Kuva A5. Luodaan haavoittumistapahtumat.



Kuva A6. Haaivoittuneiden hoito ja viive kantamiselle.



Kuva A7. Asetetaan haavoittumisaste.



Kuva A8. Vaikeasti haavoittuneiden kantaminen.

Liite B – Simulointimallin toiminnan dokumentointi

Mallissa käytettyjen aktiviteettityyppien esittely

Assign

Asettaa parametreja, attribuutteja tai yksikkötyyppejä läpi meneville yksiköille.

Batch

Yhdistää sisääntulevat yksiköt halutun suuruiseksi kokonaisuuksiksi. Tällöin koko joukolle voidaan helpommin kohdistaa yhteisiä aktiviteetteja.

Create

Luo uusia simulointiyksiköitä.

Decide

Päätösolmu. Sisääntulevat yksiköt haarautuvat eri suuntiin joko todennäköisyyksien tai muuten määritellyn ehdon mukaisesti.

Dispose

Tuhoaa simulointiyksikön.

If-Else-Endif

Lauserakenne jolla voidaan suorittaa ehdollisia toimintoja. Mikäli IF-lauseen ehto täyttyy, suoritetaan seuraava aktiviteetti; muuten suoritetaan ELSE-lauseen jälkeinen aktiviteetti. ENDIF-päättää rakenteen.

Hold

Aktiviteetti, johon yksiköt jäävät odottamaan jonoon kunnes jokin ennalta määritetty ehto toteutuu. Yksiköt voivat myös jäädä jonoon määrittelemättömäksi ajaksi jolloin ne täytyy itse poistaa sieltä Remove-aktiviteetilla.

Process

Kohdistaa läpimenevään yksikköön jonkin viivettä aiheuttavan toiminnon.

Record

Käytetään tallentamaan haluttuja simulointiparametrien ja -muuttujien arvoja muistiin esimerkiksi tilastointia varten.

Remove

Poistaa yksikön jonosta.

Separate

Erottaa kokonaisuuden, joka on rakennettu Batch-aktiviteetin avulla.

Käytettyjen aktiviteettien kuvaus

Huomioitavaa

Seuraavassa simulointimalli on dokumentoitu aktiviteettitasolla. Käytettyjen aktiviteettien nimet, aktiviteettien tyypit, käytetyt parametrit sekä toiminta on esitelty lyhyesti seuraavissa taulukoissa. Dokumentaatioissa on tehty seuraavat yleistykset:

1. Samalla tavalla toimivia aktiviteetteja on yhdistelty, mikäli niiden toiminta on identtinen tai hyvin samankaltainen.
2. Komppanian joukkueiden 1,2 ja 3 toiminta on identtinen, tästä johtuen vain joukkueen 1 toiminta on dokumentoitu.
3. Alimalleista ”vaikeasti haavoittuneiden kantaminen”, ”keskivaikeasti haavoittuneiden kantaminen” ja ”lievästi haavoittuneiden kantaminen” vain ensimmäinen tapaus käsitellään. Toinen on sen kanssa lähes identtinen lukuun ottamatta erilaista kantajien lukumäärää. Lievästi haavoittuneiden kantamisessa on mukana se mahdollisuus, että haavoittunut pystyy itse kävelemään sidontapaikalle, mutta tämän pitäisi olla suhteellisen triviaali asia.

Päätaso

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Jono SP:lle |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Taistelijat jonottavat, kunnes sidontapaikan lääkintähuollossa on tilaa. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Sidontapaikka |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Hoidon kesto |
| Toiminta: | Hoidetaan potilaita prioriteettijärjestyksessä (haavoittumisasteen mukaan). Määritettävä hoidon kesto (tässä keskimäärin 8 min). |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittuneet odottavat auton saapumista |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Sidontapaikan jälkeen jonotetaan kuljetukseen joukkosidontapaikalle. Jonotetaan, kunnes auto on saatavilla kuljetusta varten. |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Jono JSP:lle |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | Miten kauan jonotetaan |
| Toiminta: | Taistelijat jonottavat, kunnes JSP:n lääkärihuollossa on tilaa. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | JSP |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Hoitoon tarvittava aika |
| Toiminta: | Hoidetaan potilaita joukkosidontapaikalla. Määritettävä, kuinka kauan tämä kestää (tässä 10 min). |

| | |
|--------------------|------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittuneet siirtyvät eteenpäin |
| Tyyppi: | Dispose |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Tuhotaan simuloinnissa käytetyt yksiköt. |

Alimallit:

1. Joukkueet 1,2 ja 3
2. Lasketaan haavoittuneiden aika SP:lle
3. Kuljetus SP:lta JSP:lle
4. Lasketaan haavoittuneiden aika JSP:lle
5. Lasketaan haavoittuneiden aika END

Alimalli: Joukkueet 1,2 ja 3

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan tapahtuman kohteena oleva taistelija joukkueesta |
| Tyyppi: | Remove |
| Parametrit: | Jono mistä poistetaan, monesko jäsen poistetaan |
| Toiminta: | Poistaa haavoittuneen taistelijan taistelevasta joukkueesta (jono). |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan joukkueen taistelijat |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Aika simulointiyksiköiden saapumisen välillä, kerralla saapuvien yksiköiden lukumäärä, saapuvien yksiköiden maksimimäärä, ensimmäisen yksikön luontiaika |
| Toiminta: | Luodaan 30 taistelijaa. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan ylimääräiset kantajat tai lääkintämiehet |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Aika simulointiyksiköiden saapumisen välillä, kerralla saapuvien yksiköiden lukumäärä, saapuvien yksiköiden maksimimäärä, ensimmäisen yksikön luontiaika |
| Toiminta: | Tällä aktiviteetilla voidaan luoda ylimääräisiä kantajia tai lääkintämiehiä mukaan joukkueen vahvuuteen. |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------|
| Nimi: | Asetetaan haavoittumisasteeksi taistelukykyinen |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Asetetaan haavoittumisaste taistelukykyiseksi (=1). |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Taisteleva joukkue |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | Kauanko odotetaan, jonon tyyppi |
| Toiminta: | Taistelijat ovat jonossa, kunnes niitä poistetaan sieltä joko haavoittumisen tai kantamiseen rekrytoinnin takia. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan palaavat taistelijat |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Lasketaan taisteluun palaavien sotilaiden lukumäärä tilastointia varten. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Kantamisen aloittamisen valinta |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Koska kantaminen aloitetaan |
| Toiminta: | Määritellään, koska haavoittuneiden sotilaiden kantaminen aloitetaan aikaisintaan (tässä 30 min.). |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittunut odottaa kantamispäätöstä |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Kuinka kauan haavoittunut joutuu odottamaan päätöstä kantamiseen |
| Toiminta: | Haavoittunutta ei lähdetä kantamaan, ennen kuin saadaan päätös että tämä voidaan tehdä. Tässä tämä ottaa aikaa keskimäärin 8 min. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan kuolleiden määrä |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Lasketaan kuolleiden määrä tilastointia varten. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan kuolleet |
| Tyyppi: | Dispose |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Poistetaan kuolleet taistelijat mallista. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lajitellaan haavoittuneet kantamista varten |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, mikä on taistelijan haavoittumisaste. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Onko auto käytössä |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Saattaa olla, että joukkueella on käytössä ajoneuvo haavoittuneiden kuljettamiseen taistelusta sidontapaikalle. Haarautuu sen mukaan, onko auto käytössä vai ei. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittunut kannetaan SP:lle |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Kantamisaika |
| Toiminta: | Haavoittunut kannetaan SP:lle. Määritettävä, kuinka kauan tähän kuluu aikaa keskimäärin (tässä 20 min). |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------|
| Nimi: | Kantajat erotetaan palaamaan joukkueeseen |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Taistelukykyiset taistelijat erotetaan haavoittuneista. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Viive kantajien palatessa joukkueeseen |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive kantajien palatessa joukkueeseen. |
| Toiminta: | Kantajat palaavat taisteluun. Määritettävä, kuinka kauan tämä kestää (tässä ka. 20 min). |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittuneet odottavat auton saapumista 2 |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Haavoittuneet odottavat auton saapumista kuljetusta varten. |

Alimallit:

1. Luodaan haavoittumistapahtumat
2. Asetetaan haavoittumisaste
3. Haavoittuneiden hoito ja viive kantamiselle
4. Vaikeasti/keskiv/lievästi haavoittuneiden kantaminen
5. Autokuljetus uralta SP:lle

Alimalli: Lasketaan haavoittuneiden aika SP:lle

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan haavoittumisasteen mukaan laskureihin 1 |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Lajitellaan kolmeen ryhmään haavoittumisasteen mukaan. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan vaikeasti/keskiv/lievästi/ haavoittuneiden aika SP:lle |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Määritetään tilastointia varten ajat (kuinka kauan eri haavoittumisasteisilla taistelijoilla kestää haavoittumisesta hoitoon sidontapaikalle). |

Alimallit:

-

Alimalli: Kuljetus SP:lta JSP:lle

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan komppaniasta palaavat huoltoajoneuvot |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Autojen lukumäärä, luontitiheys ja ensimmäisen auton luontiajankohta |
| Toiminta: | Luodaan komppaniasta palaavia huoltoajoneuvoja satunnaisesti, näitä voidaan käyttää haavoittuneiden kuljetukseen. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | If-Else-Endif |
| Tyyppi: | If-Else-Endif |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Huoltoajoneuvot odottavat, kunnes niitä tarvitaan lastaukseen. |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Asetetaan huoltoauto odottamaan |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Asetetaan huoltoautolle parametri, joka kertoo sen odottavan käyttöä. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------|
| Nimi: | Laitetaan huoltoauto odottamaan |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, odottaako huoltoauto. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Tehdään taistelijoista neljän ryhmä |
| Tyyppi: | Batch |
| Parametrit: | Yhdisteen koko |
| Toiminta: | Yhdistää neljä taistelijaa yhdeksi kuljetettavaksi kokonaisuudeksi. |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Yhdistetään auto ja neljän ryhmä |
| Tyyppi: | Batch |
| Parametrit: | Yhdisteen koko |
| Toiminta: | Yhdistää auton ja neljän hengen ryhmän yhdeksi kokonaisuudeksi. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Määritellään kuljetukseen kuluva aika |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Kuljetetaan auto ja taistelijat sidontapaikalta joukkosidontapaikalle. Määritettävä viive, joka tähän kuluu. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan autot kuljetusta varten |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Autojen lukumäärä, luontitiheys ja ensimmäisen auton luontiajankohta |
| Toiminta: | Luodaan autot kuljetusta varten (tässä 2 kpl). |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Seuraavat autot odottavat vuoroaan |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | Kuinka kauan odotetaan |
| Toiminta: | Autot ovat odottamassa niin kauan, että kuljetuskapasiteettia taas tarvitaan. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan auto ja kuorma |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | Säilytetäänkö yksiköiden alkuperäiset parametrit |
| Toiminta: | Erottaa auton neljän hengen ryhmästä sidontapaikalla. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan sotilaat neljän ryhmästä |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | Säilytetäänkö yksiköiden alkuperäiset parametrit |
| Toiminta: | Hajottaa kuljetukseen tehdyn neljän hengen taistelijaryhmän omiksi yksiköikseen. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan auto |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Auto palaa takaisin sidontapaikalle, taistelijat jatkavat eteenpäin hoitoon. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan huoltoauto |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, onko kyseessä auto vai huoltoauto. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Määritetään auton palaamiseen kuluva aika |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Auto palaa takaisin uralle. Määritettävä viive joka tähän kuluu (tässä keskimäärin 8 min). |

Alimallit:

-

Alimalli: Lasketaan haavoittuneiden aika JSP:lle

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan haavoittumisasteen mukaan laskureihin 2 |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Taistelijat jaotellaan haavoittumisasteen mukaan, jotta laskureilla voidaan kerätä tilastoaineistoa. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan lievästi/keskiv/vaikeasti haavoittuneiden aika JSP:lle |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Mitataan ajat haavoittumisesta joukkosidontapaikalle eri astein haavoittuneille taistelijoille. |

Alimallit:

-

Alimalli: Lasketaan haavoittuneiden aika END

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan haavoittumisasteen mukaan laskureihin 3 |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Lajitellaan taistelijat haavoittumisasteen mukaan, jotta laskureilla voidaan kerätä tilastoaineistoa. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan lievästi/keskiv/vaikeasti haavoittuneiden aika END |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Mitataan aika, joka taistelijoilla kuluu haavoittumisesta simuloinnin loppuun, eli siihen asti kunnes taistelijoille on annettu hoito joukkosidontapaikalla. |

Alimallit:

-

Alimalli: Luodaan haavoittumistapahtumat

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan minuutittaiset tapahtumat |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Aika simulointiyksiköiden saapumisen välillä, kerralla saapuvien yksiköiden lukumäärä, saapuvien yksiköiden maksimimäärä, ensimmäisen yksikön luontiaika |
| Toiminta: | Simulointiyksiköitä tuotetaan tietyn aikayksikön välein (tässä 1 minuutti) synnyttämään tapahtumia (haavoittumisia). Ensimmäisen yksikön luonti on normaalijakautunut, koska oletetaan että jokainen joukkue saa taistelukosketuksen hieman eri aikaan. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Nimi: | Vuorolaskuri |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Tallentaa simulointiajan minuutteina |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan kopio taistelevasta joukkueesta |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | Duplikaattien lukumäärä |
| Toiminta: | Tehdään kopio taistelevasta joukkueesta, jonka jokaiselle jäsenelle kohdistetaan tapahtumia tietyn aikayksikön välein (tässä 1 minuutti) |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Porrasfunktio tappioprosentille ajan suhteen |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Miten pitkä aika taistellaan kunnes porrasfunktio tappioille pienenee (tässä 10 min) |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, kuinka monta minuuttia on taisteltu |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Tappioprosentti taistelun alkuosalle |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Tappioprosentti alussa (tässä 2 %) |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, haavoittuuko taistelija. Jokaisella joukkueen taistelijalla on prosentuaalinen mahdollisuus (parametri) haavoittua taistelussa aikayksikön aikana |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Tappioprosentti taistelun loppuosalle |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Tappioprosentti lopussa (tässä 0.5 %) |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, haavoittuuko taistelija. Jokaisella joukkueen taistelijalla on prosentuaalinen mahdollisuus (parametri) haavoittua taistelussa aikayksikön aikana |

| | |
|--------------------|------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan tapahtumat |
| Tyyppi: | Dispose |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Poistetaan minuutittaiset tapahtumaoliot |

Alimallit:

-

Alimalli: Asetetaan haavoittumisaste

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan tapahtumien määrä |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Lasketaan haavoittuneiden lukumäärä tilastointia varten. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| Nimi: | Decide 24 |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Todennäköisyydet eri haavoittumisasteille |
| Toiminta: | Haaraututaan sen mukaan, mikä haavoittumisaste arvotaan. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Lasketaan lievät/keskiv/vaikeat/kuolleet haavoittumiset |
| Tyyppi: | Record |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Lasketaan eri astein haavoittuneiden määrä tilastointia varten |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Asetetaan haavoittumisasteeksi lievä/keskivaikea/vaikea/kuollut |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Asetetaan haavoittumisaste neljästä eri vaihtoehdosta (=2-5) |

Alimallit:

-

Alimalli: Haavoittuneiden hoito ja viive kantamiselle

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Nimi: | If-Else-Endif (Vaikeasti haavoittuneille) |
| Tyyppi: | If-Else-Endif |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Mikäli kantajia ei ole saatavilla, taistelija kuolee. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nimi: | If-Else-Endif (Muulla tavalla haavoittuneille) |
| Tyyppi: | If-Else-Endif |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Mikäli kantajia ei ole saatavilla, taistelija jää odottamaan |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Taistelija asetetaan odottamaan ensiapua |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | Odotus |
| Toiminta: | Taistelijalle asetetaan parametri, joka kertoo hänen odottavan ensiapua. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Haavoittunut kuolee ensiavun puutteeseen |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Vaikeasti haavoittunut kuolee, mikäli kantajia ei ole saatavilla. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Ensiapu vs jonotus |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Odotus |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, joutuuko taistelija odottamaan ensiapua (onko ensiavun antajia saatavilla) |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Viive ennen ensiapua |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Kuinka paljon aikaa kuluu, ennen kuin ensiapua ehditään antamaan siinäkin tapauksessa, että sitä on saatavilla. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Taistelija odottaa ensiapua |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Taistelija odottaa ensiapua, kunnes ensiavun antajia on saatavilla. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan kuollut taistelija |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, onko taistelija kuollut. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan ensiapua antava taistelija joukkueesta |
| Tyyppi: | Remove |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Rekrytoidaan taistelija joukkueesta antamaan ensiapua haavoittuneelle. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Annetaan ensiapua |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Ensiavun kesto |
| Toiminta: | Annetaan ensiapua haavoittuneelle. Määritettävä ensiavun kesto (tässä keskimäärin 4 min). |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Palautetaan ensiavun antaja joukkueeseen |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Palautetaan ensiavun antanut taistelija taisteluun ensiavun annon jälkeen. |

Alimallit:

-

Alimalli: Vaikeasti/keskiv/lievästi haavoittuneiden kantaminen

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | If-Else-Endif |
| Tyyppi: | If-Else-Endif |
| Parametrit: | |
| Toiminta: | Ehto, löytyykö taistelevasta joukkueesta neljä henkilöä kantamaan vaikeasti haavoittunutta. |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------|
| Nimi: | Asetetaan haavoittunut kuolleeksi kantajan puutteessa1 |
| Tyyppi: | Assign |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Asettaa taistelijan haavoittumisasteeksi kuollut (=5). |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan kuolleet |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | Haavoittumisaste |
| Toiminta: | Haarautuu sen mukaan, onko taistelija kuollut vai haavoittunut. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Poistetaan kantaja taistelevasta joukkueesta 1-4 |
| Tyyppi: | Remove |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Poistetaan taistelija taistelevasta joukkueesta kantamaan haavoittunutta. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Yhdistetään kantajat ja haavoittunut |
| Tyyppi: | Batch |
| Parametrit: | Yhdisteen koko |
| Toiminta: | Yhdistetään haavoittunut ja kantavat taistelijat yhdeksi kokonaisuudeksi. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Viive kannettaessa haavoittunut SPille1 |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Kannetaan haavoittunut sidontapaikalle. Määritettävä kuinka kauan tämä kestää (tässä keskimäärin 30 min) |

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan kantajat ja haavoittunut 1 |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Erotetaan kantajat ja haavoittunut taas omiksi yksiköikseen. |

Alimallit:

-

Alimalli: Autokuljetus uralta SP:lle

Aktiviteetit:

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Tekee taistelijoista neljän ryhmä 2 |
| Tyyppi: | Batch |
| Parametrit: | Yhdisteen koko |
| Toiminta: | Yhdistää neljä taistelijaa yhdeksi kuljetettavaksi kokonaisuudeksi. |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Yhdistetään auto ja neljän ryhmä 2 |
| Tyyppi: | Batch |
| Parametrit: | Yhdisteen koko |
| Toiminta: | Yhdistää auton ja neljän hengen ryhmän yhdeksi kokonaisuudeksi. |

| | |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Määritellään kuljetukseen kuluva aika 2 |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Kuljetetaan auto ja taistelijat uralta sidontapaikalle. Määritettävä viive, joka tähän kuuluu. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Luodaan autot kuljetusta varten 2 |
| Tyyppi: | Create |
| Parametrit: | Autojen lukumäärä, luontitiheys ja ensimmäisen auton luontiajankohta |
| Toiminta: | Luodaan autot kuljetusta varten (tässä 2 kpl). |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Seuraavat autot odottavat vuoroaan 2 |
| Tyyppi: | Hold |
| Parametrit: | Miten kauan odotetaan |
| Toiminta: | Autot ovat odottamassa niin kauan, että kuljetuskapasiteettia taas tarvitaan. |

| | |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan auto ja kuorma 2 |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | Säilytetäänkö yksiköiden alkuperäiset parametrit |
| Toiminta: | Erottaa auton neljän hengen ryhmästä sidontapaikalla. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan sotilaat neljän ryhmästä 2 |
| Tyyppi: | Separate |
| Parametrit: | Säilytetäänkö yksiköiden alkuperäiset parametrit |
| Toiminta: | Hajottaa kuljetukseen tehdyn neljän hengen taistelijaryhmän omiksi yksiköikseen. |

| | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Erotetaan auto 2 |
| Tyyppi: | Decide |
| Parametrit: | - |
| Toiminta: | Auto palaa takaisin uralle, taistelijat jatkavat eteenpäin hoitoon. |

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nimi: | Määritetään auton palaamiseen kuluva aika 2 |
| Tyyppi: | Process |
| Parametrit: | Viive |
| Toiminta: | Auto palaa takaisin uralle. Määritettävä viive, joka tähän kuuluu (tässä keskimäärin 8 min). |

Alimallit:

-