

Toni Ruohonen

Erikoissairaanhoidon
päivystyspoliklinikan
simulointi



JYVÄSKYLÄ LICENTIATE THESES IN COMPUTING 3

Toni Ruohonen

Erikoissairaanhoidon
päivystyspoliklinikan
simulointi



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYVÄSKYLÄ 2006

Erikoissairaanhoidon
päivystyspoliklinikan
simulointi

JYVÄSKYLÄ LICENTIATE THESES IN COMPUTING 3

Toni Ruohonen

Erikoissairaanhoidon
päivystyspoliklinikan
simulointi



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYVÄSKYLÄ 2006

Editor
Timo Männikkö
Department of Mathematical Information Technology, University of Jyväskylä

ISBN 951-39-2399-1 PDF

ISBN 951-39-2366-5
ISSN 1795-9713

Copyright © 2006, by University of Jyväskylä

Jyväskylä University Printing House, Jyväskylä 2006

ABSTRACT

Ruohonen, Toni

A simulation of an emergency department

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2006, 163 p.

(Jyväskylä Licentiate Theses in Computing,

ISSN 1795-9713; 3)

ISBN 951-39-2399-1

Information technology is utilized nowadays more and more widely in health care. IT solutions and methods are used both in health care personnel everyday activities (data processing and patient care) and research work (using simulation, optimization, statistical methods, mathematical modeling, etc.). Health care data processing can be said to be partially practice and partially research work. In this thesis both divisions are under examination but the main stress is in the research work and research methods. The research method is simulation and the largest unity of this thesis consists of the development of the simulation model of an emergency department. The development is very arduous and complicated process, which is a result from the wideness of the real system and its complex structure and that's why every essential phase and definition are described very carefully, following a certain hierarchy. Completed model works as a testing environment, which is used to find the best solutions for making the operation of an emergency department more effective. However, before the responses (which the model offers) can be trusted, must the model work in the same way as the real system. In this thesis the validity of the model has been proved by carrying out the confidence interval examination concentrating on the patients' average through output time. In the future the use of the model concentrates on resource allocation, alternative process scenarios testing and cost analysis. The main goal is to develop certain kind of decision support tool, which is easy to use and which will be a part of the information system of an emergency department.

Keywords: MedModel, simulation, health care, patient process, emergency department

Author's address Ruohonen, Toni
Department of Mathematical Information Technology
University of Jyväskylä, Finland
P.O. Box 35 (Agora), 40014 University of Jyväskylä
toperuoh@cc.jyu.fi

Supervisor Neittaanmäki, Pekka
Department of Mathematical Information Technology
University of Jyväskylä, Finland

Examiners Laitinen, Erkki
Department of Mathematical Sciences
University of Oulu, Finland

Puolakka, Jukka
Central Finland Health Care District

ESIPUHE

Vielä puolitoista vuotta sitten, aloitellessani harjoittelijana yliopistolla sekä projektityöntekijänä NOVA-projektissa, en olisi uskonut kaiken tämän olevan mahdollista. Viimeistellessäni perustutkintoon vaadittavia opintojani, tutustuessani yliopistossa oleviin työtehtäviini sekä aloittaessani graduani, toiveissani oli valmistua hyvin arvosanoin maisteriksi ja tuolloin vasta haaveilin tutkijan työstä ja jatko-opinnoista Jyväskylän yliopistolla. Joskus kaikki palaset kuitenkin loksahdavat kohdalleen ja tähän tilanteeseen ollaan tultu, että haaveistani on tullut totta.

Pelkästään omin voimin tämä ei kuitenkaan olisi ollut mahdollista ja monet ihmiset ovatkin olleet mukana vaikuttamassa tämän työn valmistumiseen. Heille kaikille haluankin osoittaa runsaat kiitokset saamastani tuesta, neuvoista ja kannustuksesta. Ensinnäkin haluan osoittaa lämpimät kiitokset Keski-Suomen sairaanhoitopiirille ja erityisesti NOVA-projektin johtajalle, ylilääkäri Jorma Teittiselle. Suuri kiitos kuuluu myös muille NOVA-projektin jäsenille, jotka ovat minua työni eri vaiheissa tukeneet ja avustaneet ja mahdollistaneet tällä tavoin työni loppuun saattamisen.

Jyväskylän yliopiston henkilökunnasta haluan kiittää erityisesti työni ohjaajaa professori Pekka Neittaanmäkeä, joka on erinomaisella ohjauksellaan ja avustuksellaan merkittävästi auttanut työni valmistumisessa. Ilman hänen tukeaan ja neuvojaan en olisi tähän asti koskaan päässyt. Tämän lisäksi haluan osoittaa kiitokseni myös FM Reeta Neittaanmäelle, joka on auttanut simulointimallia varten kerätyn aineiston käsittelyssä merkittävästi.

Jyväskylän Ammattikorkeakoulun henkilökunnasta haluan osoittaa kiitokseni yliopettaja Hannu Lähdevaaralle, joka on antanut runsaasti tukea ja asiantuntevia neuvoja sekä rakentavaa kritiikkiä itse mallin rakennusvaiheessa. Hänen kanssaan käydyt keskustelut ovat auttaneet merkittävästi työn etenemistä.

Lopuksi haluan vielä kiittää kaikkia niitä lähiomaisia ja ystäviä, jotka ovat olleet minua tukemassa ja kannustamassa opiskelujeni ja työni aikana. Erityiskiitokset haluan osoittaa avopuolisolleni Merjaana Nurmiselle sekä vanhemmilleni saamastani tuesta ja kannustuksesta tutkimustyöni aikana. Heiltä saamani tuen merkitys on ollut korvaamattoman suuri työn valmistumisen ja jaksamiseni kannalta.

Jyväskylässä 10.2.2006

Toni Ruohonen

KUVAT

KUVA 1	Päivystyspoliklinikan sijoittuminen Keski-Suomen terveydenhuollon rakenteeseen.....	40
KUVA 2	Simulointiprojektin vaiheet terveydenhuollossa	47
KUVA 3	Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikan prosessikuvaus (käsitteellinen malli).....	48
KUVA 4	Taustamäärityksen tekemiseen käytettävä graafinen editori	51
KUVA 5	Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikan pohjapiirustus.....	51
KUVA 6	Graafisten elementtien valintataulukko	53
KUVA 7	Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin paikkamääritykset graafisin elementein kuvattuna	55
KUVA 8	Reitityssäännöt potilaille ja potilaskansioille määriteltyyn paikkaan tulemiseksi ja määritellystä paikasta poistumiseksi.....	56
KUVA 9	Paikkamäärittelyjen toiminnalliset määritteet hoitoryhmäkohtaisesti	57
KUVA 10	Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaalan päivystyksen polkumäärittelyt	58
KUVA 11	Esimerkki syntyneistä solnumäärittelyistä erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa.....	60
KUVA 12	Erikoissairaanhoidon päivystyksen paikka-solmusidokset	61
KUVA 13	Erikoissairaanhoidon polkumääritteet mappings-taulussa kuvattuna	62
KUVA 14	Esimerkki solmulistauksesta sekä rajoitusten tekemiseen tarkoitettusta editointitaulusta.....	63
KUVA 15	Polkuverkosto editorilla tehty polkumääritykset erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimalliin.....	63
KUVA 16	Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin oliomäärittelyt	65
KUVA 17	Mallin graafisten elementtien valinta ja editointi-ikkuna.....	66
KUVA 18	Resurssien määrittelyyn tarkoitettu editori	68
KUVA 19	Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen toiminnalliset resurssimäärittelyt sisätautien hoitoryhmän sairaanhoitajaryhmälle.....	70
KUVA 20	Työhaun määrityseditori	71
KUVA 21	Editori resurssien pysäköintipaikkojen määräämiseen	71
KUVA 22	Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin resurssimääritykset.....	73
KUVA 23	Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen attribuuttimäärittelyt.....	76
KUVA 24	Esimerkkinä erikoissairaanhoidon päivystyksen aamuvuoromääritys	82
KUVA 25	Vuoromäärittelyjen tekoon tarkoitettu moduuli.....	83

KUVA 26	Simulointityökalun prioriteettitaulu.....	83
KUVA 27	Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen vuoromäärittelyt	84
KUVA 28	Prosessointieditori, jonka avulla määritellään potilaalle tehtävät toimenpiteet prosessin eri vaiheissa sekä reititys vaiheesta toiseen	92
KUVA 29	Sääntötaulukko, jonka mukaan valitaan käsiteltävän olion kohdealue.....	94
KUVA 30	Kiireellisyyden määrittely potilaille siihen tarkoitettun taulukon avulla (esimerkkinä sisätautipotilas)	95
KUVA 31	Kiireellisyysluokkien todennäköisyysmääritykset (esimerkkinä sisätautipotilaat).....	95
KUVA 32	Sisäänkäynnin toiminnalliset määrittelyt potilaalle	96
KUVA 33	Potilaan reititysmäärittelyt sisäänkäynniltä vastaanottoon (esimerkkinä sisätautipotilas)	97
KUVA 34	Toiminnalliset määrittelyt vastaanottovaiheessa sisätautipotilaan osalta	97
KUVA 35	Esimerkkinä reititysmäärittelyt sisätautipotilaan osalta vastaanotosta odotusalueille.....	98
KUVA 36	Potilaan reititys mallissa odotusalueelta hoitajakontaktiin.....	99
KUVA 37	Makrojen määrittelemiseen tarkoitettu editori.....	100
KUVA 38	Hoitajakontaktivaiheessa käytettävä toimintalogiikka erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa	100
KUVA 39	Hoitajakontaktivaiheen jälkeisen reitityksen määräävä makromäärittely.....	101
KUVA 40	Potilaiden kulun hoitajan tapaamisen jälkeen määrittävät prosentuaaliset todennäköisyydet (esimerkkinä sisätautipotilaat)	102
KUVA 41	Reititys hoitajakontaktista eteenpäin kirurgian, sisätautien ja neurologian hoitoryhmien osalta (esimerkkinä sisätautipotilaan reittivaihtoehdot)	102
KUVA 42	Potilaalle suoritettavien tutkimusten määräävä makro.....	103
KUVA 43	Potilaille määrättävien tutkimusten todennäköisyydet (esimerkkinä sisätautipotilaat).....	103
KUVA 44	Reititysmäärittelyt lääkärikontaktin odotusalueelta itse lääkärikontaktiin.....	104
KUVA 45	Lääkärin toimenpidealueen toiminnalliset määrittelyt sekä lääkärin ensimmäiselle tapaamiselle että hoitopäätösvaiheelle.....	105
KUVA 46	Lääkärikontaktivaiheessa määritellyn makron sisältö.....	105
KUVA 47	Reititystiedot ensimmäisestä lääkärikontaktista eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilaat).....	106
KUVA 48	Todennäköisyydet sille kuinka monelta potilaalta otetaan näyte yhden näytteenottokierroksen aikana	107
KUVA 49	Potilaan toiminnalliset määritteet laboratoriotutkimusten odotusalueella	108
KUVA 50	Potilaan reititys tutkimusten odotusalueelta tutkimuksiin.....	108
KUVA 51	Odotusalueella muodostetun ryhmän purkaminen.....	108

KUVA 52	Näytteenottovaiheen toiminnalliset määrittelyt	109
KUVA 53	Potilaiden reititysmäärittelyt laboratoriovaiheesta eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilas)	110
KUVA 54	Näytteelle tehtävät toiminnot näytteenottoalueella	110
KUVA 55	Näytteen reititysmäärittelyt näytteenottovaiheesta seuraavaan vaiheeseen	110
KUVA 56	Potilaalle tehtävät toiminnalliset määrittelyt röntgen vaiheessa (esimerkkinä sisätautipotilas)	111
KUVA 57	Potilaiden reititysmäärittelyt röntgen vaiheesta eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilaat)	112
KUVA 58	Määritteet potilaan ja potilaasta otetun näytteen yhdistämiseksi ..	112
KUVA 59	Hoitopäätökskontaktivaiheen makromäärittelyt	113
KUVA 60	Reititys potilaan kotiutumisen tapauksessa hoitopäätösvaiheesta eteenpäin	113
KUVA 61	Potilaan ohjaus hoitopäätösvaiheesta eteenpäin siinä tapauksessa, että potilas ohjautuu jatkohoitopaikkaan	114
KUVA 62	Potilaan ja sairauskertomuksen tunnisteiden yhdistäminen	114
KUVA 63	Sairauskertomuksen reititys hoitopäätösvaiheesta kirjoitusvaiheeseen	114
KUVA 64	Potilaan toiminnalliset määritteet sairauskertomuksen odotusalueella	115
KUVA 65	Sairauskertomuksen toiminnalliset määritteet kansliassa	115
KUVA 66	Reititystaulu sairauskertomuksen osalta	116
KUVA 67	Reititysmääritykset potilaan osalta	116
KUVA 68	Läpivirtausajan määrittely potilaan poistuessa päivystysalueelta ..	117
KUVA 69	Potilaan poistaminen erikoissairaanhoidon päivystyksen mallista	117
KUVA 70	Prosessointimäärittelyjen muodostama verkosto erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa	118
KUVA 71	Saapumismäärittelyt erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa	119
KUVA 72	Aikaväli ja kertymismäärittelyt sisätautipotilaiden osalta	120
KUVA 73	Aikaväli ja kertymismäärittelyt kirurgia trauma potilaiden osalta	121
KUVA 74	Aikaväli- ja kertymismäärittelyt kirurgia GE:n osalta	122
KUVA 75	Aikaväli- ja kertymismäärittelyt neurologian potilaiden osalta	122
KUVA 76	Aikaväli- ja kertymismäärittelyt lastentautien osalta	123
KUVA 77	Simulointiajojen tulokset läpivirtausajan osalta	126
KUVA 78	Simulointi osana päivystysalueen tietojärjestelmää	131

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	11
2	TIETOTEKNIIKAN HYÖDYNTÄMINEN TERVEYDENHUOLLON TOIMINNAN TUTKIMISESSA JA KÄYTÄNNÖN TOIMINNASSA	14
2.1	Terveydenhuollon teknologian ja tietojenkäsittelyn kehitys, nykytila, haasteet ja trendit	17
2.1.1	Terveydenhuollon tietojenkäsittelyn historia ja nykytila.....	17
2.1.2	Terveydenhuollon tietojenkäsittelyn haasteet	18
2.1.3	Teknologian kehittämisen trendit terveydenhuollossa	19
2.2	Operaatiotutkimus terveydenhuollon toimintojen tehostamisessa	23
3	SIMULOINTI TERVEYDENHUOLLON TIETOTEKNISENÄ TUTKIMUSMENETELMÄNÄ.....	26
3.1	Katsaus päivystyspoliklinikan toiminnan simulointitutkimuksiin	28
3.1.1	Päivystyspoliklinikan toiminnan tehostaminen resurssien allokoinnilla	28
3.1.2	Päivystyspoliklinikan toiminnan tehostaminen laajemmasta näkökulmasta (prosessit ja toimintatapojen muutokset).....	30
3.2	Katsaus muiden terveydenhuollon yksiköiden toiminnan simulointitutkimuksiin.....	32
4	TERVEYDENHUOLLON RAKENNE JA PÄIVYSTYSPOLIKLINIKAN POTILASVIRRAT.....	39
4.1	Päivystyspoliklinikalle tulevat potilasvirrat.....	40
4.2	Päivystyspoliklinikalta lähtevät potilasvirrat.....	41
5	KESKI-SUOMEN KESKUSSAIRAALAN ERIKOISSAIRAANHOIDON PÄIVYSTYS JA NOVA-PROJEKTI.....	43
5.1	Simuloinnin tarkoitus NOVA-projektissa.....	45
6	KESKI-SUOMEN KESKUSSAIRAALAN ERIKOISSAIRAANHOIDON PÄIVYSTYKSEN SIMULOINTIMALLIN KEHITTÄMINEN	47
6.1	Simulointimallin taustamäärittelyt (Background).....	50
6.2	Simuloinnin paikkamäärittelyt (Locations)	52
6.3	Simulointimallin polkumäärittelyt (Path Networks).....	58
6.4	Potilasryhmien sekä muiden muuttujien määrittely	64
6.5	Simulointimallin resurssimäärittelyt	67
6.6	Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin attribuuttimäärittelyt	74
6.7	Simulointimallin vuoromäärittelyt	81
6.8	Datan tilastollinen käsittely (jakaumien määrittely) ja sijoittaminen malliin.....	85
6.8.1	Hoitajakontaktin määrittely kerätystä aineistosta	86

6.8.2	Lääkärikontaktin määrittely kerätystä aineistosta.....	87
6.8.3	Hoitopäätöskontaktin määrittely kerätystä aineistosta	88
6.8.4	Sairauskertomuksen keston määrittely kerätystä aineistosta	89
6.8.5	Laboratoriotoiminnan ajallinen määrittely kerätystä aineistosta	89
6.8.6	Röntgentoiminnan ajallinen määrittely kerätystä aineistosta	90
6.9	Simulointimallin prosessointimäärittelyt.....	91
6.9.1	Potilaan päivystysalueelle saapumisen yhteydessä tehtävät määrittelyt	94
6.9.2	Potilaalle mallissa tehtävät toimenpiteet vastaanotossa	97
6.9.3	Potilalle tehtävät määrittelyt odotusalueella	98
6.9.4	Toiminnalliset määrittelyt hoitajakontaktissa	99
6.9.5	Lääkärikontaktin odotuksen toiminnalliset määrittelyt.....	104
6.9.6	Lääkärikontaktissa tapahtuvat toiminnalliset määrittelyt.....	104
6.9.7	Laboratoriotutkimusten odotusalueen toiminnalliset määrittelyt	107
6.9.8	Näytepotilasalueen toiminnalliset määrittelyt.....	108
6.9.9	Laboratoriotutkimuksen prosessi	109
6.9.10	Röntgenvaiheessa tehtävät prosessointimäärittelyt.....	111
6.9.11	Hoitopäätöskontaktin odotusvaiheessa tehtävät määrittelyt.....	112
6.9.12	Hoitopäätöskontaktissa tehtävät määrittelyt.....	113
6.9.13	Sairauskertomusvaiheen toiminnalliset määrittelyt.....	115
6.9.14	Poistuminen päivystysalueelta	116
6.10	Simulointimallin saapumismäärittelyt	118
6.10.1	Sisätautipotilaiden saapumismäärittelyt.....	120
6.10.2	KirurgiaTrauma potilaiden saapumismäärittelyt.....	121
6.10.3	KirurgiaGE potilaiden saapumismäärittelyt	121
6.10.4	Neurologiapotilaiden saapumismäärittelyt.....	122
6.10.5	Lastentautipotilaiden saapumismäärittelyt.....	122
7	RAKENNETUN SIMULOINTIMALLIN VALIDOINTI	124
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	127
9	RAKENNETUN SIMULOINTIMALLIN JATKOKEHITYS.....	130
	LÄHTEET.	133
	LIITTEET.....	141

1 JOHDANTO

Päivystyspoliklinikan toiminnan kehittäminen sekä potilaan, hoitohenkilökunnan että logistisen kokonaistoiminnan (toiminnan ohjaus) näkökulmasta on haasteellinen tehtävä. Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikalla käynnissä olevassa nopean vasteen projektissa (NOVA) haasteisiin pyritään vastaamaan päivystystoiminnan osalta kehittämällä uudenlainen dokumentoitu päivystysalueen toimintajärjestelmä.

Toimintajärjestelmä tulee pitämään sisällään erilaiset ICT-ratkaisut (tietojärjestelmä, potilasseuranta, toiminnanohjaus) sekä laadulliset elementit (säännölliset auditoinnit, optimoidut prosessikuvaukset, jatkuva kehitys, vaikuttavuuden arviointi). Projektin tarkoituksena on tehostaa päivystyksen toimintaa vähentämällä potilasprosessin eri vaiheiden odotusaikoja sekä kokonaisläpivirtausaika.

Jotta toimintaa voitaisiin tehostaa ja kustannuksia alentaa, se edellyttää koko hoitoprosessin tuntemusta ja oikeaa resurssien käyttöä kussakin tilanteessa. Tämän vuoksi nykyisen toiminnan selvittäminen ja tutkiminen on lähtökohdana koko prosessille. Aluksi pitää tietää miten toiminta on tällä hetkellä suunniteltu ja kuinka tehokkaasti se eri vaiheissa toimii. Vasta sen jälkeen voidaan ryhtyä etsimään ratkaisuja toiminnan tehostamiseen ja sitä kautta kustannusten alentamiseen.

Terveystieteiden yksiköt ovat usein hyvin kompleksisia ja stokastisia piirteitä omaavia kokonaisuuksia, joten tutkimusmetodin tulee käyttää sellaista menetelmää, joka mahdollistaa monimutkaisten riippuvuussuhteiden sekä dynaamisesti käyttäytyvien ja toisiinsa linkittyvien osien kuvaamisen luotettavalla tasolla. Tällainen menetelmä on tietokonesimulointi. Simulointi luo mah-

dollisuuden ongelmakohtien etsimiseen, vaihtoehtoisten prosessikuvausten testaamiseen sekä resurssien tehokkaaseen kohdentamiseen.

Tässä työssä kehitetään nykyisen erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimalli, joka toimii perustana päivystyksen toiminnan tutkimiselle ja tehostamiselle jatkossa. Simulointimallin avulla ratkaisuja tullaan etsimään useita eri näkökulmista. Mallia tullaan käyttämään muun muassa resurssien kohdentamisessa, vaihtoehtoisten prosessikuvausten testauksessa sekä kustannuslaskennassa. Tämän lisäksi malli tulee toimimaan osana rakentuvaa päivystysalueen tietojärjestelmää, jossa mallin antamia arvoja hyödynnetään hoitotoiminnan ohjausjärjestelmässä.

Koska terveydenhuollon alalla käytetään yhä enenevässä määrin tietoteknisiä ratkaisuja sekä käytännön toimissa että tutkimusmenetelmien soveltamisessa, aloitetaan tämä työ luvussa kaksi selvittämällä tietoteknisten ratkaisujen ja menetelmien käyttöä terveydenhuollossa tällä hetkellä. Selvittämällä tietoteknisten ratkaisujen kehityshistoriaa, nykytilaa ja tulevaisuuden trendejä sekä pohtimalla yhdyskohtia meneillään olevaan NOVA-projektiin, saadaan hyvä kuva teknologian merkityksestä terveydenhuollon toimissa ja toiminnan tutkimisessa nykyaikana. Koska tulevaisuudessa data kerätään malliin lisäksi suoraan tietojärjestelmistä perinteisen havainnoinnin sijaan ja simulointityökalu integroidaan osaksi tietojärjestelmärakennetta, tulee simuloinnilla ja terveydenhuollon tietojärjestelmällä olemaan myös selkeä liityntä toisiinsa ja jo tämänkin vuoksi on hyvä selvittää terveydenhuollon tietoteknisiä ratkaisuja käytännön toimissa ennen valitun tutkimusmenetelmän tarkempaa tarkastelua.

Käytännön toimien ja tutkimusmenetelmien yleisen tarkastelun jälkeen siirrytään luvussa kolme tarkastelemaan simulointia terveydenhuollon toimintojen mallintamisessa. Simulointia, itse menetelmänä, on käsitelty tarkemmin pro gradu-työssä (Ruohonen, 2004), joten keskitytään tässä vaiheessa tarkastelemaan simulointia terveydenhuollossa suoritettujen tutkimuksien näkökulmasta. Keskitytään erityisesti selvittämään sitä, miten simulointia on hyödynnetty terveydenhuollon alalla ja päivystysalueen prosessien tehostamisessa sekä sitä minkälaisia tuloksia sen avulla on saatu. Tämä antaa hyvän kuvan menetelmän sopivuudesta ja sen avulla saatavista hyödyistä sekä odotuksista NOVA-projektin puitteissa tehtävästä päivystyspoliklinikan mallintamisesta.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen siirrytään luvussa neljä lähemmäksi varsinaista tutkimusasetelmaa ja ryhdytään tarkastelemaan terveydenhuollon rakennetta Keski-Suomessa selvittämällä makrotasolla potilaan koko hoitoketjua hoidon tarpeen ilmaantumisesta aina siihen hetkeen, kun hoito on kokonaan suoritettu. Tässä tarkastelussa selvitetään päivystystoiminnan sijoittumista terveydenhuollon rakenteeseen samalla kuvaten tutkimustyön varsinaisen kohdealueen tärkeyttä potilaan koko hoitoketjun toiminnan tehostamisen kannalta.

Makrotason kuvauksen jälkeen mennään terveydenhuollon rakenteessa entistä tarkemmalle tasolla ja keskitytään itse projektin osa-alueeseen eli päivystyspoliklinikan toiminnan tutkimiseen. Luvussa viisi käydään läpi hieman meneillään olevan NOVA-projektin tavoitteita ja visioita tarkastelemalla Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyspoliklinikan toimintaa

ja prosesseja hieman tarkemmin. Perehdytään tässä yhteydessä myös projektissa käytettäviin tutkimusmenetelmiin, erityisesti simuloinnilla haettaviin hyötyihin projektin kannalta.

Projektin tavoitteiden sekä erikoissairaanhoidon päivystyksen toiminnan selvittämisen jälkeen ryhdytään luvussa kuusi kuvaamaan päivystyspoliikklinikan simulointimallin rakentamisen vaiheita. Tämän on työn varsinainen toiminnallinen ja vaativin vaihe, jossa kuvataan Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin kehitys. Mallin rakenne sekä toiminta kuvataan tarkalla tasolla, jotta toimintaperiaate ei jää kenellekään epäselväksi ja mallia voidaan hyödyntää jatkossa mahdollisimman laajasti.

Mallin rakenteellisen ja toiminnallisen kuvauksen jälkeen, luvussa seitsemän, on vuorossa ajojen suoritus ja varsinainen mallin validoinnin kuvaus. Tässä luvussa osoitetaan mallin oikeanlainen toiminta, jonka perusteella mallin antamiin ajojen tuloksiin voidaan jatkossa luottaa.

Mallin validoinnin jälkeen, luvussa kahdeksan, suoritetaan yhteenvetoa terveydenhuollon tietojenkäsittelystä sekä mallin rakennuksen vaiheista (kohdatut haasteet ja lopullisen mallin soveltuvuus erikoissairaanhoidon päivystyksen toiminnan tutkimiseen).

Viimeisessä luvussa, luvussa yhdeksän, luodaan vielä katsaus tulevaan ja selvitetään työssä kehitetyn mallin käyttöä NOVA-projektissa jatkossa sekä selvitetään mallin jatkokehitystavoitteita.

2 TIETOTEKNIIKAN HYÖDYNTÄMINEN TERVEYDENHUOLLON TOIMINNAN TUTKIMISESSA JA KÄYTÄNNÖN TOIMINNASSA

Tietotekniikkaa käytetään tänä päivänä yhä enenevässä määrin terveydenhuollossa. Tietoteknisiä ratkaisuja ja sovelluksia käytetään sekä käytännön toiminnassa, liittyen hoitotoimenpiteisiin ja tiedon käsittelyyn, että toiminnan ja prosessien tutkimisessa (menetelminä muun muassa simulointi, optimointi, matemaattinen mallintaminen, tilastolliset menetelmät, jne.). Terveydenhuollon tietojenkäsittelyn voidaan sanoa olevan siis osaltaan sekä tutkimusta että käytännön toimintaa (Nykänen, 2003). Juuri tästä on kyse myös NOVA-projektissa, jossa eri tutkimusmenetelmiä (tilastolliset menetelmät, simulointi) käytetään toiminnan tehostamisen apuvälineenä sekä etsitään teknologisia ratkaisuja helpottamaan käytännön toimia ja päivystysalueen tietojenkäsittelyä.

Tarkastellaan tässä luvussa sekä terveydenhuollon käytännön toiminnan tietoteknisiä ratkaisuja että terveydenhuollossa käytettäviä tietokonepohjaisia laskennallisia tutkimusmenetelmiä pohtien kyseisiä asioita myös NOVA-projektiin liittyen. Asioiden tarkastelu on hyvä aloittaa kuitenkin yleisemmältä tasolta ja selvittää aluksi terveydenhuollon tietojenkäsittelyä tutkimusalueena hieman tarkemmin. Tämä tarkastelu voidaan suorittaa kolmesta eri näkökulmasta (Friedman, 1995; Korpela & Saranto, 1999) ovat:

1. Toimintatavat
2. Sisältö
3. Tietojenkäsittely/tekniikka

Toimintatavan näkökulma

Toimintatavan näkökulmasta tarkasteltuna tietojenkäsittelyllä tutkimusalueena tarkoitetaan sitä, miten asioita lähestytään perustutkimuksesta soveltavan tutkimuksen kautta käytännön toimenpiteisiin ja aina strategiseen päätöksentekoon saakka. Tätä voidaan parhaiten kuvata seuraavan jaottelun avulla:

1. Ensimmäinen toimintatapojen lähestymisnäkökulman asiakokonaisuus on *teoreettinen tarkastelu*. Teoreettisen tarkastelun alla ovat erilaiset teorit, mallit ja menetelmät käsitteiden, tiedon, toimintojen, informaation ja prosessien käsittelemiseksi, hankkimiseksi, siirtämiseksi, mallittamiseksi sekä esittämiseksi. Tähän kategoriaan kuuluu edellisten lisäksi myös terveydenhuollon tietojenkäsittelyn perusasioiden, teorioiden ja menetelmien tutkimus ja sitä myötä myös kehitys sekä käsiteltävien ilmiöiden kuvaaminen ja mallittaminen.
2. Toinen asiakokonaisuus on *tietojärjestelmätoteutuksen tarkastelu*. Kyseinen tarkastelutapa pitää sisällään tietojärjestelmien suunnittelun, rakentamisen ja implementoinnin terveydenhuollon järjestelmän, organisaatioiden ja ammattilaisten toiminnan tukemiseksi ja kehittämiseksi. Tämän lisäksi tämän kokonaisuuden alaisuuteen kuuluu vielä myös tietojenkäsittelyyn liittyvien paradigmojen soveltaminen terveydenhuollon tietojenkäsittelyn sisällössä, tietojärjestelmien ja sovelluksien suunnittelu, rakentaminen ja implementointi organisaatioihin ja työympäristöihin.
3. Toimintatavan kolmas asiakokonaisuus on *pragmaattinen tarkastelu*. Tähän kuuluu puolestaan tietojärjestelmien ja niistä saatavan hyödyn ja vaikuttavuuden arviointi asiakkaiden, asiantuntijoiden, organisaatioiden, palvelujärjestelmän sekä tietoturvan ja tietosuojan osalta. Tietojärjestelmien ja teknologisten ratkaisujen vaikutuksia arvioidaan muun muassa käytettävyyden, toiminnallisuuden, avoimuuden, teknologisten ominaisuuksien, kustannusvaikuttavuuden sekä lainmukaisuuden näkökulmasta.

Sisällön näkökulma

Sisällön lähestymisnäkökulma pitää sisällään sosiaali- ja terveystieteet sekä sosiaali- ja terveydenhuollon alan käytännöt. Sisällön näkökulmasta asioita voidaan tarkastella sekä ammattiryhmien mukaan että palvelujärjestelmän rakenteen mukaan. Ammattiryhmien mukaan on mahdollista erotella omia osaluueita, joita ovat esimerkiksi lääketieteellinen tietojenkäsittely, hoitotyön tietojenkäsittely, sosiaalityön tietojenkäsittely ja johtamisen tietojenkäsittely.

Palvelujärjestelmän rakenteen mukaisesti jaottelu voidaan tehdä organisaatiokohtaisten tietojärjestelmien mukaisesti. Tällöin oman kokonaisuuden muodostavat esimerkiksi sairaaloiden tietojärjestelmät, perusterveydenhuollon tietojärjestelmät, sosiaalitoimen tietojärjestelmät sekä laboratorion, radiologian ja muiden erillisalueiden tietojärjestelmät.

Tietojenkäsittelyn/tekniikan näkökulma

Tämän näkökulman alaisuuteen kuuluvat tietojenkäsittelytieteet, tieto- ja viestintätekniikka sekä tiedonhallinta. Edellä mainittujen käsitteet pitävät sisällään erityisesti algoritmisen tietojenkäsittelyn, ohjelmisto- ja tietokonetekniikan sekä tietojärjestelmät.

Algoritminen tietojenkäsittely terveydenhuollon tietojenkäsittelyssä kohdistuu muun muassa uusien menetelmien kehittämiseen tiedon analysoinnissa, tietoalkioiden tunnistuksessa, tiedon jalostuksessa sekä tulkinassa. Ohjelmisto- ja tietokonetekniikan sovellusalueina terveydenhuollon tietojenkäsittelyssä ovat puolestaan erilaisten ohjelmistokomponenttien kehitys ja integrointi, fysiologisten signaalien käsittely, digitaalinen kuvankäsittely, sulautetut ohjelmistomittalaitteissa sekä älykkäät laiteliitännät ja tulkintaohjelmistot. Tietojärjestelmien näkökulmasta terveydenhuollon tietojenkäsittelyn sovelluksia taasen ovat muun muassa erilaiset kokonaistietojärjestelmät, joissa integroidaan hallinnollista ja kliinistä tietoa (esimerkiksi laboratorion tietojärjestelmät, kuvantamisjärjestelmät, arkistointijärjestelmät, jne.).

Edellä tehty selvitys auttoi huomaamaan kuinka laaja kokonaisuus terveydenhuollon tietojenkäsittely tutkimusalueena oikeastaan on. Vaikka terveydenhuollossa pääpainona ja tärkeimpänä tavoitteena on itse potilas ja potilaan hoito, on teknologialla kuitenkin siis todella merkitsevä osa potilaan hoitoprosessin eri vaiheissa. Tietoteknisiä menetelmiä käytetään potilasta koskevan tiedon käsittelyssä hyvin monipuolisesti ja tämän lisäksi terveydenhuollon eri yksiköiden toiminnan tutkimisessa on käytössä tietokonepohjaisia sovelluksia (simulointisovellukset, optimointisovellukset, prosessianalyysisovellukset, tilastotieteen sovellukset, jne.), jotka hyödyntävät tietokoneiden alati kasvavaa laskentatehoa hyväkseen.

Terveydenhuollon tietojärjestelmillä ja käytössä olevilla tietokoneellisilla tutkimusmenetelmillä on myös yhtymäkohtia. Ideaalitapauksessa tietojärjestelmät tarjoavat nimittäin tarvittavan datan eri tutkimustyökalujen käyttöön. Tämä on tilanne esimerkiksi simuloinnin, tilastanalyysin ja optimoinnin tapauksessa, jolloin tarvittavat tutkimusmenetelmien muuttujien arvot ja kriittinen data saadaan suoraan tietojärjestelmistä. Tämän lisäksi myös prosessien kuvaukset ja jotkut muut mallinnus/tutkimusmenetelmien datat saattavat olla saatavissa tietovarastosta digitaalisessa muodossa. Tämän vuoksi on hyvä tarkastella sekä terveydenhuollon tietojenkäsittelyä että tutkimusmenetelmiä. Tutkimusmenetelmistä tarkastelun alla ovat erityisesti tämän työn puitteissa käytetty simulointi, simulointimallin tarvitseman datan määrittämisessä käytetyt tilastolliset menetelmät sekä osaksi myös optimointi. Aloitetaan terveydenhuollon teknologian tarkastelu kuitenkin tarkastelemalla terveydenhuollon tietojenkäsittelyä ja tietojärjestelmiä ja siirrytään sen jälkeen käsittelemään tämän työn puitteissa käytettäviä tutkimus- ja mallinnusmenetelmiä.

2.1 Terveydenhuollon teknologian ja tietojenkäsittelyn kehitys, nykytila, haasteet ja trendit

Terveydenhuolto on tällä hetkellä maailmanlaajuisessa kriisissä ja tarvitaan raju murrosvaihe, jotta ongelmat saataisiin purettua ja suunta muutettua. Terveydenhuollossa tarvittavien laitteiden sekä hoidon kustannukset ovat kasvaneet huomattavasti viimeisien vuosien aikana ja on syntynyt todellinen tarve eri sairaanhoitoyksiköiden sekä terveydenhuollon toimintojen tehostamiseen ja optimoimiseen. Se mikä on terveydenhuollon tulevaisuus, on yhä kaikille arvoitus mutta yksi muutoksen trendi on kuitenkin selvästi havaittavissa. Tuo trendi on teknologia ja erityisesti erilaiset tietotekniset järjestelmät ja tietoverkkosovellukset. Teknologiaa pidetään usein syynä moneen ongelmaan mutta toisaalta sen odotetaan myös tarjoavan ratkaisuja ongelmiin. Itse asiassa teknologiasta odotetaan monilla tahoilla ratkaisua koko terveydenhuolto alan uudelleen järjestämiseen (Alasaarela, 2003).

2.1.1 Terveydenhuollon tietojenkäsittelyn historia ja nykytila

Vaikka teknologisiin ratkaisuihin kohdistetaan kovia odotuksia erityisesti tällä hetkellä, on tietojärjestelmien kehitystyötä tehty kuitenkin jo useamman vuosikymmenen ajan. Ensimmäiset askeleet kehitystyössä otettiin jo 1960-luvulla, jolloin ensimmäiset alaa koskevat sovellukset tehtiin kirjanpidon ja tilastoinnin sekä talous- ja palkanhallinnon alueille. Aluksi tietokoneiden avulla hoidettiin erilaisia laskentatehtäviä ja automatisoitiin joitakin rutiineja mutta vähitellen teknologian kehittyminen antoi mahdollisuuden siirtyä työpisteissä tehtävään suoraan tietojensyöttöön ja päätejärjestelmiin. Tämä mahdollisti todellisten käyttäjien pääsyn käyttämään järjestelmää, jonka johdosta yhä useamman työntekijän tärkeä työväline alkoi olla tietokone. Tämän vuoksi alettiin vähitellen kiinnostua sekä tutkia järjestelmien toimintaa tarkemmin keskittyen järjestelmistä saataviin hyötyihin sekä potilaiden hoidon että henkilökunnan työmenetelmien kannalta. Tällöin terveydenhuollon ammattilaiset ja käyttäjät alkoivat osallistua yhä enenevässä määrin järjestelmien kehitystyöhön (Korpela & Saranto, 1999).

Kehitystyötä on tehty siis jo varsin pitkään ja tietojärjestelmät ovat helpottaneet eri terveydenhuollon yksiköiden toimintaa vuosien saatossa tehokkaastikin mutta todellinen haaste kehityksessä on muodostunut vasta parin viime vuosikymmenen aikana. Tuona aikana perusterveydenhuollon ja sairaaloiden tietojärjestelmät ovat lähentyneet toisiaan vauhdilla ja on syntynyt todellinen tarve yhtenäistää järjestelmiä sekä tehdä mahdolliseksi tiedonsiirto eri alueilla toimivien järjestelmien ja eri organisaatioiden välillä. Tällä hetkellä tiedon siirto ja käsittely on eri yksiköissä rakennettu useasti vain ko. organisaatioyksikön tarpeisiin räätälöitynä ja se aiheuttaa eri yksiköiden välisen toiminnassa ongelmia tiedonkulun osalta.

Kovasta teknologisesta kehityksestä huolimatta useat tällä hetkellä käytössä olevat tietojärjestelmät ovat peräisin 1970- tai 1980-luvuilta ja perustuvat

hyvin monesti yhden suuren tietokannan ja mainframe-tekniikan käyttöön. Tämän tyyppisiä vanhoja järjestelmiä ei ole suunniteltu maksimaalisen tiedon hyväksikäytön tai elektronisen potilaskertomuksen näkökulmasta ja tämän vuoksi tällä hetkellä terveydenhuollon tietojenkäsittelyssä on meneillään jatkuva tutkimustyö (Nykänen, 2003).

Lääketieteen ja terveydenhuollon toimintojen kehittämiseksi ja tukemiseksi pyritään rakentamaan toimivia tietojärjestelmiä ja tällä tavalla saamaan aikaan muutoksia toiminnoissa, prosesseissa, työtehtävissä ja -ympäristöissä ottaen huomioon organisatoriset ja sosiaaliset kontekstit. Päällimmäisenä tarkoituksena on kehittää ja järkiperäistää toimintoja, parantaa tuottavuutta ja tehokkuutta sekä helpottaa tiedon jakelua, käytettävyyttä ja saatavuutta sekä yksikön sisällä että eri yksiköiden välillä (Nykänen, 2003).

2.1.2 Terveydenhuollon tietojenkäsittelyn haasteet

Kuten jokaisessa tutkimusalueessa ja kehittämiskohteessa, on myös tietojärjestelmien kehittämisessä ongelmia ja haasteita. Keskeisimpiä ongelmia terveydenhuollon tämänhetkessä tietojenkäsittelyssä ja tietojärjestelmissä ovat muun muassa seuraavat asiat (Korpela & Saranto, 1999; Nykänen, 2000; Kuhn & Guise, 2001):

Ensimmäinen keskeinen ongelma on tietojärjestelmien vaikuttavuuden sekä vaikutusten arviointi. Tämä on tärkeää, koska teknologiaa ja järjestelmiä käytetään usean toimijan muodostamassa verkottuneessa palvelujärjestelmässä toimintojen hallinnan, johtamisen, tietojen analysoinnin sekä päätöksenteon apuvälineenä. Tämän ohella arviointi informaatio tietojärjestelmistä on tarpeellista, koska tietoteknisillä sovelluksilla on suuri vaikutus koko organisaatioon tai koko palvelujärjestelmän toimintarakenteisiin ja prosesseihin kuten myös työntekijöiden taito- ja pätevyysvaatimuksiin. Teknologiseen kehittämiseen ja implementointiin liittyy suuria henkisiä ja aineellisia voimavaroja. Tämän vuoksi on oltava varma siitä, etteivät mitkään teknologiset ratkaisut vaaranna potilas- ja henkilöstöturvallisuutta tai muuten aiheuta ei-haluttuja vaikutuksia organisaatiolle ja ihmisille.

Toinen merkittävä haaste on yhteistoiminnallisuus ja integrointi. Tällä hetkellä terveydenhuollon yksiköillä on käytössään vaan suurimmaksi osaksi omiin tarpeisiin räätälöityjä sovellutuksia. Tämän lisäksi eri-ikäiset teknologiat ja erilaiset järjestelmäarkkitehtuurit tuovat lisävaikeutta yhteensopivuuteen. Tarvitaan siis tietomalleja ja standardeja, jotka mahdollistavat järjestelmien avoimuuden, siirrettävyyden ja yhteistoiminnallisuuden. Osastokohtaisten ja erityisalakohtaisten, kliinisten ja hallinnollisten sekä sosiaalihuollon ja terveydenhuollon järjestelmien integrointi toimivaksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi käsitteellisesti, toiminnallisesti ja tiedon esitysmuotojen sekä käyttöliittymien näkökulmasta on nimittäin erittäin tärkeää mutta haasteellista tulevaisuudessa.

Kolmas selkeästi olemassa oleva haaste liittyy sisällön, termien ja käsitteiden määrittelyyn, joka on vielä pahasti kesken tällä hetkellä. Tarvetta on myös selkeille, yksikäsitteisille ontologisille määrittelyille, joiden puitteissa prosesseihin ja toimintoihin liittyvät käsitteet, merkitykset ja niiden välillä olevat relaatiot kuva-

taan. Tämän lisäksi huomioita pitää antaa lisäksi tiedon rakenteelliselle määrittelylle sekä tehokkaille ja älykkäille tiedonhaku mekanismeille.

Terveydenhuollossa liikkuva ja käsiteltävä tieto on erittäin monimuotoista ja tietoa syntyy paljon. Tietoa myös säilytetään kauan ja sillä on korkeat oikeellisuus-, tietosuoja- ja tietoturva vaatimukset. Tieto on lisäksi jäsentyneisyydeltään melko erilaista. Se johtaa puolestaan siihen, että tarvitaan tietynlaista luokitte-
lua, koodistoa ja sanastoa, joiden termistöt vastaavat terveydenhuollon käytän-
töjä.

Neljäs ongelma-alue koskee organisatorista ja sosioteknistä näkökulmaa. Tietojärjestelmät muodostuvat ihmisistä, ympäristöistä, ohjelmistoista, työtehtävistä ja tietokoneista, jotka yhdessä muodostavat sosioteknisen järjestelmän. Näitä sosioteknisiä tietojärjestelmiä käytetään yrityksen sisällössä tehtävien suorittamiseen, päällimmäisenä tavoitteena vaikuttaa yrityksen tuottavuuteen, tuloksellisuuteen tai muuhun toimintaan jollakin tavalla. Tämän lisäksi tietojärjestelmien tulisi myös integroitua verkottuneen toimintajärjestelmän laajempaan kontekstiin. Kehitettäessä tietojärjestelmiä huomiota pitää kiinnittää erityisesti järjestelmän käyttäjiin sekä siihen mihin tarkoitukseen, missä tilanteissa ja millaisia vaikutuksia järjestelmällä toivotaan olevan.

Yhtenä haasteena on käytettävyyys. Useat järjestelmät ovat monimutkaisia, te-
hottomia, vasteajat ovat pitkiä eikä käytettävän järjestelmän toiminnallisuus
välttämättä vastaa käyttäjien vaatimuksia eikä mukaudu muuttuviin työolosuh-
teisiin ja ympäristöihin. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjien pitää edelleen so-
peutua erilaisiin käyttöperiaatteisiin ja käyttöliittymiin. On siis tullut todellinen
tarve monipuolisille, joustaville ja muunneltaville käyttöliittymille.

2.1.3 Teknologian kehittämisen trendit terveydenhuollossa

Amerikkalainen tulevaisuuden tutkimusinstituutti The Institute for the Future on kymmenien eri tutkijoiden voimin tehnyt katsauksen terveydenhuollon ja terveyden tulevaisuudesta vuoteen 2010 asti. Selvitys on tehty lähinnä amerikkalaisesta näkökulmasta mutta se soveltuu hyvin myös Suomen terveydenhuollon tämän hetkiseen tilanteeseen. Selvityksen mukaan Informaatioteknologian osalta tulevaisuuden kehittämisen trendit terveydenhuollossa liittyvät (Amara, 2003):

- Perusprosessien automatisointiin,
- kliinisen tiedon käyttöliittymiin
- tiedon analysointiin sekä
- teleterveydenhuoltoon

Perusprosessien automatisoinnilla tarkoitetaan selvityksen mukaan terveydenhuollon palvelujen saatavuuden, suorittamisen ja käyttäjien auktorisoinnin sekä hyötyjen seurantaan liittyvien prosessien asteittaista automatisointia. NOVA-projektissa tähän pyritään vastaamaan päivystyspalveluiden osalta. Potilasprosessin eri vaiheita pyritään teknologisin ratkaisuin helpottamaan ja nopeutta-

maan sekä tiedonkäsittelyä yksinkertaistamaan. Samalla pyritään luomaan mitaristoja, joiden avulla palvelun laatua ja päivystyspoliklinikan toimintaa voitaisiin seurata automatisoidusti sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti.

Kliinisen tiedon käyttöliittymiin liittyvällä trendillä selvityksessä viitataan erityisesti sähköisen potilaskertomuksen kehittämistä käyttäjäystävälliseksi, muihin järjestelmiin yhdistyväksi ja tarvittavan tiedon sisältämäksi työkaluksi. Tällä hetkellä Suomessa on meneillään juuri tämäntyyppinen hanke. Kansallisen terveysprojektin yksi päätutkimus- ja kehittämiskohteista on nimittäin elektronisen potilaskertomuksen kehittäminen ja käyttöönotto Suomessa.

Kyseisen projektin tarkoituksena on määritellä potilaskertomuksen rakenne, rakenteelliset ydintiedot (sekä perusterveydenhuollon että erikoissairaanhoidon osalta) ja tietojenkäsittelyä tukevat hallinnolliset palvelut. Tämän lisäksi määritellään lääkitystiedot, yhdistetään erilaiset luokitukset potilaskertomukseen (esimerkiksi toimenpideluokitukset, diagnoosiluokitukset, laboratoriotutkimusten ja kuvantamistutkimusten nimikkeistö, hoitotyön koodit, fysioterapi-an, kuntoutuksen, sosiaaliterapian ja puheterapian luokitukset sekä hammashuollon potilastiedot) ja määritellään tilastoitavat tiedot potilaskertomukseen ydintietojen perusteella. Valtakunnallinen elektroninen potilaskertomushanke ei rajoitu kuitenkaan pelkästään sisällön ja rakenteen kehittämiseen vaan pitää sisällään myös terveydenhuollon asiantuntijoiden työvälineisiin sekä tietoturvaan liittyvää kehitystyötä. Tämän kokonaisuuden perusteella on tarkoitus sitten laatia kansalliset suositukset ja määräykset sekä tuottaa niitä tukevat palvelut.

Tiedon analysoinnin trendi pitää sisällään sähköisessä muodossa saatavien terveystietojen ja lääketieteellisen datan analysoinnin avulla saatavasta päätöksenteon tuesta ja potilaan tulevaisuuden määrittämisessä. Tämän lisäksi dataa voidaan käyttää tautikohtaisten ennusteiden sekä riskien ja kustannusten laskennassa. Tämän trendin voisi hyvin liittää NOVA-projektissa kehitteillä olevan toiminnanohjausjärjestelmän yhteyteen, jolloin potilaasta saadun informaation sekä lääketieteellisen datan analysoinnin perusteella potilaita voitaisiin päivystyspoliklinikalla ohjata oikeisiin toimenpiteisiin ja määrätä oikeat jatko-hoitopaikat.

Teleterveystieteiden huollolla, tehdyn selvityksen mukaan, tarkoitetaan tietokone-tuettua potilasprosessia, etäohjattuja toimenpiteitä sekä hyvin informoitua potilasta. Tällä tavoin terveydenhuollon jakelulle saadaan aivan uusia mahdollisuuksia ja ulottuvuuksia. NOVA-projektin näkökulmasta tarkoitus on juuri automatisoida potilasprosessia. Edellisen trendin yhteydessä mainittu toiminnanohjausjärjestelmä on juuri tähän asiaan kiinteästi liittyvä asia. Potilaasta, resursseista sekä toimenpidealueista kerätyn informaation mukaan potilasta ja resursseja on tarkoitus ohjata analysoidun datan perusteella tietystä prosessin vaiheesta seuraavaan tarvittavaan vaiheeseen/toimenpiteeseen.

Etäohjattujen toimenpiteiden osalta tutkimusta on aloitettu Oulussa. Käytötarkoituksena on ns. etäkonsultointi ja sen on keskitetty koskemaan sellaisia alueita ja toimipisteitä, joissa on pulaa lääkäreistä ja jotka ovat etäällä keskeis-

tä paikoista. Tutkimus on aloitettu diabetespotilaiden osalta mutta tarkoituksena on laajentaa tutkimus koskemaan myös muita potilasryhmiä.

Perusideana on se, että toisessa päässä on hoitaja potilaan kanssa ja heillä on videoneuvotteluyhteys lääkäriin muualla. Lääkärillä on samanaikaisesti pääsy potilaan elektronisiin tietoihin (elektroninen potilaskansio) sekä elektroniseen röntgentietokantaan. Hoitaja puolestaan on koulutettu lääketieteellisesti se teknologisesti hoitamaan sekä potilaan että tekniikan. Tällä tavoin potilaan on mahdollista saada hoitoa ja ohjeita vaikka lääkäri ei olisikaan paikanpäällä henkilökohtaisesti.

The Institute for the Future tutkimusinstituutin tekemästä katsauksesta voidaan siis havaita trendejä, joita on löydettävissä myös Suomesta. Edellä mainittujen kansallisten tutkimusten lisäksi tekeillä ja kehitteillä on lisäksi useita muita terveydenhuollon teknologiaan liittyviä projekteja, joista laajin kokonaisuus on mitä luultavimmin tällä hetkellä FinnWell.

Edellä käsiteltiin informaatioteknologian trendejä karkealla tasolla pääpiirteittäin ja koetettiin löytää yhteneväisyyksiä Suomessa meneillään olevaan terveydenhuollon teknologian kehitykseen sekä Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikalla meneillään olevaan Nopean vasteen projektiin (NOVA). Mutta millä tavoin ja mitä teknologiaa tulevaisuudessa terveydenhuollossa voitaisiin tehokkaasti hyödyntää ja mistä todella olisi apua edellä mainittujen trendien puitteissa esimerkiksi potilasprosessin automatisoinnissa ja tiedonkeruun automatisoinnissa? Tällaisia teknologioita voisivat olla esimerkiksi langaton, puettava ja implantoitava teknologia. Tutustutaan seuraavaksi niihin hieman tarkemmin.

Langaton, puettava sekä implantoitava teknologia terveydenhuollossa

Tällä hetkellä niin terveydenhuollossa kuin muillakin aloilla teknologiset ratkaisut vaativat kiinteitä kaapeleita. Tämä rajoittaa useissa tapauksissa liikkuvuutta ja toimintaa melko lailla eri ympäristöissä. Erityisesti terveydenhuollon alalla kaapelit koetaan enemmän tai vähemmän häiritsevänä niin potilaan, lääkärin kuin muunkin hoitohenkilökunnan mielestä (Paksuniemi, et al., 2004). Tietyssä mielessä kaapelit ovat tärkeitä ja hyödyllisiä varsinkin, jos halutaan siirtää signaali ilman häiriöitä potilaasta laitteeseen sekä laitteesta potilaaseen. Käytännössä tämä pystytään tekemään myös langattomasti, jos ei täysin virheettömästi vielä nyt, niin kuitenkin lähitulevaisuudessa langattoman teknologian kehityksen ollessa voimakkaan kehityksen kourissa (Alasaarela, et al., 2003).

Mikä olisi sitten ihannetilanne? Ihanteellisessa tilanteessa potilaaseen kiinnitettäisiin anturit sairaalaan saavuttaessa ja irrotettaisiin ne vasta potilaan poistuessa. Tällöin hoitohenkilökunnan työ helpottuisi ja nopeutuisi huomattavasti ja samalla myös potilaan olisi helpompi olla hoidettavana. Tämän lisäksi potilaiden kuljetus helpottuisi huomattavasti, kun mukana ei tarvitsisi kuljettaa enää suurta määrää kaapeleita. Kaikki potilastiedot, johon kuuluvat henkilötiedot, laboratoriotestit, potilasmonitorin signaalit, jne. siirtyisivät tiettyyn määriteltyyn tietokantaan jatkokäsittelyä varten. Potilas olisi koko ajan lisäksi yhteydessä sairaalaverkkoon langattomasti ja olisi vapaa liikkumaan sairaalan alueel-

la ilman rajoittavia tekijöitä. Ihannetilanteessa kaikki tarvittavat tiedot pystyt-
täisiin lähettämään lisäksi sairaalan ulkopuolelle konsultoivan lääkärin mobiili-
liin päätteeseen (matkapuhelin, PDA-laite, jne.).

Tällä hetkellä langattomia antureita kehitetään kiihtyvällä tahdilla ympäri
maailmaa. Lyhyen kantaman komponenteista kehityksen ja testauksen alla on
muun muassa Bluetooth-teknologiaan perustuvia prototyypppejä. Työtä on kui-
tenkin vielä paljon ja uusia kehittyneempiä lyhyen kantaman komponentteja
odotetaan markkinoille. Uudet jatkuvatoimiset EKG:n mittausten menetelmät tar-
vitsevat esimerkiksi pienempiä, langattomia elektrodeja (Puurtinen, et al., 2003).

Edellä kuvattu *langaton teknologia* koskee potilaan elintoimintotietojen ke-
räämistä ja siirtämistä edelleen tietokantaan. Tämän lisäksi langatonta tekno-
logiaa voidaan käyttää potilaan seurantaan ja paikallistamiseen, jolloin kyseeseen
tulevat pidemmän langattoman tekniikan ratkaisut, kuten esimerkiksi *WLAN*,
RFID, jne.

RFID-tekniikassa potilaalle annetaan tietynlainen tunniste, joka voi olla
esimerkiksi ranneke. Tähän tunnistesiruihin tallennetaan potilaan saapuessa po-
tilaan yksilöllinen tunniste, jonka avulla potilaan tiedot saadaan haettua, tietoja
saadaan muokattua ja tietoja saadaan tallennettua tietokantaan. Potilaan tiedot
saadaan käsiteltäviksi hoitoprosessin eri vaiheissa erillisen lukulaitteen avulla.
Tätä lukulaitetta voidaan käyttää myös potilaan paikantamiseen sekä potilaan
kulun informaation tallentamiseen (saapumis- ja poistumisajat eri odotus- ja
toimenpide alueilla). Tallennetun informaation avulla voidaan sitten seurata
läpivirtausaikoja ja odotusaikoja eri potilasprosessin vaiheissa ja mahdollisesti
ohjata toimintoja kerätyn informaation analysoinnin perusteella.

Potilaan paikannus ja seuranta on mahdollista myös WLAN-teknologian avulla.
Tässä tapauksessa potilaalle annetaan langaton tag (langaton lähetin) ja infor-
maatio siirtyi sairaalan tietojärjestelmiin tukiasemien välityksellä. Potilaalle an-
nettava langaton lähetin on kooltaan n. 5*4*1 cm. Lähetin on akkutoiminen ja
sisältää oman käyttöliittymän, jonka avulla sitä on mahdollista konfiguroida
hyvin monipuolisesti (esimerkiksi lähetystaajuus määriteltävissä -> signaali 5
sekunnin välein, jne.). Näiden komponenttien lisäksi tarvitaan vielä erillinen
sovellus, jossa informaatio esitetään. Sovelluksen pohjana käytetään terveyden-
huollon yksikön pohjapiirustusta, johon potilaan tunnistetiedot sekä potilaan
sijainti päivittyy.

Edellä mainitulla WLAN-teknologiaan pohjautuvalla konseptilla on mah-
dollista saada sekä potilaan paikkainformaatio että aikainformaatio eli tieto siitä
missä potilas on milloinkin. Näin ollen sovellusta voidaan käyttää vasteaikojen
mittaamiseen, koska se kiinnittää aikainformaatiota potilaan liikkuesssa paikasta
toiseen. Sovelluksen avulla odotusajat on mahdollista määrittää potilaskohtai-
sesti ja keskiarvoisesti kuten myös toimenpiteiden aikoja on mahdollista seurata
samoin periaattein.

Puettava teknologia on erittäin paljon tutkittu aihe ympäri maailmaa. Pueta-
tavalla teknologialla tarkoitetaan asusteisiin tai niiden kaltaisiin ympäristöihin
integroituja laitteita ja komponentteja, jotka suorittavat komentoja ja käyttävät
sovelluksia päivittäisten askareiden, kuten liikkumisen ja työteon yhteydessä.

Puettavassa teknologiassa voi olla tiettyjä terveyteen liittyviä fysiologisia parametreja mittaavia antureita. Tällaisia fysiologisia parametreja voivat olla esim. sydämen syke, happisaturaatio, verenpaine, EKG, jne. (Conway, et al., 2000).

Implantoitavasta teknologiasta hyvänä esimerkkinä voisi olla kehoon asennettava painetta mittaava mikroelektromekaaninen laite, jonka tarkoituksena on mitata esimerkiksi verisuonten painetta langattomasti. Laite toimii ilman paristoa ja lukemat siirtyvät antureilta kannettavaan tietokoneeseen (CardioMEMS, 2005).

Mikroteknologian kehitys tarjoaa uusia mahdollisuuksia myös muiden aktiivisten implanttien kehittämiseen. Tulevaisuuden implementoitavia ratkaisuja voisivat olla esimerkiksi hermo- ja lihasstimulaattorit, lääkeannostelijat, neste-koostumuksen säätelijät sekä muut kehon sisäiset monitorointilaitteet (Berger, et al., 2001).

Edellä kuvattiin tietoteknisiä ratkaisuja ja menetelmiä terveydenhuollon käytännön toimissa. Kuten huomata saattaa, teknologialla on suuri merkitys hoitoprosessin eri vaiheissa. Käytännön toimet eivät kuitenkaan ole ainoa sovelluskohde tietoteknisille ratkaisuille. Yhä enenevässä määrin terveydenhuollossa tietoteknisiä sovelluksia käytetään myös tieteelliseen tutkintaan. Tutkitaanpa seuraavaksi hieman tietoteknisten tieteellisten menetelmien hyödyntämistä terveydenhuollon toimintojen tutkimisessa.

2.2 Operaatiotutkimus terveydenhuollon toimintojen tehostamisessa

Terveydenhuollossa kustannukset ovat viime vuosina kasvaneet ja kasvavat edelleen ja näin ollen on syntynyt todellinen tarve terveydenhuollon toimintojen tehostamiseen ja kustannusten alentamiseen. Monet terveydenhuollon yksiköt lisäksi yhdistävät ja keskittävät toimintojaan, joka johtaa potilasvolyymien kasvuun ja osaltaan lisää tarvetta määrittellä tehokkaampia toimintamalleja ja resursoinnin allokointia. Miten sitten olisi hyvä etsiä tehokkaampia toimintaratkaisuja ja nopeuttaa eri terveydenhuollon yksiköiden toimintaa sekä tehostaa potilaan läpivirtausaikaa?

Terveydenhuollon yksiköt ovat käyttäneet ja käyttävät nykyäänkin hyvin eritasoisia menetelmiä prosessien suunnitteluun ja toteuttamiseen. Alimmalla tasolla ns. "ammutaan lonkalta" eli toteutetaan muutoksia, jotka johdon mukaan yksinkertaisesti tuntuvat parhailta. Huomattavasti yleisempi lähestymistapa on etsiä vaihtoehtoisia prosessikuvauksia ja toteuttaa parhaat niistä sillä olettamuksella, että jos ne toimivat hyvin yhdessä yksikössä, toimivat ne hyvin myös muissa yksiköissä. Totuus on kuitenkin se, että jokaista prosessia ei pitäisi kehittää täysin samalla tavalla. Mutta onko sitten olemassa menetelmää, jolla voitaisiin osoittaa prosessien muutosten vaikutus potilaiden läpivirtausaikaan määritellyissä terveydenhuollon yksiköissä (Chick, et al., 2003)?

Vuosien saatossa terveydenhuollon prosessien tehostamiseen ja resurssien allokointiin on sovellettu useita erilaisia tutkimusmenetelmiä. Toiminnan tutkimisessa ja tehokkuuden mittaamisessa on käytetty muun muassa tilastollisia menetelmiä, matemaattista mallintamista, optimointia sekä viime vuosina yhä suositummaksi nousutta simulointia.

Operaatiotutkimuksen osalta työtä ovat tehneet muun muassa Isken ja Hancock (1998), jotka esittelivät taktisen henkilöstöanalyysimallin. Malli kirjoitettiin AMPL kielellä ja ratkaistiin CPLEX optimointityökalulla. Tuloksena oli tekstitiedosto, joka listasi kaikki mahdolliset työvuorojaottelut. Tutkijat painottivat työssään kuitenkin sitä, että vaikka matemaattiset mallit harvoin tarjoavat täydellisiä vastauksia oikeisiin ongelmiin, saadaan niiden avulla osittaisia ratkaisuja aikaan sekä parempi ymmärrys ongelman laadusta (Isken & Hancock, 1998).

Isken ja Hancock eivät suinkaan ole ainoita resursoinnin ongelmien parissa työskennelleitä operaatiotutkimuksen alan osaajia vaan myös Khan on käsitellyt resurssien optimointia. Khan esitteli työssään verkostomalli ratkaisun, jonka avulla pyrittiin minimoimaan resurssivirtoja verkoston sisällä. Tarkastelun alla oleva resurssi oli hoitajaresurssi, joka piti määrittää sairaalan eri osastoille. Khan käytti minimaalista virtausalgoritmia ongelman ratkaisussa. Hän todisti, että käyttämällä ko. algoritmia päästään samaan lopputulokseen kuin simplex-menetelmälläkin. Tämä työ tarjoaa joitakin näkemyksiä päivystyspoliklinikan resurssien allokointiin ja optimointiin mutta ei tarjoa täydellistä metodologiaa kompleksisen päivystysalueen resursointiongelmaan (Khan, 1991).

Edellisten tutkimusten lisäksi resursoinnin tehokkaaseen allokointiin ovat perehtyneet myös Hancock ja Chan vuonna 1988 suoritetussa tutkimuksessa, jossa heidän tarkoituksenaan oli ratkaista vuorosuunnittelun ongelma. Potilasmäärät vaihtelevat päiväkohtaisesti ja hallintohenkilökunnan tarvitsee suorittaa vuoro kohtainen resursointi viikkoja etukäteen. Tutkijapari kehitti useita eri strategioita kysynnän vaihtelevuudelle ja laskivat jokaiselle strategialle työvoimakustannukset ja tuottavuuden haluttua osastoa koskien (Hancock & Chan, 1988).

Tine & Ramayana (1982) keskittyivät tutkimuksessaan myös algoritmeihin. He tekivät selvityksen työvoiman aikataulutuksesta yleisen rakenteen näkökulmasta. Tämä näkökulma perustui ideaan, jossa ongelma koostetaan viidestä tasosta tai aliongelmasta. Nuo viisi vaihetta ovat väliaikaiset työvoimavaatimukset, täysi työvoimavaatimus, uudelleen luonti blokit, uudelleen luotavat aikataulut sekä vuoromääritteet. Jokaiselle eri tasolle he ehdottivat eri algoritmia. Tutkijapari loivat katsauksen saatavilla olevista algoritmeista ja analysoidakseen aikataulutuksen ongelman jokaista viittä tasoa.

Baker (1976) teki katsauksen työvoiman allokointiin tarkoitettuihin matemaattisiin malleihin. Hän tarkasteli työssään muun muassa vuorosuunnittelua yleisesti sekä menetelmiä ratkaista ko. ongelmia käyttäen matemaattista mallinnusta. Hän esitteli mallin allokoidaan päällekkäisiä vuoroja suhteutettuna kysynnän vaihteluihin. Hän esitteli myös palvelutason säännöt vaadittavan henkilöstön määräämiseen vuorosuunnittelussa.

Edellä käsiteltiin resursoinnin allokointiin liittyviä tutkimuksia operatiotutkimuksen osalta. NOVA-projektin puitteissa tutkimusmenetelmäksi on valittu kuitenkin simulointi, joten keskitytään tämän työn puitteissa käsittelemään pääasiallisesti simulointia päivystyspoliklinikan toiminnan mallintamisessa ja tehostamisessa.

3 SIMULOINTI TERVEYDENHUOLLON TIETOTEKNISENÄ TUTKIMUSMENETELMÄNÄ

Terveydenhuolto on nopeasti muuttuvassa tilassa ja eri yksiköillä on vaikeuksia löytää työkaluja, joilla parantaa mahdollisuuksiaan pysyä muutoksessa mukana. Henkilöstö mukautuu muutokseen yleisesti hyvin vaikkakin ovat harvoin samaa mieltä siitä miten tiloja tai toimintamalleja tulisi muuttaa. Vuosien saatossa on havaittu, että simulointi antaa prosessien suunnittelulle uuden näkökulman. Simuloinnin avulla voidaan rakentaa prosessista ns. prototyyppi ja testata tämän rakennetun prototyypin vaikutusta potilaan läpivirtausaikaan ja jono-otusaikoihin eri terveydenhuollon yksiköiden tiloissa ilman suuria investointeja koulutukseen, henkilökuntaan, laitteisiin ja ennen kaikkea puuttumatta yksiköiden jokapäiväiseen toimintaan (Healy, et al., 1997).

Simuloinnin puolesta puhuvat useat seikat, joita Farringtonin, et al. (1999) mukaan ovat muun muassa seuraavat:

1. Tietokonesimulointi mahdollistaa sekä järjestelmän rakenteen kuvauksen että datan hyödyntämisen. Simulointimalli korostaa suoraa järjestelmän rakenteen sekä logiikan kuvausta ja eroaa näin ollen matemaattisesta mallintamisesta, jossa järjestelmä tiivistetään tarkasti matemaattiseen muotoon. Järjestelmäkuvauksen saatavuus sekä datan vaikutus simulointimallin parametrien valintaan kuten myös kohteiden ja niiden attribuuttien valintaan voidaan lisäksi sisällyttää malliin.
2. Simulointi tukee mallinnettavan järjestelmän testausta suhteellisen vähällä riskillä sekä kustannuksilla. Tämä tarkoittaa sitä, että erilaisia prosessiskenaarioita on mahdollista testata ilman pelkoa negatiivisista seu-

rauksista jokapäiväisissä operaatioissa, joita suora toimintaan implementointi saattaisi aiheuttaa

3. Vaihteluun liittyvät seikat ovat myös yksi simulointia puoltava tekijä. Vaihtelu pitää toteuttaa siten, että yksikään järjestelmä ei tee samaa toimintoa juuri samalla tavalla tai juuri samassa ajassa. Jos jokainen prosessin osa toimisi aina juuri keskiarvallisesti, olisi järjestelmän suunnittelu ja kehitys paljon helpompaa. Näin ei kuitenkaan ole, joten vaihtelu pitää toteuttaa jollakin tapaa realistisella tavalla.

Vaihtelu voidaan esittää simuloinnissa matemaattisten jakaumien ja niiden parametrien avulla. Vaihtelu voi liittyä myös päätöksenteon sääntöihin mallissa, jotka vaihtavat prosessointia sen mukaan mitä järjestelmä on kulloinkin tekemässä tai eri potilastyypin mukaan. Esimerkkinä voisi olla vaikka tietty potilaalle suoritettava hoitotoimenpide. Eri potilasryhmät tarvitsevat erilaista hoitoa ja eri hoitotoimenpiteet vaativat eri toimenpideajan. Tällöin eri potilaille tapahtuu erilaista vaihtelua, joka perustuu potilasryhmien välisiin ja hoitotoimenpiteiden välisiin eroihin.

4. Simuloinnin avulla analysoijat voivat vapaasti määrittellä ja laskea mitä tahansa kiinnostuksen kohteena olevia tehokkuusmittareita mukaan lukien ne yksilölliset mittarit, jotka kuuluvat tiettyyn järjestelmään. Väliaikainen tai ajassa vaihteleva käyttäytyminen voidaan havaita tutkimalla yksittäisiä muuttujia omina kokonaisuuksinaan. Tämän lisäksi simulointi pystyy ainutlaatuisesti generoimaan tietoa, joka johtaa kokonaisvaltaiseen ymmärrykseen järjestelmän suunnittelusta sekä operaatioista.

Tällä hetkellä simulointia hyödynnetään terveydenhuollon toiminnan tutkimisessa pääasiassa kahteen tarkoitukseen, potilasvirtojen sekä resurssien hallintaan. Mallintamalla potilaan kulkua järjestelmässä tai toimenpiteiden kestoa tietyssä tapahtumakohdassa, voidaan helposti paikallistaa mahdolliset joutokäyntipisteet sekä pullonkaulat. Paikallistamalla ongelmakohdat, voidaan tuloksia analysoimalla ryhtyä etsimään ratkaisuja kyseisiin ongelmakohtiin. Ratkaisemalla taas löydetyt ongelmat, pystytään hoitotoimenpiteitä tehostamaan sekä nopeuttamaan potilasprosessia. Tämä puolestaan johtaa kustannustehokkaiseen toimintaan, jolloin kustannuksia saadaan pienennettyä hoitotoimenpiteitä tehostamalla ja resurssien uudelleen organisoimisella.

Tähän päivään mennessä on tehty jo useita julkaistuja tutkimuksia, joissa simulointia on onnistuneesti käytetty tehokkaimpien prosessikuvausten valitsemiseen ja toteuttamiseen. Käydään seuraavaksi läpi julkaistuja tutkimuksia ja kartoitetaan miten simulointia on hyödynnetty maailmanlaajuisesti prosessien tutkimisessa ja mitkä ovat olleet yleisimmät löydetyt ratkaisut projektien puitteissa ko. menetelmällä.

Jaetaan katsaus kahteen eri osa-alueeseen käsittelemällä erikseen itse tämän työn tutkimusaiheeseen eli päivystyspoliklinikan prosessien tehostamiseen

liittyviä tutkimuksia sekä tutkimusta läheisesti sivuavia projekteja. Aloitetaan päivystyspoliklinikan prosessien tutkimiseen liittyvistä projekteista.

3.1 Katsaus päivystyspoliklinikan toiminnan simulointitutkimuksiin

Päivystyspoliklinikan toimintaa on mallinnettu ja tutkittu historian saatossa monin eri menetelmin ja keinoin. Toiminnan kuvaamiseen on käytetty tilastollisia menetelmiä, matemaattista mallinnusta, erityyppisiä prosessianalyysimenetelmiä, jne. Terveysthuollon prosessien ollessa kuitenkin hyvin kompleksista ja stokastisia, on simulointi saanut viime vuosina yhä enemmän suosiota. Simuloinnin avulla on ryhdytty etsimään ratkaisuja ajankohtaisiin terveydenhuollon ongelmiin kuten jonotusaikojen lyhentämiseen, läpivirtausaikojen nopeuttamiseen, resurssien allokointiin sekä käyttöasteiden määritykseen. Luodaan seuraavaksi silmäys suoritettuihin päivystyspoliklinikan simulointitutkimuksiin saadaksemme kuvan siitä miten simulointia on hyödynnetty ja miten sitä voidaan hyödyntää päivystyspoliklinikan toiminnan tutkimisessa. Tarkastellaan suoritettuja tutkimuksia kahdesta eri näkökulmasta, resurssien ja prosessien näkökulmasta.

3.1.1 Päivystyspoliklinikan toiminnan tehostaminen resurssien allokoinnilla

Resurssien allokoinnilla on havaittu vuosien saatossa tehtyjen simulointitutkimusten perusteella olevan suuri vaikutus päivystyspoliklinikan toimintaan. Useasti resurssit ovat väärin suhteutettu olemassa oleviin potilasvirtoihin ja resurssien uudenlainen kohdentaminen saattaa tuottaa kohtalaisen suurta vaikutusta valittuihin kohdemuuttujiin. Kohdemuuttujina on yleisesti käytetty läpivirtausaikaa sekä eri prosessivaiheiden odotusaikoja. Luodaanpa katsaus seuraavaksi suoritettuihin simulointitutkimuksiin, joissa päätösmuuttujana ovat olleet resurssit (hoitajat, lääkärit, teknikot, jne.) ja selvitetään, minkälaisia vaikutuksia niillä on saatu aikaan.

Yleisesti resurssien näkökulmasta simulointia ovat suorittaneet muun muassa Saunders, et al. (1989), joiden tarkoituksena oli selvittää resurssien uudelleen organisoimisen sekä laboratoriotointojen muutosten vaikutusta potilaiden läpivirtausaikoihin, jonojen kokoihin sekä resurssien käyttöasteisiin. Tuloksena tutkijat saivat tiedon siitä, että resurssien allokoinnilla on erittäin suuri merkitys päivystyspoliklinikan toimintaan. Tutkijaryhmä Lane, et al. (2003) tulivat omassa tutkimuksessaan myös siihen tulokseen, että varovaisella resurssien uudelleen organisoimalla saatiin löydettyjä pullonkauloja purettua osin. Toinen tärkeä kohdemuuttujiin vaikuttanut asia, henkilöresurssien lisäksi, oli vuodepaikat.

Samanlaista tutkimusta ovat tehneet myös Kirtland, et al. (1995). Heidän tutkimuksensa osoitti resurssien tehokkaamman allokoinnin vaikuttavan potilaiden keskimääräiseen läpivirtausaikaan alentavasti 38 minuutilla. Evans, et al. (1996) pureutuivat läpivirtausajan lyhentämisen ongelmaan henkilökunnan työvuoroja tutkimalla. Parhaan skenaarion avulla he saivat viiden minuutin vähennyksen läpivirtausaikaan potilasta kohden. McGuire (1997) löysi vastauksen ongelmaan myös resurssien allokoinnista ja sai tulokseksi 50 minuutin vähennyksen läpivirtausaikaan yksinkertaisilla työvuoromuutoksilla.

Edellä olevat tutkimukset käsittelivät resursseja yleisesti käsittäen koko päivystyspoliklinikan henkilökunnan huomioonottamisen. Tutkimuksia on kuitenkin suoritettu useasti myös pelkästään tiettyjen resurssien osalta. Esimerkiksi Kumar & Kapur (1989) selvittivät simuloinnin avulla hoitajien aikataulutusta. Tutkimuksella he etsivät toiminnan tehostamiseen ratkaisua keskittymällä resurssien allokontiin ainoastaan hoitajien osalta. Samantyyppistä tutkimusta teki myös Draeger (1992) käyttäessään simulointia tutkimusmetodinä keskittyessään hoitajien käyttöasteiden tutkimiseen.

Lääkärin osalta resurssien allokontia ovat tehneet muun muassa Chin & Fleisher (1998). Heidän päällimmäisenä tarkoituksenaan oli tutkia potilaiden odotusaikoja ja lääkärin ns. toimettona oloa. He osoittivat, että tehostamalla lääkärin toimintaa (nostamalla käyttöastetta) saatiin keskimääräisiä, kuten myös pitkiä, läpivirtausaikoja vähennettyä. Rossetti, et al. (1999) keskittivät tutkimuksensa Chin ja Fleisherin tapaan lääkäriresursseihin. Lopputuloksena he saivat, että yhden lääkärin lisääminen aikavälille 10.00–18.00 alensi läpivirtausaikaan 14.5 minuutilla potilasta kohden. Tämän lisäksi pitkään poliklinikalla viipyvien potilaiden prosentuaalinen osuus väheni ja resurssien käyttöaste pieneni.

Centeno, et al. (2003) käsittelivät omassa tutkimuksessaan myös henkilöresurssien allokontia ja optimointia mutta hieman eri näkökulmasta kuin aiemmat tutkijat. Tutkijaryhmä kehitti nimittäin työkalun, jossa yhdistyivät sekä optimointi että simulointi. Työkalussa simulointimalli määrää henkilöstötarpeen jokaiselle ennalta määritellylle ajanjaksolle, antaen yleiset vaativuusolosuhteet sekä palveluajat. Tulokset syötetään sitten optimointimalliin ja saadaan optimaalinen henkilöstömäärä (hoitajat) määritellyille ajanjaksoille. Simulointimalli sekä optimointimalli integroitiin VBA:n (Visual Basic for Application) avulla. Tuloksena saatiin tehokas työkalu päivystyspoliklinikan päättäjien käyttöön.

Edellä suoritettut tutkimukset keskittyivät ratkaisujen etsimiseen suurimaksi osin resurssien näkökulmasta. Päivystyspoliklinikan toimintaa tehostettaessa toisena tarkasteltavana kokonaisuutena ovat itse varsinaiset prosessit ja prosesseissa esiintyvät erilaiset toimintatavat. Tästäkin näkökulmasta asiaa on maailmalla tarkasteltu useamman projektin puitteissa. Luodaan seuraavaksi katsaus tähän kategoriaan.

3.1.2 Päivystyspoliklinikan toiminnan tehostaminen laajemmasta näkökulmasta (prosessit ja toimintatapojen muutokset)

Edellä käsiteltiin päivystyspoliklinikan toiminnan tehostamista erityisesti resurssien näkökulmasta mutta toiminnan tehostumiseen vaikuttavat myös hyvin monet muut seikat. Tällaisia ovat muun muassa erilaiset prosessikuvaukset ja toimintatapojen muutokset. Tarkastellaan seuraavaksi lyhyesti miten toimintaa on resurssien lisäksi pyritty tehostamaan ja minkälaisia tuloksia on saatu aikaan.

Yleisesti toimintaa tehostettaessa halutaan löytää ensisijaisesti tekijöitä, jotka vaikuttavat kohdemuuttujiin. Tällaista tutkimusta ovat tehneet muun muassa Blake & Carter (1996). Tutkimusten tulokset osoittivat, että potilaiden odotusaikaan vaikuttavat lääkäreiden tavoitettavuus sekä aika jonka lääkäri joutuu käyttämään lääketieteen opiskelijoiden opetukseen.

Yleensä, kun ongelma-alueet ovat saatu selville, ryhdytään etsimään ratkaisuja kyseisiin ongelmiin. Tähän on olemassa useita keinoja. Yhtenä keinona on muun muassa erilaisten prosessikuvausten kehittäminen ja niiden testaaminen simuloinnin avulla. Tämän tyyppistä tutkimusta ovat tehneet esimerkiksi McGuire (1994). McGuiren työn tavoitteena oli lyhentää läpivirtausaika päivystyspoliklinikalla erilaisten prosessikuvauksien valitsemalla käyttöön implementoitavaksi ne prosessikuvaukset, jotka tuottivat suurimman positiivisen vaikutuksen. McGuiren kanssa hyvin samantyyppistä tutkimusta teki Freedman (1994). Freedman käytti omassa tutkimuksessaan myös diskreettiä simulointia tutkiakseen vaihtuvien operaatioiden vaikutusta keskimääräiseen odotusaikaan kahden eri sairaalan päivystyspoliklinikalla.

McGuire ja Freedmanin keskittyessä testaamaan suurta määrää erilaisia vaihtoehtoisia skenaarioita, paneutuivat Gentano et al. (1995), Lange (1997) sekä Conolly & Bair (2004) tarkastelemaan erityisesti fast-track ja triage toteutuksien vaikutusta valittuihin kohdemuuttujiin.

Gentano et al. tarkastellut omassa tutkimuksessaan pelkästään fast-track linjan vaikutusta. Tutkimus osoitti, että "nopean linjan" toteutus vähentäisi poliklinikalla oloaika 25 %. Lange puolestaan keskittyi omassa tutkimuksessaan testaamaan uuden triage prosessin vaikutuksia. Simulointi osoitti, että ko. järjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto johtaisi siihen, että 20 % potilaista saataisiin pidettyä pois päivystyspoliklinikalta. Tämän lisäksi havaittiin 40 % vähennys odotusajassa. Connelly ja Bair puolestaan arvioivat fast-track menettelyn sekä triage menettelyn vaikutuksia potilaiden hoito- ja palveluaikoihin. Tuloksena oli, että triage menettely vähensi kuvantamispalveluiden pullonkauloja sekä keskimääräisiä hoitoaikoja korkean prioriteetin omaavilla potilailla mutta johti samalla alemman prioriteetin omaavien potilaiden palveluaikojen kasvuun todella merkittävästi.

Prosessikuvausten ja henkilöresurssien lisäksi tarkastelun alle voi ottaa muun muassa aineelliset resurssit, joita ovat esimerkiksi vuodepaikat. Tällaista tutkimusta tekivät muun muassa Bagust, et al. (1999), jotka keskittyivät tutkimaan päivystyspoliklinikalta sairaalaan siirtyvien potilaiden synnyttämää vuodepaikkavaatimusta sekä riittämättömän kapasiteetin aiheuttamia riskejä poti-

laille, jotka vaativat välitöntä sisäänpääsyä. Tuloksena saatiin, että riskit ovat olemassa, jos vuodepaikkoja on käytössä yli 85 %. Jos taas vuodepaikkojen käyttöaste ylittää 90 %, on odotettavissa että vuodepaikat loppuvat kesken ja potilaiden hoito saattaa vaarantua. Brailsford, et al. (2005) käsittelivät omassa tutkimuksessaan samaa ongelmaa käyttäen hyväksi sekä simulointia että analyttistä menetelmää. Mallin avulla saatiin varmistus sille seikalle, että loppusijoituspaikalla on merkittävä vaikutus potilaan läpivirtausaikaan. Keskimääräinen läpivirtausaika potilailla, jotka kotiutettiin, oli 1-3 tuntia kun taas potilaat, jotka otettiin osastolle sisään, joutuivat olemaan päivystyspoliklinikalla 5-7 tuntia.

Samantyyppistä staattisen ja dynaamisen mallinnuksen tutkimusta ovat tehneet myös Martinez-Garcia & Mendez-Olague (2005). Tutkimuksessa todettiin staattisen ja dynaamisen mallinnuksen yhteistyön tuottavan tuloksia tehokkaasti. Kyseisellä ”sekatekniikalla” saatiin selville, että toimintojen tehostamista auttaisi päivystyspoliklinikan tilojen suurentaminen siten, että vuodepaikkoja (tarkkailu) saataisiin lisättyä. Tämän lisäksi lääkärin ja hoitajan sijoittaminen TRIAX ryhmään tehosti läpivirtausaikaa.

Niin sanottua sekatekniikkaa käyttivät omassa tutkimuksessaan myös Gonzales, et al. (1997), joiden tarkoituksena oli osoittaa, miten TQM-käsitteillä ja simulointianimaatiolla voidaan parantaa päivystyspoliklinikan palvelunlaatua. Tuloksena tutkimuksesta saatiin, että työnkuvat eivät olleet standardoituja, lääkäri on pullonkaula, hoitajia ja välineistöä ei ole tarpeeksi vastaamaan nykyistä kysyntää sekä kaikille potilaille ei ollut tarpeeksi tilaa.

Läpivirtausaikojen ja odotusaikojen lisäksi päivystyspoliklinikan toimintaa voidaan tutkia myös muista näkökulmista, kuten esimerkiksi kustannusten näkökulmasta. Tähän keskittyivät Glick, et al. (2000) kehittämällä ns. laajennettun simulointimallin, joka mittasi päivystyspoliklinikan kustannuksia. Simulointimallin avulla oli tarkoitus suorittaa ns. toimintapohjaista kustannusanalyysiä (ABC, Active-Based-Costing). Simulointimalliin pohjautuvalla ABC analyysille oli tarvetta, koska perinteinen ABC analyysi ei pysty kaikilta osin käsittelemään terveydenhuollossa esiintyviä prosessivaihteluja. Malli rakennettiin MedModel simulointityökalulla. Tuloksena saatiin, että simuloinnin avulla voidaan suorittaa realistista ja melko tarkkaa kustannusanalyysiä.

Kilmer, et al. (1997) lähestyivät päivystyspoliklinikan toiminnan tehostamista myös hieman eri näkökulmasta. He kehittivät tutkimuksensa puitteissa metamallin päivystyspoliklinikan simuloinnista. Metamallinnus tekniikka, jota tutkimuksessa käytettiin, oli keinotekoinen neuraalinen verkko, jota opetettiin käyttämällä hyväksi simuloinnin tulostuksia. Neuraalisen verkon metamallin tuloksia verrattiin sitten simuloinnin tuloksiin arvioitaessa potilaan läpivirtausajan keskiarvoa ja keskihajontaa päivystyspoliklinikalla.

Aina tutkimuksen tarkoituksena ei ole tuottaa tietoa suoritettujen toimenpiteiden vaikutuksista tiettyihin kohdemuuttujiin, kuten case-tapauksissa usein on vaan lopputuloksena saattaa olla myös tuote/työkalu. Tällaista tutkimusta ovat suorittaneet muun muassa Alvarez & Centeno (1999) sekä Sinreich & Marmor (2004).

Alvarezen ja Centenon tutkimuksen tavoitteena oli kehittää erillinen simulointimalliin pohjautuvaa päätöksenteon työkalu. Tuloksena saatiin aikaan kokonaisuus, jossa oli oma tietokanta, käännostrutiineille oma kirjasto sekä erilliset datatiedostot. Sinreichin ja Marmorin tarkoituksena puolestaan oli kehittää intuitiivinen ja helppokäyttöinen simulointityökalu, jota voitaisiin käyttää päivystyspoliklinikoiden toimintojen mallintamiseen ja näin ollen se voisi toimia päätöksenteon apuvälineenä. Tässä tutkimuksessa kehiteltiin simulointityökalu, joka perustui päivystyspoliklinikan yleisen tason prosessikuvaukseen. Tällä tavoin rakentamalla yleisen prosessikuvauksen päälle käyttöliittymä, jonka kautta tarvittavien parametrien syöttö onnistui, saatiin aikaan helppokäyttöinen simulointityökalu. Yleisen prosessikuvauksen takia se kuitenkin soveltui ainoastaan päivystyspoliklinikan järjestelmän mallintamiseen.

Edellä on kerättyä tällä hetkellä nimenomaan päivystyspoliklinikoiden toiminnan mallintamiseen keskittyviä artikkeleita. Kuten huomata saattaa, niin simulointia on ryhdytty käyttämään yhä enemmän ja enemmän prosessien mallintamisen ja tutkimisen työkaluna terveydenhuollossa ja edellä kuvatut projektit antavat hyvän kuvan siitä miten sitä on päivystyspoliklinikan toimintojen tutkimiseen sovellettu. Samantyyppisiä tutkimuksia ja simuloiteja löytyy myös artikkeleista Kraitsik & Bossmeyer (1992), Chan & Metzger (1993), Riton-do & Freedman (1993), Lopez-Valcarcel & Perez (1994), Dawson, et al. (1994), Altinel & Ulas (1996), Su & Shih (2003), Huddy, et al. (1999) sekä Groothuis, et al. (2005).

Päivystyspoliklinikan ruuhkautumisen syytä on käsitelty lisäksi vielä artikkeleissa Derlet, & Richards (2000), Derlet, et al. (2001), McCabe (2001), Derlet (2002), Velianoff (2002), Richardson, et al. (2002), Trzeciak & Rivers (2003), sekä Asplin, et al. (2003).

Edellä käsiteltiin melko laajasti nimenomaan päivystysaluetta koskevia simulointitutkimuksia. Simulointia on käytetty tutkimusmenetelmänä kuitenkin myös muualla terveydenhuollossa ja siirrytäänkin seuraavaksi tarkastelemaan ko. tutkimuksia. Muissa terveydenhuollon yksiköissä suoritettut tutkimukset ja niissä saadut tulokset voivat olla sovellettavissa myös päivystysalueelle, joten siksi niitä on hyvä tarkastella tietyllä tasolla.

3.2 Katsaus muiden terveydenhuollon yksiköiden toiminnan simulointitutkimuksiin

Päivystyspoliklinikoiden prosessien tehostamiseen liittyvien simulointitutkimusten kartoituksen jälkeen on hyvä siirtyä katsauksen toiseen osioon. Tässä osiossa siirrytään tutkimaan tutkimusaihetta läheisesti sivuavia tutkimuksia ja perehdytään näin ollen muiden terveydenhuollon alan yksiköissä (sairaalat, poliklinikat, laboratoriot, jne.) suoritettuihin simulointiprojekteihin. Tällä tavalla laajennetaan näkemystä siitä miten simulointia on käytetty yleisesti terveydenhuollossa ja missä laajuudessa. Löydettyjä tuloksia voidaan myös mahdollisesti

hyödyntää päivystyspoliklinikan prosesseihin tehokkaimpia ratkaisuja etsiessä. Tämän lisäksi tieto simuloinnin käytöstä koko terveydenhuollon alalla antaa tietoa, jota voidaan hyödyntää siinä vaiheessa, kun tutkimusnäkökulmaa ryhdytään laajentamaan päivystyspoliklinikan mallintamisesta kokonaisvaltaisempaan suuntaan.

Simulointia on terveydenhuollon alalla käytetty tutkimusmetodina tarkasteltaessa eri terveydenhuollon yksiköiden toimintaa melko monipuolisesti. Toimintaa on tarkasteltu muun muassa palvelujen (prosessit), kustannusten sekä resurssien näkökulmasta. Tämän lisäksi simulointia on yleisesti pyritty käyttämään päätöksenteon tukivälineenä.

Resurssien suhteen yksikkökohtaista tutkimusta ovat tehneet muun muassa Richard (1997), jonka päällimmäisenä tarkoituksena oli määrittää sopiva hoitohenkilökunnan määrä päivävuoroon annetulla työtaakalla (määritellyllä työmäärällä) Milwaukeessa, veteraanien kuntoutuskeskuksessa. Joka päivälle rakennettiin oma malli. Tutkija vaihteli tämän jälkeen resursseja ja määritteli sopivan hoitohenkilökunnan määrän ja suhteen verrattuna potilasmääriin. Vastaavanlaista potilasvirtoihin pohjautuvaa resurssien määrittelyä on käsitelty myös Vissers (1995) omassa tutkimuksessaan. Merkle (2005) puolestaan arvioi mahdollisten resurssi sekä prosessi muutosten vaikutusta potilaiden odotusaikoihin, pääsyyn sekä resurssien käyttöasteisiin. Tutkimus osoitti, että kaksi vaihtoehtoista prosessikuvausta (mallia) vaikutti odotusaikoihin laskevasti. Näissä malleissa vaikuttavia muuttujia olivat ensihoitajien määrä, hoitajien määrä sekä toimenpidehuoneiden määrä. Resurssimuutokset ko. malleissa vaikuttivat eri tavoin riippuen prosesseista. Näiden mallien perusteella suoritettiin haluttuja prosesseja varten resurssien optimointi.

Osaltaan resurssien suhteen tutkimusta ovat tehneet myös Huarng & Lee (1996), jotka suorittivat tutkimuksen, joka keskittyi lääkäreiden ja muun henkilökunnan käyttöasteiden tutkimiseen poliklinikalla, läpivirtausaikaan sairaalassa sekä jonojen pituuksiin. Tutkimuksessa selvitettiin myös simulointimallin kehitystä siitä näkökulmasta, että miten sitä voitiin käyttää tutkimaan ajanvarauksessa, henkilöstöresursseissa ja palveluyksiköissä tapahtuneiden muutosten vaikutuksia havaittuihin pullonkauloihin. Samantyylistä tutkimusta ovat suorittaneet myös Benneyan (1997) sekä Hashimoto & Bell (1996). Benneyan tarkasteli omassa tutkimuksessaan henkilöresurssien käyttöasteiden, palveluiden sekä toimenpiteiden vaikutuksia ajanvaraukseen, odotushuoneiden viiveisiin sekä puhelinpalveluun. Hashimoto ja Bell puolestaan tutkivat potilasvirtoja ajanvarauspohjaisella poliklinikalla.

Toimintojen tehostamista resurssien näkökulmasta, kohdistuen tiettyyn prosessin vaiheeseen ovat käsitelleet myös Centeno, et al. (2001), jotka suorittivat tutkimuksensa kahdella eri alueella. Nämä olivat radiologinen osasto ja toimenpidehuoneet. Tutkimuksessa selvitettiin muun muassa eri resurssimallien, aikatalutusmallien sekä rakenteellisten muutosten vaikutusta radiologisen osaston toiminnan tehostumiseen. Yksi kustannustehokas ratkaisu löydettiin resurssimallista. Resurssien suunnittelua toimenpidehuoneisiin ja erityisesti laboratorioon on käsitelty myös Hendershott (1995) omassa tutkimuksessaan.

Edellä mainituissa tutkimuksissa resurssit olivat tärkeässä roolissa toimintoja tutkittaessa ja tehostettaessa. Resurssit ovat kuitenkin vain yksi osatekijä terveydenhuollon ympäristössä. Toinen näkökulma tarkastella ja tehostaa toimia on tutkia erikseen palveluja (prosesseja). Everett (2002) esimerkiksi kuvaa julkaisussaan leikkaukseen odottavien potilaiden aikataulutuksessa avustavan simulointimallin kehittämistä. van Merode, et al. (2002) puolestaan keskittyivät Hollannissa tehdyssä tutkimuksessaan kemoterapia potilaiden sytostaattiseen lääkehoitoon. Lääkettä voidaan tilata tarvittaessa tai sitten tilata valmiiksi varastoon. Lääke säilyy käyttökelpoisena kuitenkin vain määräajan. Usein on myös mahdollista, että potilas ei voi saada kemoterapia hoitoa, koska ei ole tarvittavassa kunnossa. Nämä asiat huomioon ottaen rakennettiin simulointimalli, joka mahdollistaa jokaisen potilastyypin ja lääketyypin kombinaation vaikutuksen laskemisen odotusaikoihin sekä kustannuksiin. El-Darzi, et al. (1998) taas tutkivat Lontoolaisen sairaalan geriatrisen osaston toimintaa. He muodostivat ongelmasta jonotusongelman arvioidakseen ruuhkautumisen vaikutuksia potilaiden virtaukseen geriatrisilla osastoilla.

Myös Taylor & Kuljis (2001) suorittivat palveluihin keskittyvää tutkimusta. Tutkimuksen tarkoituksena oli parantaa poliklinikan tilaa Leedsin yleisellä sairaosastolla. Simuloinnin avulla saatiin vahvistettua seuraavien toimenpiteiden tehostavan poliklinikan toimintaa: potilaiden vastaanottoaikojen porrastaminen, henkilökunnan sekä konsulttien saapuminen tietyn suunnitelman mukaan ja muiden pienempien hallinnollisten parannuksien toteuttaminen. Edellä mainitut operaatiot johtivat siihen, että vastaanottoon jono lyheni 2-4 potilaaseen, koehuoneisiin jonotus väheni 1-2 potilaaseen ja lääkäriä odotti 65 potilaan sijasta enimmillään enää 26 potilasta. Samoin potilaat saatiin hoidettua jo klo 16.30 mennessä, kun aiemmin siihen meni kaksi tuntia kauemmin. Ramis, et al. (2001) puolestaan tutkivat uuden ambulatorisen leikkauskeskuksen toimintaa, missä potilaat saapuisivat sekä poistuisivat samana päivänä. Tutkijoiden päälimmäisenä tarkoituksena oli tutkia eri operointioitoja, jotka maksimoisivat potilaiden läpivirtausmäärän päivän aikana. *Tuloksena saatiin, että maksimi päivittäinen leikkausmäärä (mikä oli kymmenen) saavutetaan, kun sijoitetaan kaksi vuodepaikkaa potilaiden valmisteluun, viis vuodepaikkaa hetkelliselle sairaalassaololle sekä käyttämällä LPT-sääntöä (vaikein leikkaus ensin).*

Blasak & al. (2003) suorittivat toimintojen tutkimista palvelujen näkökulmasta hieman laajemmin ottaen tarkastelun alle kaksi sairaalan yksikköä, ensiaputoimintojen ja telemetrian yksikön. Projektin tarkoituksena oli simuloida yksiköiden toimintaa, mutta myös tarkastella miten yksiköiden toiminnat vaikuttavat toisiinsa. Tavoitteena oli lisäksi lyhentää potilaiden viettämää aikaa yksiköissä, sekä muutoin tehostaa toimintaa ja etsiä pullonkauloja yksiköiden välisestä toiminnasta. Samoin tekivät Edwards, et al. (1994)), jotka suorittivat tutkimusta konsultaation ja odotusaikojen aika- ja roolirevisiota lääketieteellisillä klinikoilla käyttäen erilaisia jonotusjärjestelmiä (peräkkäinen jonotusmalli sekä rinnakkainen jonotusmalli). Peräkkäisessä jonotusmallissa potilaat odottivat yhdessä tietyssä jonossa, kun taas rinnakkaisessa mallissa potilaat puolestaan ohjattiin lyhimpään jonoon klinikan potilasvirtojen hallitsemiseksi.

Muutoksien vaikutuksen tutkimista sekä optimaalisimpien ratkaisujen etsimistä laajemmalla tasolla ovat käsitelleet myös Baesler & Sepulveda (2001) omassa tutkimuksessaan.

Groothuis, et al. (2005) puolestaan veivät yksikkökohtaisen palvelujen tutkimuksen vielä tarkemmalle tasolle keskittyen ainoastaan yhden toimenpidehuoneen toiminnan tutkimiseen. Artikkelissa kuvataan sitä, miten diskreettiä tapahtumapohjaista simulointia voidaan käyttää katetrintihuoneen toimintojen suunnittelussa. Tarkastelun alla oli se, miten mallintaa potilaiden aikataulutuksen menettelytapoja. Cote (1999) keskittyi myös etsimään ratkaisuja sairaalan toimintaan vain tietyn prosessin osa-alueen näkökulmasta mallintamalla yksittäisen lääkärin toimintaa ja sen vaikutuksia koko poliklinikan toimintaan. Hän kehitti simulointimallin lääkärin vastaanottohuoneesta, jota hän käytti tutkimushuoneen kapasiteetin sekä potilasvirran vaikutuksien tutkimiseen.

Poliklinikan palvelujen simulointiin keskittyviä tutkimuksia ovat tehneet myös Huebner & Miller (1996), Iskander & Carter (1991), Kalton et al. (1997), Watford & Owen (1989) sekä Aharonson-Daniel, et al. (1996).

Yleisesti simuloinnilla tutkitaan terveydenhuollon yksiköiden toimintaa tiettyjen tehokkuusmittareiden näkökulmasta, jotka ovat läpivirtausaika/määrä, jonotusajat ja jonojen pituudet. Weng ja Houshmand (1999) tutkimus lisää tehokkuusmittareihin yhden lisää, nimittäin rahavirran (kustannustekijä). Toiminnan tehostamiseksi kehiteltiin kolme eri skenaarioita, joissa toimintoja koetettiin parantaa resurssimuutoksia. Simulointimallin avulla löydettiin paras vaihtoehto, joka perustui kustannusmuuttuun. Samantyyppistä tutkimusta oli aiemmin suorittanut jo myös Vemuri (1984) omassa tutkimuksessa, jossa hän tarkasteli eri vaihtoehtojen kustannuksia odotusaikojen alentamiseen polikliinissä apteekissa. Myös Tanaka, et al. (2004) keskittyivät kustannustarkasteluun. Yksikkökohtaisia kustannuksia Japanin kansallisten yliopistosairaaloiden osalta on alettu analysoida vuodesta 2000 lähtien ja vuodesta 2003 lähtien kustannuksia on tarkasteltu tiettyjen sairauksien mukaan. Näiden kokemusten perusteella tutkijaryhmä kehitti simulointimallin sairaalan hallinnosta kustannusnäkökulmasta.

Ratcliffe et al. (2001) ovat käsitelleet artikkelissaan toiminnan tehostamista myös kustannusnäkökulmasta. Tutkimuksessa selvitetään simuloinnin avulla eri käytäntöjen vaikutuksia maksansiirtoprosessin prosessiin kustannustehokkuusnäkökulmasta. Tuloksena saatiin, että kustannustehokkuutta voidaan tehostaa, jos otetaan huomioon potilaan ikä (enemmän painoarvoa) sekä vähentyneet mahdollisuudet onnistumiseen vaikeasti sairailta potilailta.

Delfoi (2003) on suorittanut yhden harvoista Suomessa tehdyistä simulointitutkimuksista. Delfoi suoritti Tampereen yliopistollisen sairaalan laboratorikeskuksen toimintojen suhteellisen laajan simuloinnin. Simulointiin käytettiin vuonna 2001 kerättyä aineistoa ja varsinaisen simulointi toteutettiin vuosina 2001–2002, noin kuuden kuukauden mittaisena prosessina. Päämääränä projektilla oli muuttaa laboratorikeskuksen toimintoja palvelemaan yhä enenevässä määrin alueellista toimintaa Pirkanmaalla. Tämän lisäksi tarkoituksena oli keskittää erilaisia laboratoriotutkimuksia samoihin tiloihin. Varsinaisissa

simuloinneissa tarkasteltiin, nykyistä toimintatapaa, resurssien muutosta, tuotantomäärän lisäystä ja automaattien lisäystä. Lisäksi simuloinnilla havainnollistettiin muutosta henkilökunnalle.

Martin & al. (2003) tarkastelivat sitä kuinka simuloinnilla on voitu parantaa Norjan suurimman sairaalan (Ullevaaln yliopistollinen sairaala Oslossa) toiminnan tehokkuutta. Vuonna 2002 alkaneessa simulointiprojektissa tarkasteltiin geriatrisen osaston toimintaa kolmesta lähtökohdasta, tarkoituksena: 1) Selvittää geriatristen potilaiden hoitoketju sairaalan sisällä ennen heidän pääsyään geriatriselle osastolle, 2) Selvittää geriatrisen hoidon kokonaistarve sairaalassa, 3) Analysoida potilaiden läpimenoa geriatrisella osastolla tavoitteena, nopeuttaa läpimenoaikoja, vähentää viipymisaikaa ja sekä vähentää odotusaikoja vuodeosastoille ja avoklinikoille. Simulaatiomalli rakennettiin ProModel ohjelmistolla.

Tuloksena saatiin, että virheiden määrä laski huomattavasti, kun lääkäri teki tilaukset itse. Analyysin avulla huomattiin, että virheet vähenivät jopa kolmasosalla. Tämä virhe jousi juurensa virheistä, joita tapahtui sihteerien puhtaaksikirjoitusvaiheessa.

Riley (1999) käytti Uudessa-Meksikossa suoritettussa tutkimuksessa simulointimallia päätöksenteon tukityökaluna suunniteltaessa uutta sisäistä terveydenhuollon laitosta ja sen toimintoja. Tuloksena mallilla löydettiin selvästi toimintaa tehostava toimintamalli ajanvaraukseen ja potilaiden vastaanottoon. Aikaisemmin lääkärit ottivat vastaan sekalaisessa järjestyksessä sekä ajan varanneita potilaita että aikaa varaamattomia potilaita. Satunnaisesti ilmestyvät potilaat aiheuttivat viivästystä eritoten ajanvaranneiden potilaiden odotusaikoihin. Ratkaisuna oli nyt sellainen järjestely, että jokainen lääkäri otti viikon aikana yhden päivän ajan ainoastaan aikaa varaamattomia potilaita (kiertävä systeemi) ja muina päivinä keskittyivät ajan varanneisiin potilaisiin. Nyt ajan varanneiden potilaiden odotusajat lyhenivät. Tämän lisäksi lääkäreiden työaika lyheni 4-5 tuntia kuitenkin vastaanotettujen potilaiden määrän pysyessä samana.

Sovellettua simulointia päätöksenteon tukivälineenä ovat lisäksi käsitelleet yleisesti Moreno, et al. (1999), henkilöstöasioihin liittyen Allen, et al. (1987), Arthur & Ravindran (1981) sekä Wilt & Goddin (1989). Tämän lisäksi simulointia päätöksenteon työkaluna potilaiden odotusaikoihin nähden ovat käsitelleet muun muassa Benneyan, et al. (1994), Mahachek (1992), Lowery (1996) sekä Groothuis, et al. (2004).

Erdem, et al. (2005) tutkijaryhmän tutkimus sijoittui poliklinikalle. Tutkimus tehtiin Istanbulissa, Turkissa. Tutkimuksessa päällimmäisenä tavoitteena oli kehittää ja toteuttaa tehokas ajanvarausjärjestelmä käyttämällä apuna simulointia. Tutkimuksen puitteissa haluttiin minimoida tai eliminoida kokonaan ajanvarausjärjestelmässä mahdollisesti ilmenevät virheet. Näin ollen malli reagoi muutoksiin ja minimoi poikkeaman suunniteltujen ja varsinaisten tapahtumien välillä.

Mallin avulla tutkittiin pientä muutosta (potilasmäärän kasvua ja sen vaikutusta) sekä suurta muutosta (yksikön sulkemista -> henkilökunnan ja materiaaliresurssien siirto toiseen yksikköön). Verrattain hyvä ennustus pystyttiin te-

kemään, kun pientä muutosta testattiin. Suuremman muutoksen ollessa kyseessä tultiin siihen lopputulokseen, että siirtovaihetta (tilaa) ei voida jättää huomioida ja sitä pitäisi jatkossa tutkia tarkemmin. Mallin tehostamiseksi pitäisi myös data kerätä pidemmältä ajalta. Lisäksi olisi hyvä kehittää ns. kustannuslaskelma moottori.

Kohdemuuttujien tarkastelun avulla tapahtuvan toiminnan tehostamisen ohella useissa tutkimuksissa on pyritty tutkimaan yleisesti simuloinnin soveltuvuutta tietyn terveydenhuollon osa-alueen tutkimiseen sekä pyritty myös kehittämään erillisiä työkaluja. Simuloinnin soveltuvuutta tarkastelevaa tutkimusta ovat tehneet muun muassa Triola ja Holzman (2004), jotka selvittivät MICU:n toiminnan tutkimisen mahdollisuuksia. Tutkimuksessa arvioitiin simulointimallin soveltuvuutta mallintaa MICU:n (Medical Intensive Care Unit) toimintaa. Tuloksena oli, että simuloinnilla voidaan mallintaa hyvin ko. yksikköä. Tutkijapari Andersson & Andersson (2005) arvioitsivat puolestaan omassa tutkimuksessaan simuloinnin avulla CPOE järjestelmän hyötyjä. CPOE (Computer-based physician order entry) on järjestelmä, jonka avulla lääkäri voi tehdä tilauksia suoraan kliinisen tietojärjestelmän kautta (tilata laboratoriotutkimuksia, röntgentutkimuksia, lääkkeitä, jne.).

Varsinaiseen työkalun kehitystyöhön ovat ryhtyneet muun muassa Cooper, et al. (2002), jotka kuvaavat artikkelissaan matala-kustanteisen, yleisen sekä tapahtumapohjaisen simulointimallin luontia, jota klinikan henkilöstö voi itse modifioida omiin tarpeisiinsa. Samanlaista kehitystyötä on tehnyt myös Pitt (1997), joka osallistui Manchesterin yliopistossa suoritettuun PRISM - projektiin (Planning Resources using Interactive Simulation Modeling). Tarkoituksena oli kehittää simulointia hyväksi käyttäen yleistason väline, jolla voidaan tarkastella sairaaloiden taloutta, tilojen käyttöä sekä sairaaloiden ja muun terveydenhuollon välisiä yhteyksiä.

Elbeyli ja Krishnan (2000) tarkastelevat potilasvirtoja suuressa sairaalassa. Tarkoituksena oli löytää potilasvirtojen pullonkaulat sekä tutkia vuodepaikkojen saatavuuden vaikutusta odotusaikoihin. Jotta kokonaiskuva potilasvirroista muodostui selkeäksi, annettiin huomiota myös muille yksiköille (telemetry, ICU, jne.). Potilasvirtoja on tutkittu sekä päivystyspoliklinikoilla että muissa terveydenhuollon yksiköissä melko runsaasti. Muun muassa Morrison, et al. (2003) artikkelissa käsitellään ambulatoisen terveydenhuollon yksikön toiminnan mallinnusta sekä siinä käytettävää metodologiaa. Tämän tutkimuksen puitteissa keskityttiinkin koko sairaalan ongelmakohtien paikallistamiseen. Malli rakennettiin ProModel-simulointityökalulla.

Monia eri skenaarioita kokeiltiin, eri yksiköihin sovellettuna. Tuloksena saatiin, että SD-yksikkö (Step-Down unit) oli ns. pullonkaulana ja sinne 10 vuodepaikan lisäys sekä 49 vuodepaikan lisäys M/S/O/O (Medical/Surgical/Oncology/Orthopedic) yksikköön vähensi odotusaikaa päivystyspoliklinikalla 64 %. Vuodepaikkojen lisäys ei enää lisännyt tehokkuutta.

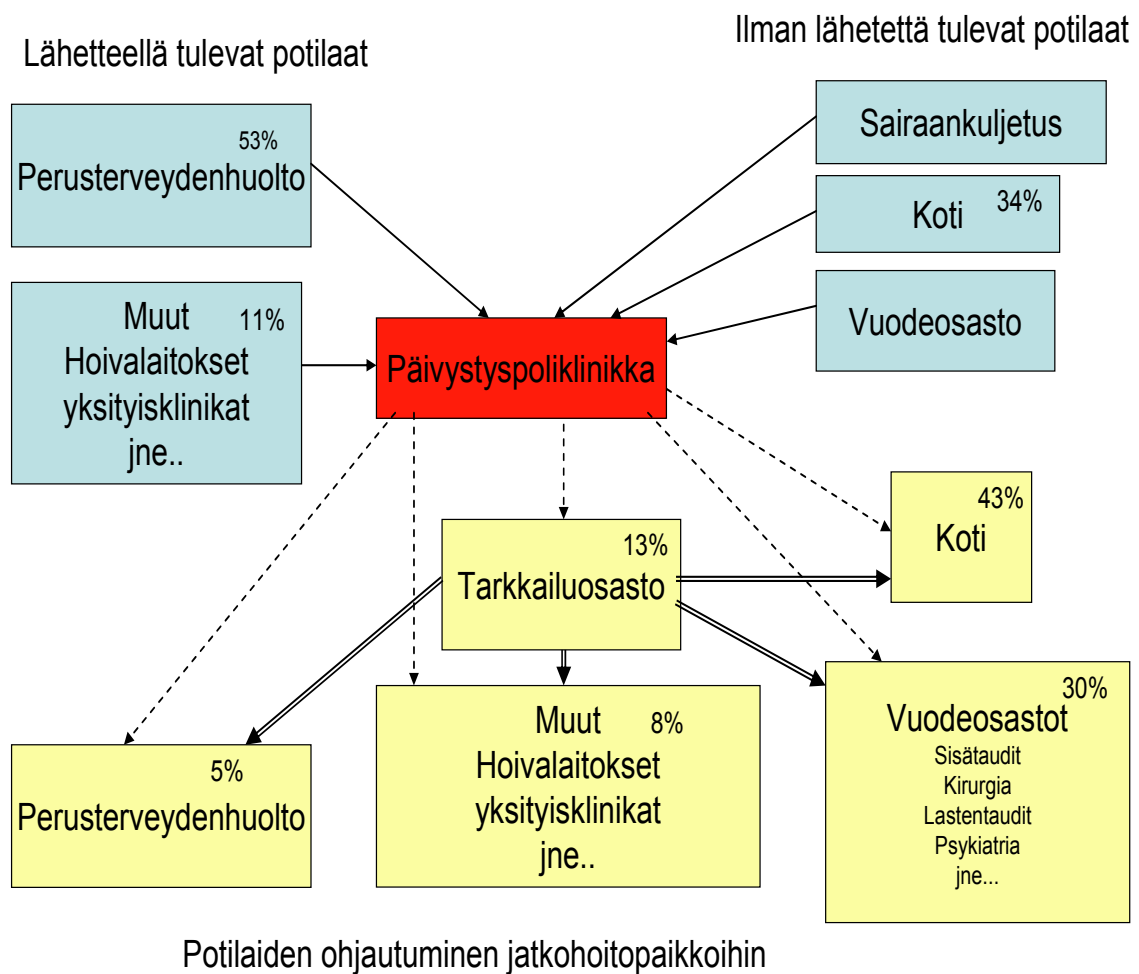
Tutkimuksia ja artikkeleita vuodepaikkojen käytettävyydestä sekä vaikutavuudesta terveydenhuollon yksiköiden toimintaan/tehokkuuteen on käsitelty

lisäksi lähteissä Dumas (1984), Dumas (1985), Vissilacopoulos (1985), Wright (1987) sekä Lowery (1991).

Kuten edellä olevasta selvityksestä voidaan havaita, on simulointia käytetty terveydenhuollon alalla, kotimaan rajojen ulkopuolella, melko monipuolisesti hyväksi ja menetelmän avulla on löydetty monia parannusehdotuksia eri yksiköiden toimintaan. Suomessa simuloinnin hyödynnettävyys terveydenhuollon toimintojen tutkimisessa on kuitenkin vielä vasta kehitysasteella ja suoritettuja tutkimuksia on löydettävissä melko vähän. Tämän vuoksi siirrytään seuraavaksi tutkimaan simuloinnin hyödynnettävyyttä Keski-Suomessa meneillään olevassa NOVA-projektissa. Aloitetaan tarkastelu luomalla aluksi silmäys koko terveydenhuollon rakenteeseen Keski-Suomen alueella ja tämän jälkeen fokusoidaan toiminnan tutkiminen erityisesti päivystysalueen toimintaan.

4 TERVEYDENHUOLLON RAKENNE JA PÄIVYSTYSPOLIKLINIKAN POTILASVIRRRAT

Päivystyspoliklinikka on vain yksi osa terveydenhuollon rakennekokonaisuudessa. Potilaan hoitoprosessi voi alkaa jo paljon aikaisemmin päivystyspoliklinikalle saapumista ja se voi myös jatkua vielä päivystysalueelta poistumisen jälkeen. Tarkastellaan seuraavaksi Keski-Suomen terveydenhuollon rakennetta ja päivystyspoliklinikan sijoittumista tähän kokonaisrakenteeseen. Luodaan silmäys siihen mistä potilaita päivystyspoliklinikalle saapuu ja mihin potilaat ohjautuvat poistuttuaan päivystysalueelta. Käydään päivystyspoliklinikalle saapuvia ja päivystyspoliklinikalta poistuvia potilasvirtoja kuvan 1 mukaisesti.



KUVA 1 Päivystyspoliklinikan sijoittuminen Keski-Suomen terveydenhuollon rakenteeseen

4.1 Päivystyspoliklinikalle tulevat potilasvirrat

Päivystyspoliklinikalle saapuvat potilaat voidaan jakaa kahteen eri ryhmään. Nämä kaksi ryhmää ovat läheteellä saapuvat potilaat sekä ilman lähetettä saapuvat potilaat. Lähetteellä saapuvista potilaista suurin osa tulee perusterveydenhuollosta ja perusterveydenhuolto muodostaa suurimman potilasvirran myös kaikista päivystyspoliklinikalle saapuvista potilaista (sekä läheteellä saapuvat että ilman lähetettä saapuvat). Perusterveydenhuollon lisäksi läheteellisiä potilaita saapuu muista hoivalaitoksista, joita ovat muun muassa yksityis-

klinitkat, jne. Potilasvirta muista hoivalaitoksista on kuitenkin huomattavasti perusterveydenhuollon osuutta pienempi, kuten kuvasta 1 voidaan havaita.

Jos nyt ajatellaan koko potilaan hoitoprosessia, on se lähetteellä saapuvien potilaiden osalta käynnistynyt jo huomattavasti päivystyspoliklinikalle saapumista aiemmin. Tämä pitää huomioida, kun tarkastellaan potilaan läpivirtausaikaa oireen ilmaantumisesta kotiin pääsyyn. Potilas ei siis välttämättä joudu odottamaan ainoastaan päivystysalueella ja päivystyspoliklinikan järjestelmässä vaan se on ainoastaan osa suurempaa kokonaisuutta koko hoitoprosessia ajatellen.

Toisen ryhmän muodostavat ilman lähetettä saapuvat potilaat. Ilman lähetettä saapuvilla potilailla on yleensä akuutti hoidon tarve, jonka voi aiheuttaa muun muassa sairaskohtaukset, onnettomuudet, jne. Kuten kuvasta 1 voidaan havaita, saapuu suurin osa tämän ryhmän potilaista kotoa (syynä esimerkiksi tapaturma tai sairaskohtaus). Myös vuodeosastolta sekä sairaankuljetuksen kautta ohjautuu potilaita päivystyspoliklinikalle.

Tämän ryhmän potilaiden hoitoprosessi alkaa yleisesti vasta päivystysalueella (pois lukien vuodeosastolta saapuneet, joiden hoitoprosessi on jo alkanut aiemmin). Ilman lähetettä saapuvien potilaiden osalta päivystyspoliklinikka on alkupiste mutta poistuessaan päivystysalueelta hoitoprosessi ei välttämättä kaikkien kohdalla pääty siihen vaan hoitoa saatetaan jatkaa muualla. Tarkastellaan seuraavaksi mihin potilaita päivystysalueelta ohjautuu.

4.2 Päivystyspoliklinikalta lähtevät potilasvirrat

Potilaita poistuu poliklinikalta useille eri alueille. Suurin osa (43 %) potilaista kotiutetaan päivystystoiminnan jälkeen ja hoitoprosessi näiden potilaiden osalta päättyy tähän. Osalla potilaista koko hoitoprosessi kestää siis ainoastaan päivystyspoliklinikalle saapumisen ja päivystysalueelta poistumisen välisen ajan. Osalle potilaista päivystyspoliklinikka on kuitenkin ainoastaan välietappi, jonka jälkeen potilaan hoitoa jatketaan muualla. Mihin potilaita sitten siirtyy jatko-hoitoa saamaan?

Suurin osa (30 %) jatkohoitoon siirtyvistä potilaista menevät erikoisalujen vuodeosastolle, jossa potilaan hoitoprosessia jatketaan tarvittavin osin. Toiseksi suurimman kokonaisuuden muodostaa tarkkailuosasto (13 %). Tarkkailuosasto ei kuitenkaan ole lopullinen sijoituspaikka vaan ainoastaan väliaikainen prosessin vaihe, josta potilaan kulku voi suuntautua joko kotiin, vuodeosastolle, muihin hoivalaitoksiin tai perusterveydenhuollon puolelle.

Potilas voi siirtyä muihin hoitolaitoksiin tai perusterveydenhuollon puolelle myös suoraan päivystyspoliklinikan jälkeen. Näihin jatkohoitopaikkoihin muodostuvat potilasvirrat ovat kuitenkin muita huomattavasti pienemmät (muut hoivalaitokset 8 %, perusterveydenhuolto 5 %).

Kuten kuvasta 1 voidaan havaita, on terveydenhuollon rakenne ja potilaan kulkeutuminen rakenteen sisällä hyvin monitahoista ja hoitoprosessin kesto saattaa vaihdella potilaskohtaisesti suurestikin. NOVA-projektin puitteissa keskitytään ainoastaan päivystysalueen toimintaan ja pyritään löytämään ratkaisuja päivystysalueen toiminnan tehostamiseen. Päivystysalueen toiminnan tehostaminen on erittäin tärkeässä asemassa sillä kuten kuvasta 1 voidaan nähdä, toimii päivystyspoliklinikka puskurina erikoissairaanhoidon vuodeosastoille ja muille jatkohoitopaikoille. Tehostamalla päivystysalueen toimintaa voidaan nopeuttaa potilaan ohjautumista jatkohoitopaikkaan huomattavastikin.

Edellä tarkasteltiin terveydenhuollon rakennetta ja päivystysalueelle tulevia ja päivystysalueelta poistuvia potilasvirtoja eli päivystysalueen sijoittumista terveydenhuollon kokonaisuuteen Keski-Suomen alueella. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan lähemmin päivystysalueen toimintaa käynnissä olevan NOVA-projektin mukaisesti. Selvitetään projektin tavoitteita ja projektissa käytettäviä menetelmiä, joiden avulla ongelmiin pyritään löytämään ratkaisuja (erityisesti simulointi).

5 KESKI-SUOMEN KESKUSSAIRAALAN ERIKOISSAIRAANHOIDON PÄIVYSTYS JA NOVA-PROJEKTI

Nopean vasteen toimintamallin perimmäisenä tavoitteena on luoda päivystyspotilaiden hoitoon uusi toimintamalli. Toimintamallissa potilaan tilanne sekä hoidon ja hoitopaikan tarpeellisuus arvioidaan päivystyspoliklinikalla. Tavoitteeksi on asetettu, että 80 prosenttia potilaista pystyttäisiin ohjaamaan päivystyspoliklinikalta eteenpäin kahden tunnin kuluessa ja jatkohoitopaikkaan viimeistään kahden vuorokauden kuluessa. Tällä hetkellä potilasprosessi vie aivan liian kauan aikaa ja tämä on johtanut potilaiden odotusaikojen pidentymiseen sekä kustannustehottomaan toimintaan. Nopean vasteen toimintamallissa tutkimuksen kohteena ovat prosessit, teknologiat ja menetelmät, joita käyttämällä ja joihin vaikuttamalla kyseiset tavoitteet tulisivat mahdollisiksi.

NOVA tulee olemaan dokumentoitu päivystystyön toimintajärjestelmä koostuen kolmesta eri elementistä. Nämä kolme eriteltyä kokonaisuutta ovat:

- Tietojärjestelmä
- Toiminnanohjausjärjestelmä
- Laatujärjestelmä

Tietojärjestelmä

Päivystyksen tietojärjestelmän määrittelyn lähtökohtana on yhtenäistää potilasprosessin eri vaiheissa tarvittavien tietojen saatavuutta ja siirtyvyyttä. Tarkoituksena on lisäksi automatisoida potilaan hoitoon liittyvän ja potilasta koskevan informaation käsittelyä ja tällä tavalla nopeuttaa ja helpottaa eri vaiheiden toimitusta vapauttamalla henkilöresurssit varsinaiseen hoitotyöhön. Tällä het-

kellä potilasprosessin eri vaiheissa on käytössä erilaisia järjestelmiä, joiden välillä tieto ei ole siirrettävissä eikä luettavissa automaattisesti. Tämä aiheuttaa melkoisesti käsityötä ja hidastaa potilasta koskevan informaation siirtymistä ja käsittelemistä ja näin ollen myös potilaan fyysistä kulkua prosessissa eteenpäin.

Tulevan päivystyksen tietojärjestelmän lähtökohtana on potilaiden luokittelu kahden kriteerin perusteella, jotka ovat tulo-oire ja kiireellisyys. Suurimpien erikoisalojen osalta on jo valmiiksi määritelty 5-6 tulo-oiretta. Nämä määrittelyt kattavat 80 prosenttia erikoisalan päivystyspotilaiden tulo-oireista. Näiden määrittelyjen pohjalta määritellään laboratorio- ja kuvantamistutkimusten oletuspaketit, jotka määräytyvät järjestelmässä tietyn tulo-oireen ja kiireellisyyden perusteella. Näitä paketteja on mahdollista myös tarvittaessa täydentää.

Tämän lisäksi päivystyksen tulevan tietojärjestelmän tehtävänä on auttaa oikean hoitopaikan löytymisessä ennakkoon tehtyjen asetusten perusteella. Potilaan hoidon aikana prosessin eri vaiheissa potilaan tiedot ja potilaalle tehtävät toimenpiteet kirjautuvat potilastietojärjestelmään (erillinen tietokanta), josta tieto on haettavissa ja johon tietoa on lisättävissä prosessin eri vaiheissa helposti ja vaivattomasti. Tietojärjestelmään on lisäksi liitettynä yhteyksiä eri ulkoisiin toimenpidepaikkoihin. Tällaisia ovat muun muassa laboratorioyksikkö, radiologian yksikkö, henkilötietojärjestelmä, varastohallinta, apteekkipalvelut, jne.

Tietojärjestelmä pitää sisällään myös monitorointitiedon tallentamisen ja käsittelemisen. Tällä hetkellä monitorointitietojen kirjaamista tehdään suurimaksi osaksi käsin, mikä on erittäin hidasta ja resurssien aikaa kuluttavaa. Monitoroinnin automatisointi vapauttaisi resursseja muuhun hoidolliseen työhön ja tarvittava tieto saataisiin tietokannasta tietyin rutiinimäärittelyin haettua ja talletettua aina tarvittaessa.

Tietojärjestelmä pitää siis sisällään useita eri komponentteja (rajapintoja) sekä teknologiaa. Uutta teknologiaa on muun muassa langaton teknologia, jota voidaan käyttää monitoroinnissa, potilaan seurannassa ja toiminnan ohjauksessa. Käydään seuraavaksi läpi NOVA-mallin mukaista toiminnanohjausjärjestelmää.

Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnan ohjausjärjestelmästä puhuttaessa tarkoitetaan sekä resurssien että potilaiden ohjausta oikeassa vaiheessa oikeaan paikkaan tehtyjen määrittelyiden mukaisesti (tietyn informaation perusteella) sekä tarvittavien toimenpiteiden suoritusta kussakin vaiheessa (hoitotarvikkeiden ja lääkkeiden tilaus, jne.). Osaksi toiminnanohjausjärjestelmää integroituu olennaisesti myös simulointi, jota tullaan käsittelemään myöhemmässä vaiheessa jatkokehityksenyhteydessä lisää. Olkoon liityntäpinta simuloinnin ja toiminnanohjausjärjestelmän välillä tässä vaiheessa ainoastaan kuriositeettina.

Tarvittava informaatio sekä suunnittelutyökaluun että toiminnanohjaukseen tullaan saamaan päivystysalueen tietojärjestelmästä. Suunnittelu- ja kehitystyökalussa informaatioksi riittää ainoastaan aikainformaatio, jolloin paikannusjärjestelmä pystyy antamaan tarvittavan datan. Toiminnanohjausjärjestelmässä saatetaan tarvita puolestaan tarkempaa potilasta tai resurssia koskevaa

informaatiota, joten tietokannasta saatetaan tarvita muutakin informaatiota. Tämä riippuu siitä miten toiminnanohjausjärjestelmä halutaan toteuttaa.

Laatujärjestelmä

NOVA-järjestelmä sisältää laatujärjestelmän elementit ja käytännöt. Nämä pitävät sisällään muun muassa säännölliset auditoinnit, optimaaliset prosessikuvaukset (tutkimusmenetelmänä simulointi) sekä jatkuvan kehittämisen ja vaikutavuuden arvioinnin. Jokaisesta potilaasta tuotetaan seuraavat tiedot:

- Läpivirtausaika
- Odotusajat (jonotusajat)
- Hoitoisuuspisteet
- Henkilöstön työtyytyväisyys

Läpivirtausaikoja sekä jonotusaikoja mitataan paikannusjärjestelmän keräämän datan avulla laskemalla tietokantaan kerätystä datasta eri määrityksin keskimääräiset ajat eri prosessin vaiheissa. Hoitoisuuspisteytys muodostuu automaattisesti läpivirtausajan, toimintakyvyn, tulo-oireen, toimenpiteiden ja jatko-hoitopaikan painotettuna tuloksena. Henkilöstön työtyytyväisyyttä puolestaan arvioidaan subjektiivisella asteikolla 4-10 (perinteinen kouluasteikko). Päälimmäisenä tarkoituksena on tuottaa materiaalia johtamisen apuvälineeksi, jotta asetetuissa tavoitteissa pysyttäisiin.

Edellä oli kuvattu koko projektin toimintasuunnitelma tiivistettynä ja kuten huomata saattaa, koostuu projekti useista eri osahankkeista (tietojärjestelmät, teknologiat, prosessit, resurssien optimointi, jne.).

5.1 Simuloinnin tarkoitus NOVA-projektissa

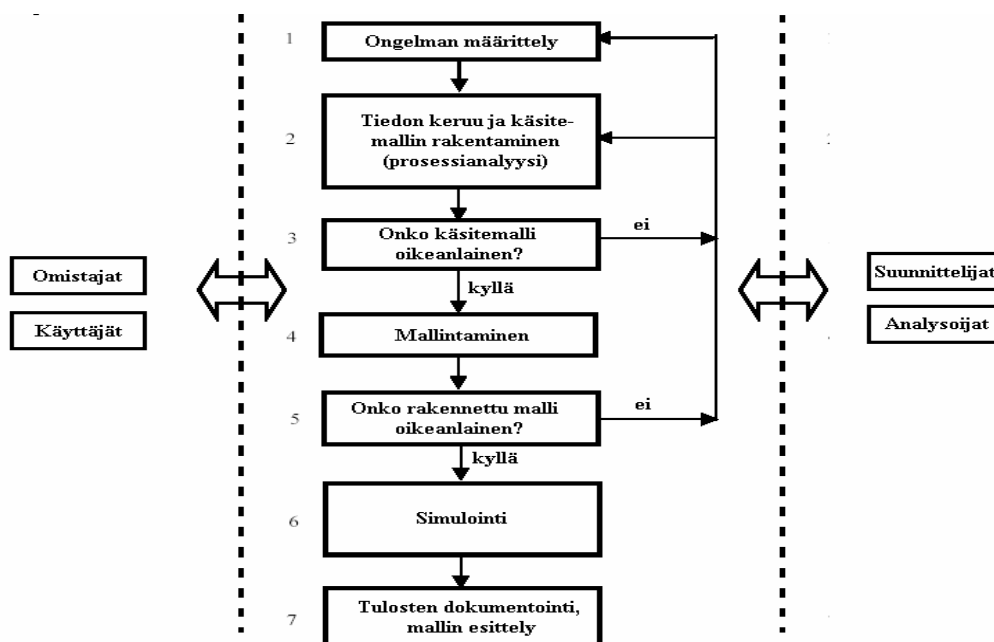
NOVA-projektissa simulointia käytetään uusien vaihtoehtoisten prosessikuvausten testaamiseen ja resurssien kohdentamiseen erikoissairaanhoidon päivystyksen osalta. Simuloinnin antamien tulosten perusteella jokaiseen työvuoroon pyritään löytämään riittävä resursointi ja prosessikuvausten osalta sopivimmat kuvaukset valitaan käytännön työhön sovellettaviksi. Tämän lisäksi tarkoituksena on kehittää jatkotyönä tietynlainen päätöksenteon tukiväline, jossa mallin tarvitseman datan hankinta ja sijoittaminen malliin on automatisoitu ja joka on integroitu osaksi päivystysalueen tietojärjestelmää. Simuloinnille on suunnitteilla myös liityntä reaaliaikaiseen toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin simuloinnin avulla olisi mahdollista asettaa toiminnanohjausjärjestelmälle tietynlaisia raja-arvoja ja hälytysarvoja. Palataan tähän kuitenkin myöhemmin jatkokehityskeskustelun yhteydessä uudelleen ja keskitytään tässä vaiheessa selvittämään simuloinnin käyttöä tämän työn sisällössä.

Tämän työn tärkein osa-alue on kuitenkin itse varsinaisen simulointimallin kehitys, joka luo pohjan toiminnan tehostamiselle sekä jatkotyölle. Ilman valmista ja validoitua mallia edellä kuvatut toimenpiteet eivät ole mahdollisia.

Siirrytäänkin seuraavaksi kuvaamaan simulointimallin kehitysvaiheita. Simulointimallin kehitys pitää sisällään useita eri osa-alueita ja vaiheita koostuen myös monista toisiinsa vaikuttavista tekijöistä, joten kehitysvaiheet on tärkeää kuvata mahdollisimman tarkasti. Tämän vuoksi eri vaiheet kuvataan hierarkkisessa järjestyksessä askeleittain. Tällä tavoin mallin rakenne ja toiminta saadaan selkeästi esitettyä ja ymmärrettävään muotoon kaikkien osapulien kannalta.

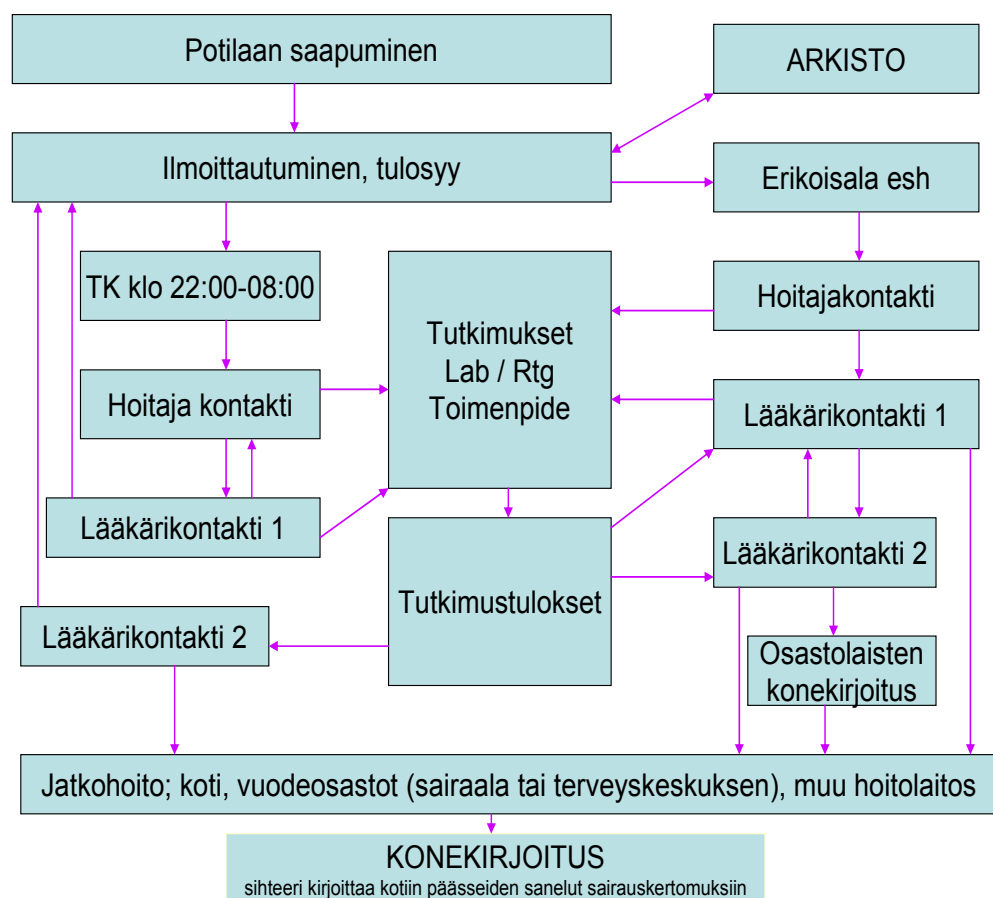
6 KESKI-SUOMEN KESKUSSAIRAALAN ERIKOISSAIRAANHOIDON PÄIVYSTYKSEN SIMULOINTIMALLIN KEHITTÄMINEN

Simulointiprojekti pitää sisällään normaalisti useita eri vaiheita ja etenee tiettyä määritellyä kaavaa pitkin, jos halutaan päästä parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Nämä määritellyt vaiheet ovat kuvan 2 mukaiset:



KUVA 2 Simulointiprojektin vaiheet terveydenhuollossa

Simulointiprojektin suorittamista, ongelman määrittelyä, tiedonkeruuta sekä käsitteellisen mallin muodostamista on kuvattu jo pro gradu työssä (Ruuhonen, 2004), joten tarkempi kuvaus ko. vaiheiden osalta jätetään tässä yhteydessä väliin. Tärkeänä informaationa tässä vaiheessa on ainoastaan valmiin käsitteellisen mallin rakenne, jonka perusteella simulointimallin kehitys tapahtuu. Käsitteellinen malli Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa on kuvan 3 mukainen. Kuvassa on potilasprosessi sekä terveyskeskuksen yöpäivystyksen että erikoissairaanhoidon päivystyksen osalta. Pro gradu työssä (Ruuhonen, 2004) on mallinnettu jo terveyskeskuksen yöpäivystyksen toimintaa, joten tätä työtä koskee ainoastaan erikoissairaanhoidon päivystyksen osuus.



KUVA 3 Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikan prosessikuvaus (käsitteellinen malli)

Prosessikuvaus antaa simulointimallille rungon mutta itse mallin rakentaminen koostuu useasta erillisestä osakokonaisuudesta ja on hyvin monivaiheinen ja erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa vielä hyvin kompleksi prosessi. Mallin rakentamisen tekee monimutkaiseksi erityisesti se, että kuvattava reaali-järjestelmä on laaja kokonaisuus koostuen yhteensä viidestä eri hoitoryhmästä, joiden toiminnasta halutaan saada informaatiota jokaisesta erikseen. Jokaisella

hoitoryhmällä on käytössään omia perusresursseja (hoitajat, lääkärit) sekä omia prosessivaiheita (hoitajakontakti, lääkärin vastaanotto, jne.) mutta myös yhteisiä resursseja (osastosihteerit, röntgenhenkilökunta, laboratoriohenkilökunta) ja prosessivaiheita (vastaanotto, röntgen- ja laboratoriotoimenpiteet, sairauskerptomuksen kirjoitus). Erityisesti hoitoryhmien välisten yhteenliittymien määrittäminen toimintalogiikkaan vaatii suurta tarkkuutta, jotta mallin toiminta saataisiin vastaamaan reaali järjestelmän toimintaa. Tämän lisäksi on huolellisesti tehtävä jokaista hoitoryhmää koskien samat perusmäärittelyt ja erityisesti datan käsittelyyn ja analysointiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Simulointimallissa siinä jokaisen hoitoryhmän jokainen potilas vaikuttaa koko päivystyspoliklinikan toimintaan ja tämän vuoksi on hoitoryhmien toiminta integroitava saman mallin kehysrakenteisiin ja tutkittava päivystyspoliklinikan toimintaa yhtenä laajana kokonaisuutena.

Mallin rakentamisessa työkaluna oli **MedModel**-simulointiohjelmisto. MedModel on Windows-pohjainen työkalu, joka on suunniteltu nimenomaan terveydenhuollon prosessien mallintamiseen. Ohjelman mahdollistaa tehokkaasti kaikenkokoisten ja kaikenikäisten terveydenhuollon järjestelmien sekä prosessien simuloinnin ja analysoinnin. MedModel on ensisijaisesti tarkoitettu diskreettien potilasjärjestelmien mallintamiseen mutta mahdollistaa myös jatkuva-aikaisten prosessien simuloinnin tiettyjen määrittelyjen jälkeen. MedModelin vahvuutena on se, että se sisältää jo paljon valmiita rakenteita terveydenhuollon prosessien mallintamiseen sekä erittäin hyvän graafisen mallinnusympäristön toiminnan visuaaliseen kuvaamiseen. Koska terveydenhuollon prosessit ovat selvästi diskreettiä jonotyyppistä mallinnusta ja MedModelin ominaisuudet olivat erityisesti erikoissairaanhoidon päivystyksen prosessien mallintamiseen sopivat, valittiin ko. ohjelma simulointimallin rakennustyökaluksi tämän tutkimuksen puitteissa. Tarkempaa kuvausta itse työkalun toiminnasta ei tässä vaiheessa ryhdytä antamaan vaan siirrytään seuraavaksi kuvaamaan itse erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin kehitystä ko. työkalulla. Jotta mallin toiminta tulisi kuvattua mahdollisimman selkeästi ja tarkasti, käydään mallin rakennusta läpi vaihe kerrallaan selvittäen jokaisen vaiheen yhteydessä eri hoitoryhmille tehdyt rakenteet ja logiikat. Mallin kehitys ja rakennus muodostui pääpiirteissään seuraavista määrittelyvaiheista:

- Taustamäärittelyt
- Paikkamäärittelyt
- Polkumäärittelyt
- Potilasryhmät ja muut kohdemuuttuja määrittelyt
- Resurssimäärittelyt
- Attribuuttimäärittelyt
- Vuoromäärittelyt
- Datatilastollinen käsittely (jakaumien määrittely) ja sijoitus malliin
- Logiikkamäärittelyt
- Makromäärittelyt

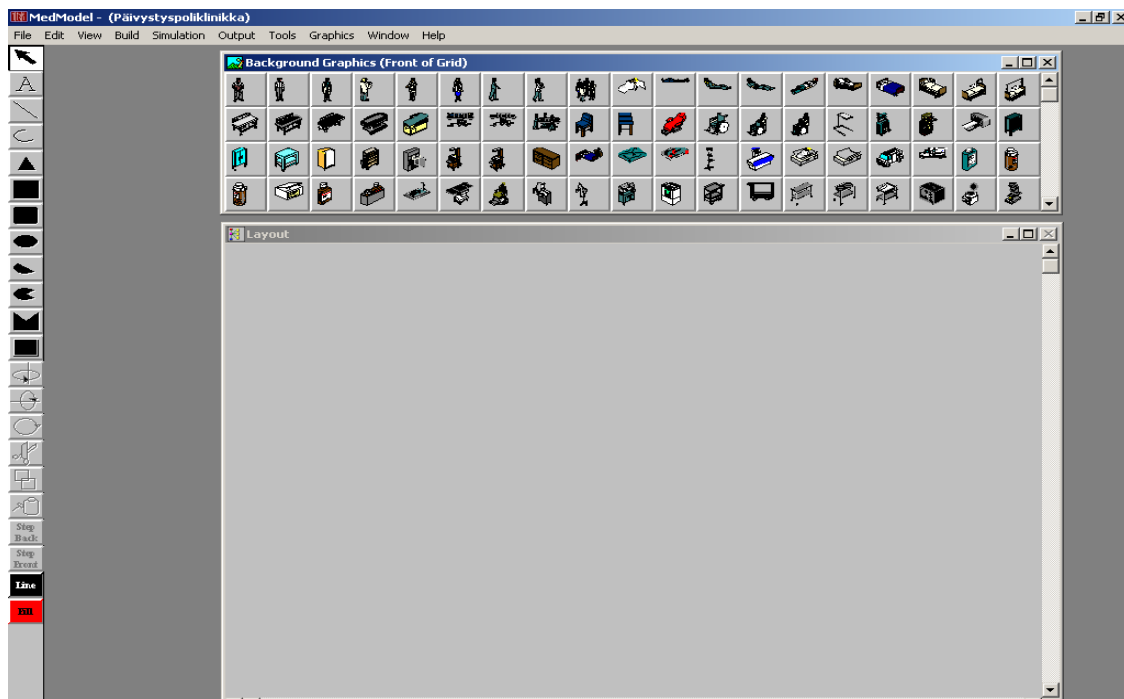
- Saapumismäärittelyt
- Empiiriset jakaumamäärittelyt

Kuten edellä olevasta listasta voidaan havaita, sisältää mallin rakennus melko monta vaihetta ja mallin oikeanlaisen toiminnan kannalta jokainen vaihe on välttämätön määritellä huolellisesti ja tarkalla tasolla. Aloitetaan mallin rakenteen ja toiminnan selvittäminen listauksen mukaisesti taustamäärittelyistä, joka luo pohjan koko mallin kehitykselle. Edetään tämän jälkeen järjestelmällisesti listassa eteenpäin kuvaten jokaisen osavaiheen rakennusmäärittelyt tarkalla ja ymmärrettävällä tavalla.

6.1 Simulointimallin taustamäärittelyt (Background)

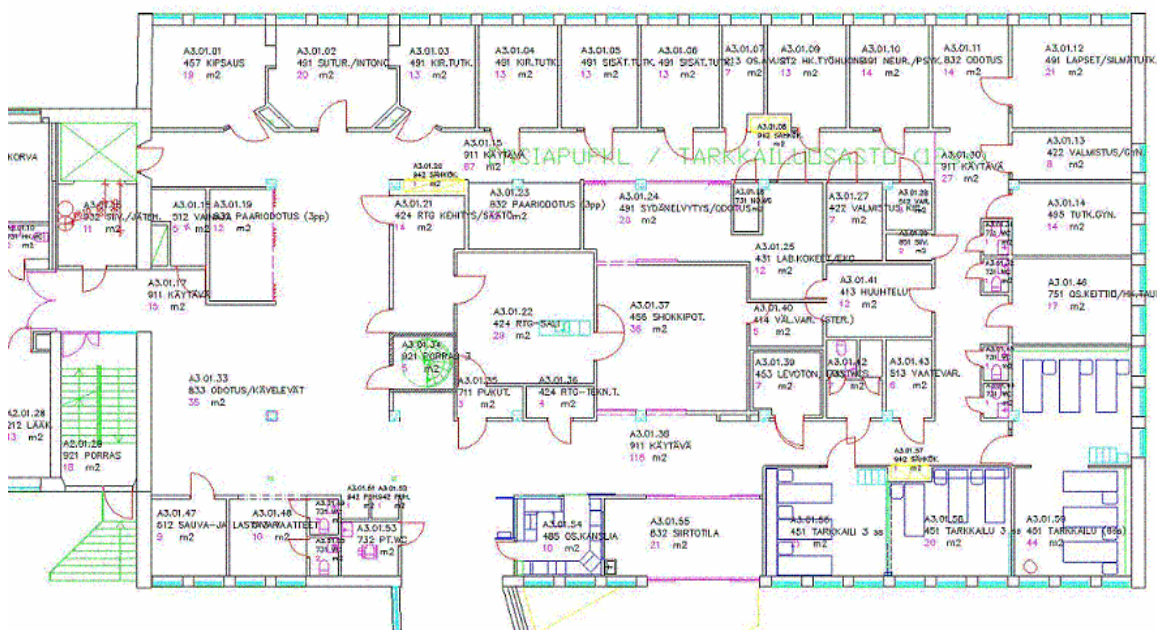
Mallin taustamäärittelyjen tekeminen on tärkeä asia, jos halutaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti simuloinnin visuaalisia mahdollisuuksia ja ominaisuuksia (animaatio). Simulointimallin taustamäärittelyt antavat pohjan animaatiolle luoden graafisen rungon, jonka päälle animaatio rakennetaan. Tämän vuoksi pitää tarkkaan harkita sitä mitkä ovat tarvittavat taustamäärittelyt, joilla saadaan kuvattua mallinnettava ilmiö mahdollisimman selkeästi ja ymmärrettävästi.

Mahdollisuuksien mukaan tausta on joko itse määriteltävissä ja rakennettavissa erillisen editorin avulla (kuva 4), jolloin tilamäärittelyt ja perusrakenteet (elementit) on mahdollista kuvata haluttuihin paikkoihin tai sitten voidaan käyttää suoraan hyväksi jo valmista pohjapiirustusta tai muuta valmista graafista rakennetta mallinnettavasta ympäristöstä (sallitut tiedostomuodot bmp, wmf, gif sekä pcx). Se kumpaa halutaan käyttää ja on parempi käyttää, riippuu hyvin paljon mallinnettavan kohteen laajuudesta ja luonteesta. Yhden prosessin mallinnuksessa tai tietyn suppean rakenteen sisään sijoittuvassa simulaatiossa pohjapiirustuksella ei välttämättä saada minkäänlaista lisäarvoa (esimerkiksi tietyn toimenpiteen mallinnus tietyssä määritellyssä tilassa -> mallinnus huoneen sisällä) vaan prosessi voidaan kuvata erillisten graafisten elementtien avulla (tuolit, pöydät, laitteet, jne.) ja tuottaa näin ollen selkeämpi kuvaus mallinnettavan kohteen toiminnasta. Suora pohjapiirustuksen käyttö tuo puolestaan lisäarvoa ja selkeyttä silloin, kun mallinnettavana kohteena on suurempi kokonaisuus, joka sisältää useita prosesseja ja useita paikkamäärittelyjä. Tällöin toiminnan visualisointi eri toimenpidepaikkojen välillä on helpompi ilmaista ja esittää sijoittamalla toiminnat reaalarakennetta vastaaviin paikkoihin.



KUVA 4 Taustamäärittelyksen tekemiseen käytettävä graafinen editori

Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon tapauksessa taustaksi valittiin pohjapiirustus (kuva 5). Tämä oli luonnollinen valinta, koska mallinnettava ympäristö muodostui useista prosesseista ja paikkakokonaisuuksista. Pohjapiirustuksen päällä toimivan mallin avulla pystyttiin antamaan myös itse terveydenhuollon alan asiantuntijoille selkeämpi kokonaiskuva oman yksikön toiminnasta.



KUVA 5 Keski-Suomen keskussairaalan päivystyspoliklinikan pohjapiirustus

Taustamäärittelyjen tekeminen oli ensimmäinen askel simulointimallin kehitykselle, jonka avulla muodostettiin päivystyksen poliklinikan toiminnalle graafinen runko. Tämän päälle on helppo aloittaa seuraavaksi varsinaiset rakenteelliset ja toiminnalliset määrittelyt. Ensimmäinen tarvittava rakenteellinen määrittely on paikkainformaation sijoittaminen pohjapiirustukseen. Siirrytäänkin seuraavaksi tutkimaan yksityiskohtaisemmin mitä paikkamäärittelyissä tulee ottaa huomioon ja miten se tulee oikeaoppisesti toteuttaa.

6.2 Simuloinnin paikkamäärittelyt (Locations)

Paikkamäärittelyjen tarkoituksena on kuvata mallinnettavan järjestelmän (tässä tapauksessa erikoissairaanhoidon päivystyksen) paikat/alueet, joihin mallissa käsiteltävät oliot (tämän työn tapauksessa potilaat, näyttöt ja potilaskansio) reititetään tiettyä toimenpidettä varten, päätöksentekoa varten, odotusta varten, jne. eli toisin sanoen paikat joissa tapahtuu prosessin kannalta tärkeät ja olennaiset aktiviteetit potilaille ja muille käsiteltäville olioille (esimerkiksi näyte ja potilaskansio). Jos paikkamäärittelyjä ei tehdä, ei potilaan kulkua pohjapiirustuksessa ole mahdollista määrittellä ja mallia rakentaa toimivaksi.

Ennen kuin varsinaiset paikkamäärittelyt voidaan rakentaa malliin, on tärkeää selvittää mitkä ovat mallinnettavan kohteen kannalta oleelliset ja tarvittavat toiminnalliset alueet, joihin prosessit ja potilaiden kulku sijoittuvat. Se luo pohjan koko paikkamäärittelylle. Keski-Suomen erikoissairaanhoidon päivystyksen potilasprosessin simulointimallin kannalta olennaisiksi paikkamäärittelyiksi muodostuivat seuraavat alueet:

- Sisäänkäynti -> potilaan luonti malliin (yhteinen kaikille hoitoryhmille)
- Vastaanotto -> potilaan vastaanotto (yhteinen kaikille hoitoryhmille)
- Lääkäri (jokaisella hoitoryhmällä oma vastaanottohuone)
- Hoitaja (jokaisella hoitoryhmällä oma vastaanottoalue)
- Röntgen (kaikille hoitoryhmille yhteinen)
- Laboratorio (kaikille hoitoryhmille yhteinen)
- Kanslia -> sairauskertomuksen kirjoituspaikka (kaikille yhteinen)
- Odotusalueet -> määritelty odotusalueet erikseen eri potilasprosessin vaiheisiin tarkentaen kiireellisyyden mukaan (Kirurgialla ja sisätaudeilla omat odotusalueet sekä neurologialla ja lastentaudeilla omat odotusalueet eri potilasprosessin vaiheiden mukaan eriteltynä).

Edellä mainittujen paikkamäärittelyjen lisäksi tehtiin vielä laboratorion, kanslian ja mallista poistumisen kannalta omat tarkentavat paikkamäärittelyt. Jotta tarkennukset saatiin tehtyä tietyn yksikön sisällä toimiviksi (esimerkiksi kanslia-

an) ja reititys näiden toimitilojen sisällä mahdolliseksi, tehtiin ko. paikoista erilliset paikkamäärittelyt samaan tapaan kuin edellä olevista pääpaikoistakin. Tällaisia paikkamäärittelyjä olivat seuraavat:

- Näytteenotto (paikka jossa laboratorio näytteet otetaan päivystyksen tiloissa)
- Ambulanssi (kiireellisyysluokituksen 1 ja 2 omaavien potilaiden poistumispaikka)
- Uloskäynti (kiireellisyysluokituksen 3 ja 4 omaavien potilaiden poistumispaikka)
- Sairauskertomuspöytä (paikka johon sairauskertomus tuodaan kirjoitusta varten)

Käytössä olleen työkalun puitteissa tarkentavien paikkamäärittelyjen tekemiseen on käytössä kaksi vaihtoehtoa. Joko suorittaa (kuten edellä mainittu ja tässä tutkimuksessa tehty) tarkennukset samanlaisina erillisinä määrittelyinä kuin pääalueetkin tai vaihtoehtoisesti rakentaa tietyn pääalueen toiminnasta erillinen alimalli ja liittää se päämalliin halutun pääalueen sisään. Koska määrittelyt ja tarkennukset tämän mallin puitteissa olivat melko pienet, onnistui määrittelyjen tekeminen yksinkertaisemmin ilman erillisiä alimalleja.

Itse paikkamäärittelyjen tekeminen suoritetaan simulointityökalun omalla paikkaeditorilla. Paikkaeditori koostuu kolmesta ikkunasta, jotka ovat grafiikkaelementti ikkuna, editointi ikkuna sekä itse pohjapiirustus/rakennettu graafinen tausta, johon paikkainformaatio halutaan sijoittaa. Näitä hyväksi käyttäen paikkainformaation määrittäminen tapahtuu seuraavanlaisesti:








Ensimmäisenä valitaan graafisesta elementtitaulukosta (kuva 6) ikoni, jonka halutaan kuvaavan kyseistä paikkaa.



KUVA 6 Graafisten elementtien valintataulukko

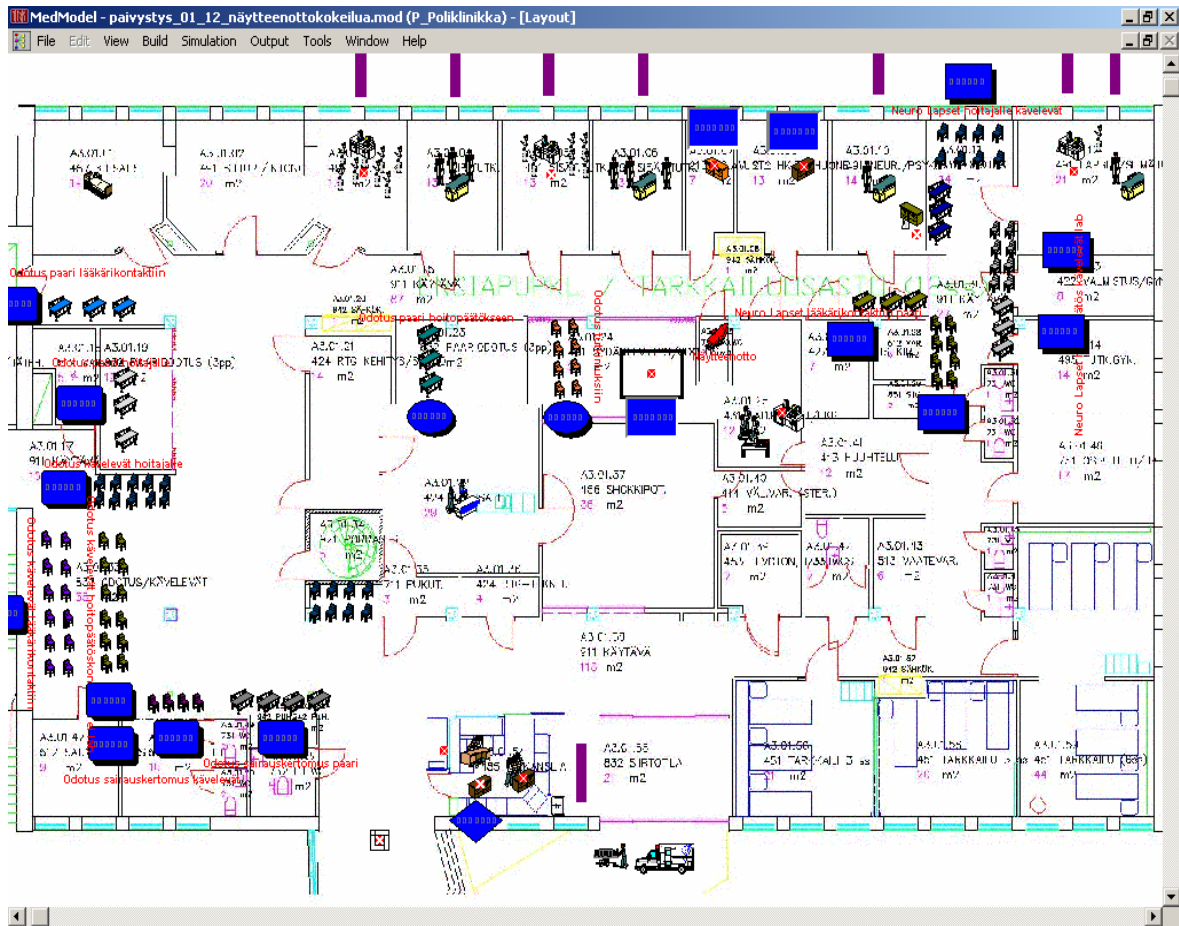
Valittu ikoni sijoitetaan seuraavaksi pohjapiirustukseen halutulle alueelle kuvaamaan tiettyä määriteltyä paikkaa. Tällä tavoin pohjapiirustukseen muodostuu toiminnallinen alue haluttua prosessointi- ja reitityspaikkaa kuvaamaan. Jos tämän lisäksi haluttiin kuvata jo määriteltyä ja valittua paikkaa useammilla graafisilla elementeillä, tämä tapahtuu ottamalla grafiikkaikkunan yläkulmassa olevasta New-kohdasta ruksin pois. Tällä tavoin kaikki seuraavat valitut elementit sijoittuivat fyysisesti kuvaamaan samaa paikkaa taustamäärittelyissä. Tämä on kuitenkin vain puhtaasti visuaalisuuteen vaikuttava seikka.

Tämän lisäksi on mahdollista liittää määritellylle alueelle graafisia toiminnallisia elementtejä, jotka antavat visuaalisesti simulaation yhteydestä informaatiota määritellyn paikan toiminnasta. Nämä toiminnalliset elementit löytyvät graafisen elementtitaulukon vasemmasta reunasta erillisinä symboleina (kuva 6). Valikosta löytyvät seuraavat graafiset toiminnalliset elementit:

-  Laskuri, joka pitää kirjaa kulloinkin määritellyssä paikassa olevista potilaista
-  Graafinen palkki, joka osoittaa paikan kapasiteetin mukaisen käyttöasteen (jos määritelty paikalle tietty kapasiteetti, graafinen palkki osoittaa kuinka suuri osa kapasiteetista käytössä).
-  Graafinen elementti, joka kuvaa muodostuvaa jonoa
-  Tekstielementti, joka mahdollistaa määriteltyjen paikkojen nimeämisen suoraan taustaan.
-  Tilaelementti (valo), joka ilmaisee määritellyn paikan tilan (käytössä, vapaana, jne.).
-  Elementti, joka ilmaisee/määrittää mallissa olevan olion (tässä tapauksessa potilas ja potilaskansio) paikan tietyllä määritellyllä alueella valitussa taustassa (pohjapiirustus/muu graafinen rakenne).
-  Elementti, jonka avulla mallin taustaan voidaan määritellä tietty toimintopidealue.

Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa toiminnallisista graafisista elementeistä hyödynnettiin laskuria, kapasiteetin käyttöasteen ilmaisinta, tekstielementtiä sekä potilaan ja potilaskansion paikkamäärittintä. Aikaisemmin mainitun paikkamäärittelylistan mukaisesti ja edellä kuvattua ohjeistusta noudattaen Keskussairaalan päivystyspoliklinikan

pohjapiirustukseen muodostettiin jokaisen hoitoryhmän osalta tarvittavat paikkamääritykset kuvan 7 mukaisesti.

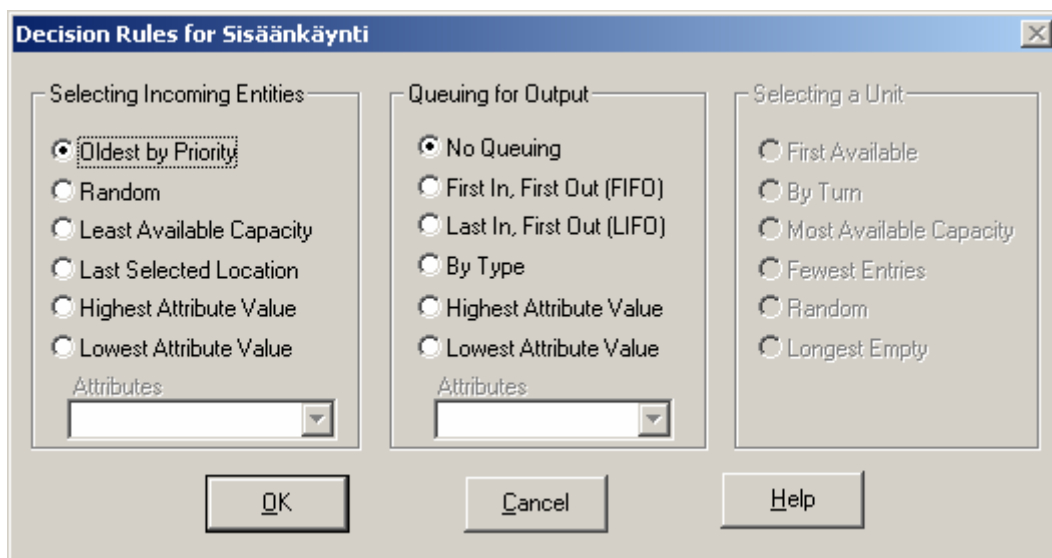


KUVA 7 Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin paikkamääritykset graafisin elementein kuvattuna

Kun edellä tehdyt graafiset määrittelyt ovat valmiit, viimeinen vaihe paikkamäärittelyissä on graafisin elementtien avulla määriteltyjen paikkojen aktivoiminen. Graafisten elementit eivät nimittäin vielä tee määriteltyjä alueita toiminnallisiksi vaan ne pitää aktivoida erillisen editorin, paikkaeditorin, avulla. Paikkaeditorin editointitaulu koostuu kahdeksasta eri kentästä, joissa määritellään paikkakohtaisesti seuraavat asiat:

1. **Icon:** Paikkaa kuvaava ikoni (ikoniksi tulee ensimmäinen ikoni, joka graafisesta elementtitaulusta valittiin ja sijoitettiin kuvaamaan ko. paikkaa)
2. **Name:** Paikan nimi, maksimissaan 80 merkkiä pitkä
3. **Cap:** Kuvataan määritellyn paikan maksimikapasiteetti (kuinka paljon tietylle määritellylle alueelle mahtuu mallissa käsiteltäviä olioita yhdellä kertaa)

4. **Units:** Paikkayksiköiden määrä (moniyksikköinen paikka toimii samaan tapaan kuin useampi samat ominaisuudet omaava paikka)
5. **DTs:** Voidaan määrittellä ajat, jolloin paikka ei ole käytössä
6. **Stats:** Määritellään miten ja mitä tietoa paikasta kerätään simulaation aikana. Vaihtoehtoina ovat seuraavat:
 - Ei mitään
 - Basic: sisältää käyttöasteen ja keskiarvoajan
 - Time Series: kerätään perustatistiset arvot ja aikainformaatio seuraamalla paikan sisältöä ajan kuluessa.
7. **Rules:** voidaan määrittää miten määritelty toimenpidepaikka valikoi sisään tulevat oliot (potilaat, potilaskansio) useiden jonossa olevien joukosta. Mahdollisuudet kuvan 8 mukaiset.



KUVA 8 Reitityssäännöt potilaille ja potilaskansioille määriteltyyn paikkaan tulemiseksi ja määrittelystä paikasta poistumiseksi

8. **Notes:** voidaan kirjoittaa tarkennuksia ja huomioita eli selvittää sanallisesti paikkaan liittyviä ominaisuuksia (mallin käyttäjien tiedoksi).

Tekemällä edellä mainitut toiminnalliset määritteet jokaiselle määritellylle alueelle erikseen, saadaan paikat aktiiviseksi rakennettavassa mallissa. Erikoissairaanhoidon päivystyksen osalta toiminnalliset määritteet olivat kuvan 9 mukaiset.

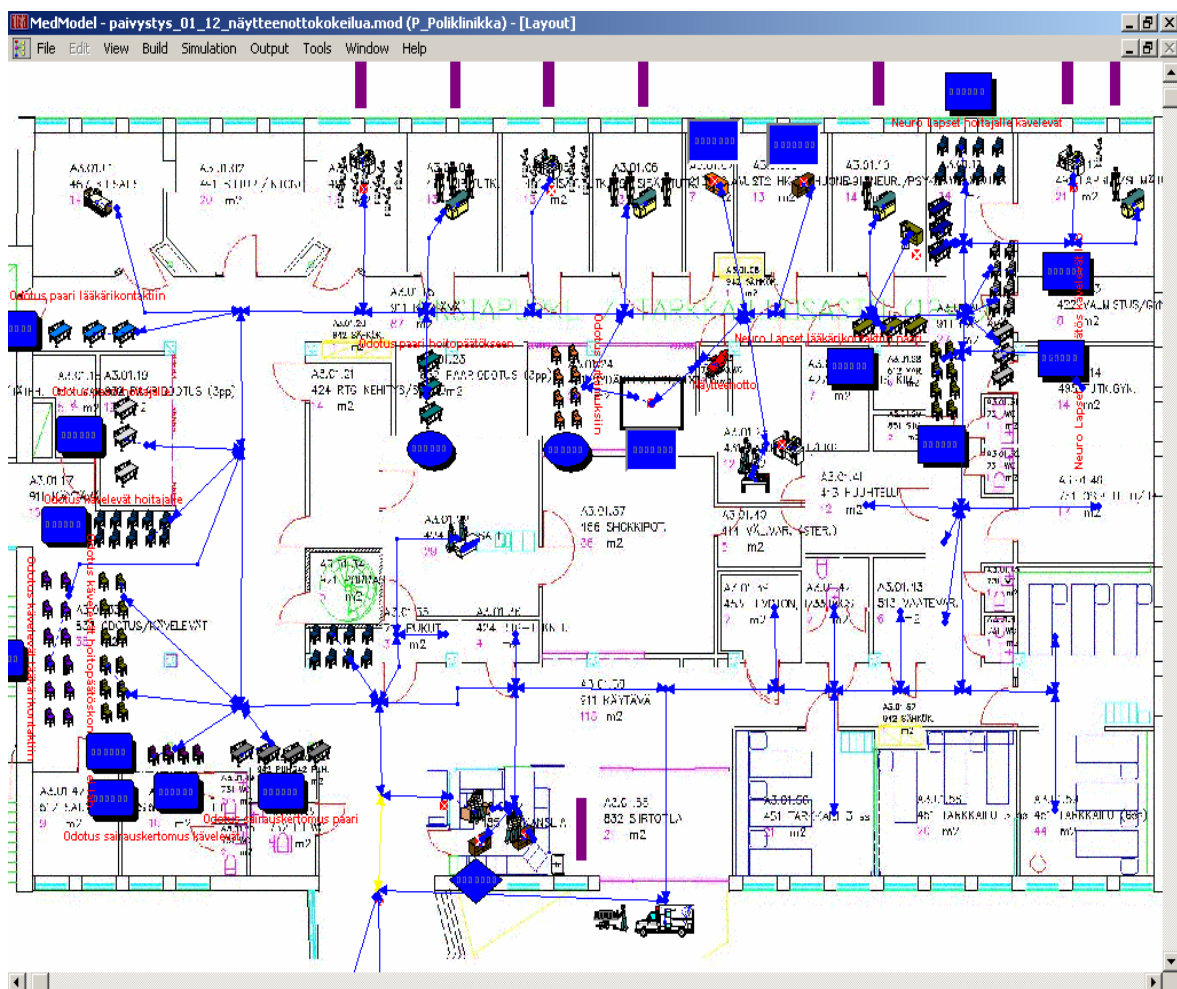
Icon	Name	Cap	Units	Dir	State	Rules	Notes
	Sisääkäynti	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Vastaanotto	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus kävelävät hoitajalle	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	hoitus_kävelävät_ääkäryksent	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	odotus_kävelävät_hoitopaikalle	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_huoneeseen_tuokkimalla	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_sairauskertomus_kävel	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	lääkäri_Neurologian_osa	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_päästi_hoitajalle	5	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_päästi_lääkärikontak	5	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_päästi_luokkumisiin	5	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_päästi_hoitopäätöseen	5	1	None	Time Series	Oldest	
	Odotus_sairauskertomus_pää	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Sairaushoitajat_kontak	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Näytteenotto	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Sairaushoitajat_Sisääkynti	2	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Lääkäri_Sairaushoit	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Lääkäri_Lapsot	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Lääkäri_Neuro	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Sairaushoitaja_Neuro	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Sairaushoitaja_Lapsot	1	1	None	Time Series	Min(7triage)	
	Neuro_Lapsot_hoitajalle_kävel	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_hoitajalle_pää	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_lääkärikontak	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_lääkärikontak	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_hoitopäätös_kävel	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_hoitopäätös_pää	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_puokkumisiin_kävel	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Neuro_Lapsot_puokkumisiin_pää	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	KLay	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Autotiskaus	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Lab huone	1500	1	None	Time Series	Oldest	
	Lab pyynnöt	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Kanslia	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Uluskävänti	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Sairauskertomuspöytä	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Näytteenotto	1	1	None	Time Series	Oldest	

KUVA 9 Paikkamäärittelyjen toiminnalliset määritteet hoitoryhmäkohtaisesti

Edellä kuvatut paikkamäärittelyt olivat mallin rakennuksen toinen kokonaisuus. Seuraavaksi ryhdytään muodostamaan yhteyttä luotujen toiminnallisten alueiden välille, jotta potilaan kulku mallissa määritellystä paikasta toiseen olisi mahdollista. Tällä tavoin potilaille, resursseille ja muille mallissa käsiteltäville olioille muodostuu kulkureitit, joita pitkin reititys mallissa tapahtuu.

6.3 Simulointimallin polkumääritykset (Path Networks)

Polkumäärittelyjen avulla malliin muodostetaan reitit, joita pitkin sekä määritellyt resurssit (lääkärit, hoitajat, sihteerit, jne.) että käsiteltävät oliot (potilaat, näyttöt ja potilaskansiot) liikkuvat paikasta toiseen. Liikkuminen voi tapahtua ainoastaan määritellyjä reittejä pitkin, joten reittisuunnittelussa täytyy kiinnittää erityistä huomiota potilasprosessin kannalta tärkeisiin kulkumäärittelyihin. Jos muutostarpeita myöhemmässä vaiheessa ilmenee tai tarvitaan lisämäärittelyjä jo olemassa olevaan polkuverkostoon, onnistuu niiden tekeminen helposti ja pienellä vaivalla käytettävissä olevan graafisen mallinnustilan avulla. Graafisessa mallinnustilassa polkumäärittelyt tehdään piirtämällä polut suoraan graafiseen taustamäärittelyeseen (tässä tapauksessa pohjapiirustukseen). Tällä tavoin saadaan muodostettua malliin tarvittavat polut visuaalisuuden avulla kaikkien osapuolien kannalta helposti ja selkeästi ymmärrettävään muotoon. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa rakennettiin kuvan 10 mukaiset polut ja polkuverkosto.



KUVA 10 Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaalan päivystyksen polkumäärittelyt

Edellä rakennettu kuvaus määrittää polut vasta graafisesti visuaalisesti hyvin ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi mutta ei vielä varsinaisesti aktivoi polkuja toiminnallisiksi reiteiksi. Polkujen toiminnalliset ominaisuudet määritellään erikseen siihen tarkoitettulla polkuverkostoeditorilla. Polkuverkostoeditori koostuu editointitaulusta, joka sisältää kahdeksan eri kenttää perusmääritteiden tekemiseksi. Nämä kentät ovat:

1. **Graphic:** Polkuverkoston graafisen määrittelyn kenttä. Voidaan määrittellä polut joko näkyviksi tai piilotetuiksi graafisessa mallinnustilassa (esimerkiksi animaation aikana) sekä määrittellä näytettävien polkujen väri.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa polkumäärittelyt päätettiin jättää piiloon. Polkumäärittelyjen esittäminen mallissa ei olisi antanut mitään lisäarvoa ja tämän lisäksi potilaiden ja resurssien liikkuminen graafisessa esitysympäristössä on paljon selkeämpää ja luonnollisempaa, joten graafiset määritteet piilotettiin mallin sisään.

2. **Name:** Polkuverkoston identifioiva nimi kenttä. Annetaan polkuverkostolle yksilöllinen nimi. Erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa mallissa olevalle polkuverkostolle annettiin mahdollisimman kuvaava nimi, päivystyspoliklinikka.
3. **Type:** Kenttä, jossa määritellään mallissa liikkuvien olioiden (potilaat) sekä resurssien (henkilökunta) kulkusäännöt rakennetun polkuverkoston sisällä. Määrittelyissä kaksi vaihtoehtoa, jotka ovat:

- Non-Passing: Potilaat ja henkilökunta eivät saa ohittaa toisiaan vaikka takana tuleva olisi nopeampi kuin edessä menevä
- Passing: Potilaiden ja henkilökunnan sallitaan ohittaa toisensa määritellyssä polkuverkostossa.

Erikoissairaanhoidon mallin koostuessa useasta eri hoitoryhmästä sekä yleisistä yhteisistä toimenpidepaikkojen määrittelyistä ja polkumäärittelyistä, päätettiin mallissa sallia ohitus potilaiden ja resurssien välillä. Tämähän on tilanne myös reaali järjestelmässä, jossa eri potilasryhmien edustajat sekä hoitoryhmien edustajat liikkuvat samoja reittejä pitkin eri nopeuksilla.

4. **T/S:** Liikkuminen polkuverkostossa voidaan määrittellä joko nopeuden ja etäisyyden perusteella tai vain yksinkertaisesti ajan perusteella. Tässä kentässä tehdään nuo määritteet.

Erikoissairaanhoidon tapauksessa kulku polkuverkostossa määriteltiin nopeuden ja etäisyyden perusteella. Tällä tavoin oli mahdollista kaikista realistisimmalla tavalla sisällyttää paikasta toiseen siirtymiseen kuuluva aika potilaan kokonaisuikaan poliklinikalla mallissa.

5. **Paths:** Kenttä, joka kuvaa polkusegmenttien lukumäärän. Kyseisen kentän klikkaaminen avaa lisäksi polkusegmentti taulun. Tämän editointitaulun avulla voidaan määrittellä polkuverkoston solmujen väliset yhteydet. Editointitaulu koostuu seuraavista elementeistä:

- **From:** Polkusegmentin aloitussolmu

- **To:** Polkusegmentin lopetussolmu
- **BI:** Määritellään polun kulkusuunta. Kulkusuunta voi olla ainoastaan yhteen (Uni-directional) suuntaan tai sitten mahdollisesti molempiin suuntiin (Bi-directional).
- **Time/Distance:** Jos kulku polkuverkostossa on määritelty ajan mukaan, tulee käyttöön time-määrittely. Tällöin määritetään aika, joka kuluu kahden määritellyn solmun väliseen matkaan. Jos kulku polkuverkostossa on määritelty nopeuden ja etäisyyden suhteen, tulee käyttöön distance-määrittely. Tässä tapauksessa määritetään kahden yhteydessä olevan solmun etäisyys ja kuluaika määräytyy näiden suureiden mukaan.

Erikoissairaanhoidon mallissa käytettiin distance-määrittelyä. Solmujen välisiä yhteysmäärittelyitä tuli hyvin paljon ja niiden kaikkien kuvaaminen ei ole oleellista työn tässä vaiheessa. Kuvassa 11 on esimerkki syntyneistä määrittelyistä ja editointitaulusta.

From	To	BI	Distance
N1	N2	Bi	13.43
N2	N3	Bi	11.42
N2	N4	Bi	13.14
N4	N5	Bi	22.86
N5	N6	Bi	22.00
N5	N7	Bi	36.85
N7	N8	Bi	16.00
N7	N9	Bi	19.85
N9	N10	Bi	32.00
N9	N11	Bi	20.14
N11	N12	Bi	16.28
N11	N13	Bi	10.42
N13	N14	Bi	14.89
N13	N15	Bi	12.00
N13	N16	Bi	17.85
N16	N17	Bi	19.76
N16	N18	Bi	15.14
N18	N19	Bi	15.00
N18	N20	Bi	12.78
N18	N21	Bi	20.14
N21	N22	Bi	18.85
N21	N23	Bi	4.85
N23	N24	Bi	18.00
N23	N25	Bi	15.43
N25	N26	Bi	13.93
N25	N27	Bi	15.85

KUVA 11 Esimerkki syntyneistä solmumäärittelyistä erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa

Solmumääritykset tauluun syntyvät automaattisesti graafisessa tilassa piirrettyjen polkujen mukaisesti. Se mitä taulun avulla voi muuttaa, on määritellyn polun suunta sekä polkujen välinen etäisyys tai vaihtoehtoisesti kulkuun kulunut aika. Erikoissairaanhoidon mallissa lähes jokainen polku määriteltiin kaksisuuntaiseksi, koska reitit ovat potilasprosessin perusreittejä ja jos johonkin toimenpidepaikkaan mennään, niin hyvin suurella todennäköisyydellä sieltä tullaan myös samaa reittiä takaisin.

6. Interfaces: Tässä kentässä on kuvattuna paikkasidonnaisten solmujen lukumäärä. Tämän lisäksi kentässä määritellään solmujen ja paikkojen väliset sidokset erillisen editointi-ikkunan avulla. Aikaisemmin määritellyt toiminnalliset alueet on sidottava tiettyyn määriteltyyn solmuun polkuverkostossa, jotta potilas tai potilaskansio voidaan toimittaa tiettyyn paikkaan tai noutaa tietyistä paikasta siihen halutun resurssin toimesta.

Sidosten luomiseen tarkoitettu editointi-ikkuna koostuu kahdesta osasta, jotka ovat node sekä location. Node kentässä valitaan haluttu sidottava solmu, joka sitten sidotaan haluttuun paikkaan valitsemalla paikka location kentän listauksesta. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallin tapauksessa muodostui 37 sidosta, jotka ovat kuvattuna kuvassa 12.

Node	Location
N1	Sairaala
N2	Vastasto
N12	Sairaanhoitajat Kirurgia
N14	Lääkäri_Hilvika_Paino03
N17	Sairaanhoitajat_Sivellin
N18	Kipua
N19	TÄÄRÄI_Sivellin
N22	Lab_huone
N26	Lääkäri_Isoo
N29	Neuro_Lapset_hoitopaikka_kävelevät
N31	Sairaanhoitajat_Neuro
N37	TÄÄRÄI_Neuro
N39	Ambulanssi
N38	MIoy
N44	Kanslia
N50	Uloskäynti
N51	Odottus_sairaanhoitotomus_kävelevät
N52	Odottus_sairaanhoitotomus_pääsi
N53	Odottus_kävelevät_lääkärikontaktiin
N54	Odottus_kävelevät_hoitopaikka
N55	Odottus_kävelevät_ulkomaailmaan
N56	Odottus_pääsi_lääkärikontaktiin
N57	Odottus_pääsi_hoitopaikka
N15	Odottus_pääsi_tutkimuksiin
N6	Odottus_pääsi_hoitopaikka
N7	Odottus_kävelevät_hoitopaikka_kävelevät
N68	Neuro_Lapset_lääkärikontaktiin_pääsi
N69	Neuro_Lapset_hoitopaikka_pääsi
N70	Neuro_Lapset_hoitopaikka_kävelevät
N71	Neuro_Lapset_hoitopaikka_pääsi
N72	Neuro_Lapset_lääkärikontaktiin_kävelevät
N73	Neuro_Lapset_ulkomaailmaan_kävelevät
N74	Neuro_Lapset_parkkipaikan_pääsi
N75	Sairaanhoitajat_Lapset
N76	Sairaanhoitotomus_pääsi
N77	Näyttökäyttö
N78	Lab_huone

KUVA 12 Erikoissairaanhoidon päivystyksen paikka-solmusidokset

7. **Mappings:** Jos samasta lähtesolmusta on useampi reitti kohdesolmuun, perustuu valinta oletusarvoisesti lyhimpään etäisyyteen nopeus- ja etäisyysperusteisessa polkuverkostossa ja vähimpään solmumäärään aikaperusteisessa polkuverkostossa. Nämä oletusarvot voidaan kuitenkin ylikirjoittaa mappings-työkalun avulla. Työkalussa voidaan valita polku, jota pitkin kohdesolmuun lähdetään siirtymään useamman haaran tapauksessa.

Työkalu koostuu kolmesta kentästä, jotka ovat from, to sekä destination. Kentät toimivat seuraavanlaisesti: aluksi määritellään lähtösolmu from-kenttään. Seuraavaksi määritellään to-kentän avulla useamman haarakkeen sisältävästä from-kentästä haluttu kulkusuunta. Lopuksi määritellään destination-kentän avulla päätepiste, johon valittua polkua pitkin halutaan päästä.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin tapauksessa erillisiä lisämääritteitä ei tarvittu vaan lyhimpään etäisyyteen perustuvat oletusarvot olivat riittävän tarkat määritteet. Määrittelyä tuli yhteensä 90 kappaletta. Kuvassa 13 otos erikoissairaanhoidon päivystyksen mappings-työkalusta.

From	To	Dest.
N2	N1	
N4	N2	
N5	N4	
N7	N5	
N9	N7	
N11	N9	
N13	N11	
N16	N13	
N18	N16	
N21	N18	
N23	N21	
N25	N27	
N27	N33	
N28	N27	
N30	N28	
N33	N35	
N35	N38	
N38	N42	
N39	N38	
N42	N44	
N44	N47	
N47	N49	
N49	N51	
N51	N4	
N52	N51	
N56	N4	

KUVA 13 Erikoissairaanhoidon polkumääritteet mappings-työkalussa kuvattuna

8. **Nodes:** Tämä kenttä listaavat solmut, joista määritelty polkuverkosto koostuu. Kentässä voidaan erillisen editointitaulun avulla lisäksi rajoittaa potilaiden tai muiden käsiteltävien olioiden ja resurssien määrää tietyssä paikassa tiettyinä aikana. Erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa polkuverkosto koostui yhteensä 78 eri solmusta. Kuvassa 14 on otos solmulistauksesta ja rajoitusten tekemiseen käytettävästä editointi-ikkunasta.

Node	Limit
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	
N13	
N14	
N15	
N16	
N17	
N18	
N19	
N20	
N21	
N22	
N23	
N24	
N25	
N26	

KUVA 14 Esimerkki solmulistauksesta sekä rajoitusten tekemiseen tarkoitettua editointitaulusta

Nyt paikkamäärytykset on saatu kokonaisuudessaan kuvattua ja tarkoin määriteltyä erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin tapauksessa. Kokonaisuudessaan, kaikkien kenttämäärittelyjen jälkeen, polkuverkostoeditori sisälsi seuraavan tiivistetyn informaation (kuva 15).

Path Networks							
Graphic...	Name	Type	T/S	Paths...	Interfaces...	Mapping...	Nodes
	Päivystyspoliklinikka	Passing	Speed & Distance	79	37	90	78

KUVA 15 Polkuverkosto editorilla tehdyt polkumäärytykset erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimalliin

Polkuverkostojen määrittely oli viimeinen rakenteellinen määrittely simulointimallin kehityksessä. Nyt on siis luotu ns. toiminta-alusta erikoissairaanhoidon simuloinnille. On määritelty tausta, taustaan toiminnalliset alueet, joissa prosessoinnit tapahtuvat sekä fyysiset ja toiminnalliset yhteydet eri toiminnallisten alueiden välillä. Seuraavaksi siirrytään määrittelemään varsinaisia mallin rakenteita hyödyntäviä elementtejä. Ensimmäisenä käsittelyyn otetaan mallin avulla tarkasteltavat oliot eli potilaat ja muut tarvittavat kohdemuuttujat.

6.4 Potilasryhmien sekä muiden muuttujien määrittely

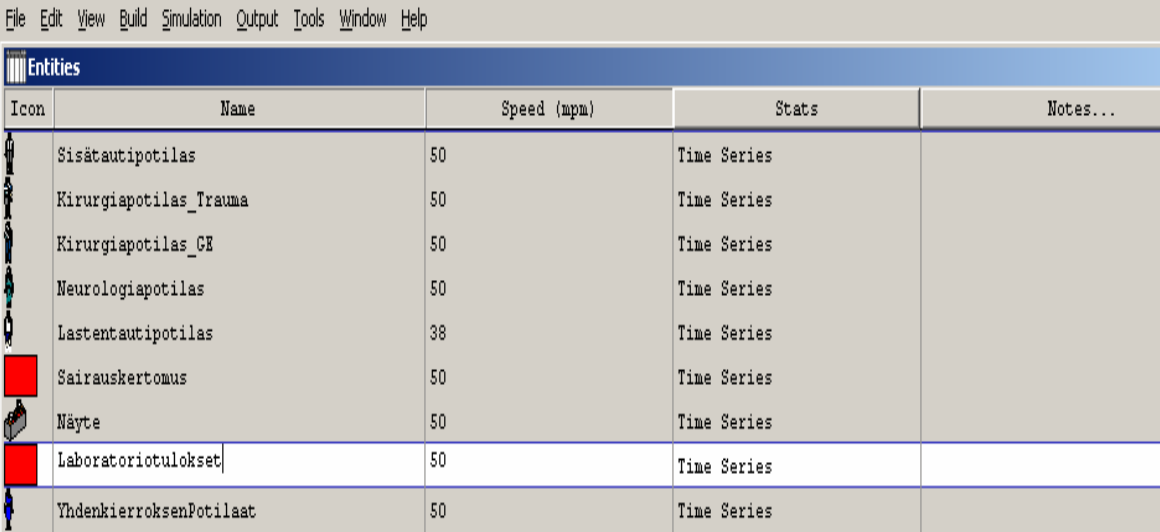
Kaikkea mitä mallissa prosessoidaan, kutsutaan olioiksi. Oliot voivat olla dokumentteja, ihmisiä tai vaikka kommunikaatiotapahtumia (puhelinsoitot, tietoliikenneyhteydet, jne.). Mallissa prosessoitavia olioita voidaan käsitellä joko tarkkoina kokonaisuuksina tai suurempina ryhminä. Tämä riippuu halutusta ja tarvittavasta tarkkuustasosta. Malliin voidaan määritellä esimerkiksi potilasryhmä tietyn oireen perusteella (yksittäinen käsittely, kuvataan hyvin pientä ja rajoittunutta potilasryhmää). Tässä tapauksessa saman tulo-oireen perusteella malliin luotavia potilaita käsitellään samoin tavoin ja jokaisella saman tulo-oireen omaavalla potilaalla on samat ominaisuudet. Tämä on jo melko tarkalla tasolla luoto potilasryhmä ja koko mallin rakentaminen näin tarkalla tasolla vaatisi lukuisia ryhmä määrittelyjä. Jos taas halutaan käsitellä potilaita suurempina kokonaisuuksina, voidaan luoda potilasryhmä, joka kuvaa esimerkiksi tietyn hoitoryhmän potilaita (laaja käsittely, kuvataan suurta ja monimuotoista potilasryhmää yhtenä kokonaisuutena). Tässä tapauksessa ryhmään kuuluu eri tulo-oireen omaavia potilaita, joiden yhdistävä tekijä on sama hoitoryhmä. Tällöin selvittää huomattavasti pienemmällä ryhmämäärittelyillä. Valittava tarkkuustaso riippuu hyvin paljon kohdemuuttujista ja halutusta informaatiosta.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallin tapauksessa mallissa prosessoitavia asioita olivat potilaat, näytteet sekä dokumentit (sairauskertomus, laboratoriotulokset). Koska päivystys koostui viidestä eri hoitoryhmästä ja nyt kehitettävällä mallilla keskitytään aluksi suorittamaan resurssien allokointia eri hoitoryhmien keskuudessa sekä selvittämään resurssien kohdentamisella saatavia vaikutuksia valittuihin kohdemuuttujiin (odotusajat, läpivirtausajat), ei tulo-oirekohtaisia määrittelyjä tarvittu. Sopivaksi tarkkuustasoksi määriteltiin tämän pohjalta potilaiden kuvaus hoitoryhmittäin. Näin muodostui viisi eri potilasryhmää, jotka olivat:

- Kirurgia trauma,
- kirurgia GE,
- sisätaudit,
- lastentaudit sekä
- neurologia.

Potilaiden lisäksi tarvittiin myös muita oliomäärittelyjä, joilla oli tärkeä tehtävä erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa. Tällaisia määrittelyjä olivat sairauskertomus, näyte sekä laboratoriotulokset. Näytteiden ja dokumenttien rooli on tärkeä sillä niillä on oman itsenäisen tehtävänsä lisäksi vaikutusta myös potilaan kulkuun potilasprosessissa. Tämän vuoksi niistä muodostettiin potilasryhmien tapaan omat ryhmänsä. Tällä tavoin saatiin malliin potilasprosessin kannalta kaikki tärkeät tekijät muodostettua.

Tarkastellaan seuraavaksi tehtyjä määrittelyjä sekä potilasryhmien ja muiden kohderyhmien muodostamista hieman tarkemmin kuvan 16 avulla. Kuvassa 16 on kuvattuna erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa määritetyt olioryhmät. Jokaiselle ryhmälle tehtiin kuvassa olevat toiminnalliset määrittelyt erillisen olioeditointitaulun avulla.



Icon	Name	Speed (mpm)	Stats	Notes...
	Sisätautipotilas	50	Time Series	
	Kirurgiapotilas_Trauma	50	Time Series	
	Kirurgiapotilas_GE	50	Time Series	
	Neurologiapotilas	50	Time Series	
	Lastentautipotilas	38	Time Series	
	Sairauskertomus	50	Time Series	
	Näyte	50	Time Series	
	Laboratoriotulokset	50	Time Series	
	YhdenkierroksenPotilaat	50	Time Series	

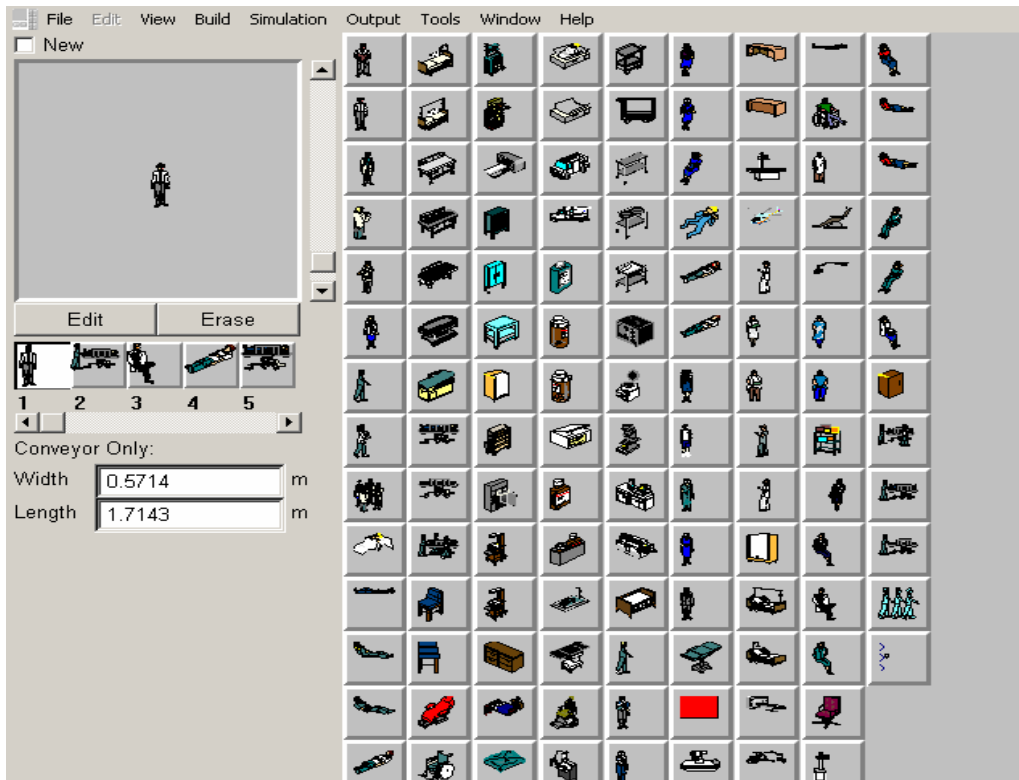
KUVA 16 Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin oliomäärittelyt

Kuten kuvasta 16 voidaan havaita, editointitaulu koostuu viidestä eri kentästä. Kenttien avulla kullekin ryhmälle tehdään toiminnalliset määrittelyt, joiden mukaisesti kuvataan ryhmän esitystapa mallissa (graafinen elementti), liikkuminen (nopeus) sekä tietojen keruu. Nämä kentät ovat:

1. **Icon:** Tässä kentässä määritellään graafiset elementit, joiden avulla ryhmän edustajia mallissa kuvataan simuloinnin aikana. Graafiset elementit valitaan tai niitä voi muokata (koko, asento, väri, jne.) erillisen grafiikkaikkunan avulla (kuva 17). Graafinen esitystapa voi myös muuttua simuloinnin aikana, joten ryhmälle on mahdollista valita useita käytettäviä graafisia elementtejä.

Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa käytettiin eri graafisia kuvauksia triage 1 ja 2 (paripotilas) sekä triage 3 ja 4 (omatoiminen potilas, kävelevä) luokan potilaille odotusalueilla, toimenpidepaikoissa (lääkäri, laboratoriotuomenpiteet, rönt-

gen) sekä liikkumisessa eri prosessointialueiden välillä. Tällä tavoin graafisessa tilassa pystyttiin antamaan visuaalisesti mahdollisimman realistinen kuva päivystyspoliklinikan toiminnasta.



KUVA 17 Mallin graafisten elementtien valinta ja editointi-ikkuna

2. **Name:** Nimi kentässä määritellään potilasryhmää tai muuta muuttujaryhmää kuvaava nimi, jota tarvitaan reitityslogiikkaa määriteltäessä. Nimi voi olla maksimissaan 80 merkkiä pitkä ja muodostua numeroiden, kirjaimien sekä alaviivan(_) kombinaatioista. Simulointityökalu ei tee erottelua isojen ja pienien kirjaimien välillä, joten esimerkiksi KIRURGIA ja kirurgia tulkitaan samaksi nimeksi. Nimien pitää kuitenkin olla yksilöllisiä, joten kahta samanlaista kirjain sarjaa ei ohjelma hyväksy.

Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa potilasryhmien nimet sekä muiden muuttujaryhmien nimet ovat esiteltyinä kuvassa 16.

3. **Speed:** Kenttää käytetään nopeuden määrittämiseen. Nopeuden määrittäminen on vapaaehtoinen ja soveltuu parhaiten itsenäisesti liikkuville olioryhmille, kuten esimerkiksi potilasryhmille (ihmisille). Nopeus voidaan määrittellä joko jaloissa tai metreissä, riippuen etäisyysyksiköstä, joka on valittu yleisen informaation määrittelyssä. Oletusarvona on metrisessä järjestelmässä 50 mpm (meter per minute) ja jalkamäärityksessä 150 fpm (feet per minute), joka on karkeasti normaalin ihmisen kävely-

nopeus. Nopeuskentän informaatiota käytetään yhdessä etäisyyskentän informaation kanssa määrittämään polkuverkostossa paikasta toiseen siirtymisen kuluva aika. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa käytettiin metristä asteikkoa ja nopeuden annettiin olla oletusarvossa eli 50 mpm.

4. **Stats:** Tässä kentässä määritellään jokaisen olioryhmän osalta tilastollisen informaation keruun taso. Erilaisia keruumahdollisuuksia on kolmenlaisia. Joko ei kerätä lainkaan tilastollista informaatiota, kerätään perusarvot tai sitten kerätään aikasarjaan perustuvia tilastollisia arvoja.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa tilastollista informaatiota kerättiin aikasarja muodossa. Tämän todettiin antavan tarvittavaa informaatiota jokaisen määritellyn ryhmän osalta.

5. **Notes:** Tähän kenttään voi kirjoittaa kommentteja, muistiinpanoja, jne. liittyen potilasryhmiin tai muihin muuttuja ryhmiin.

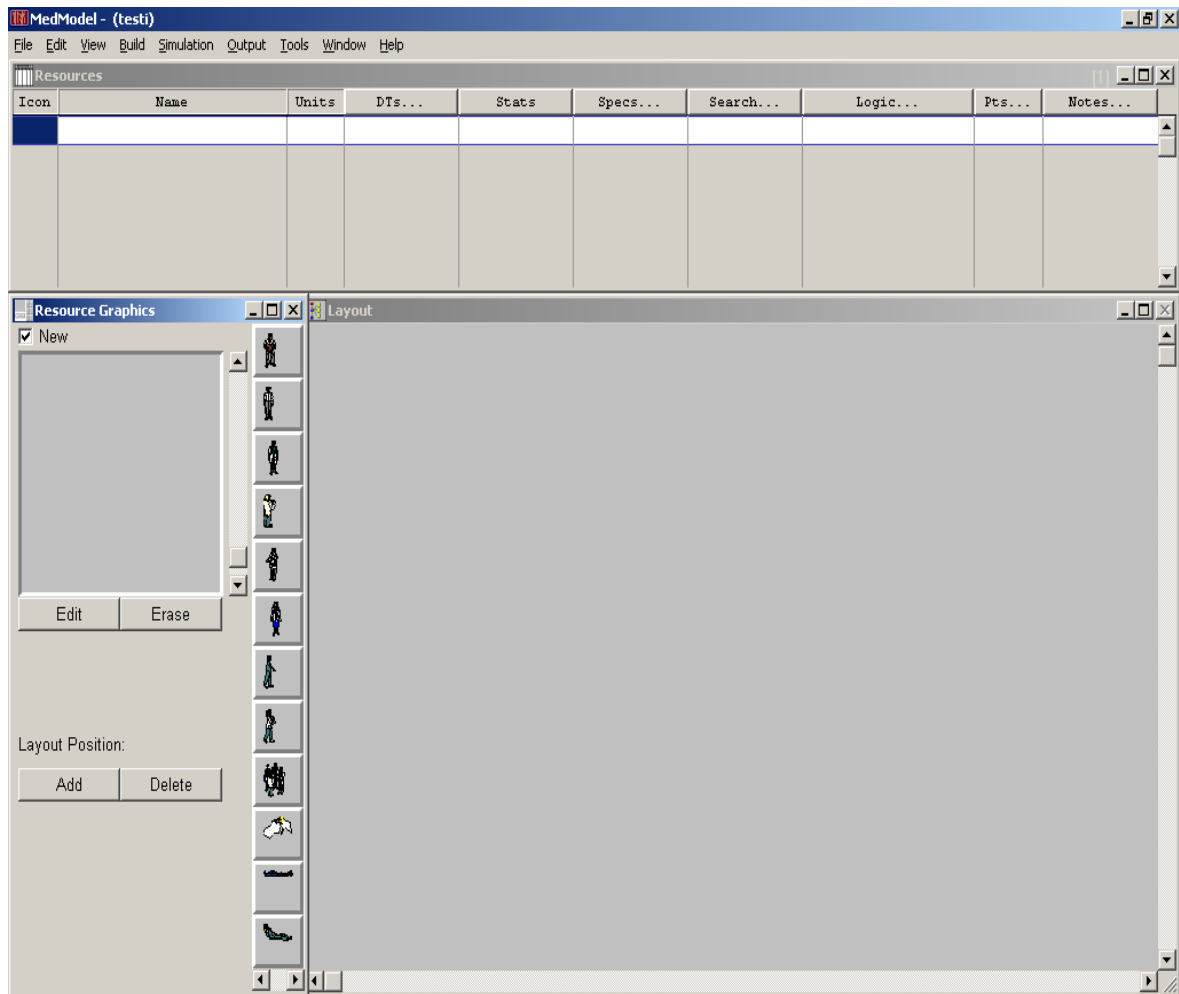
Edellä olevien määrityksien avulla malliin on saatu luotoa käsiteltävät oliot eli potilaat, näytteet ja dokumentit. Nyt on siis valmiina mallin runko ja mallissa käsiteltävät toiminnalliset muuttujaryhmät. Näiden määrityksien avulla ei kuitenkaan vielä ole mahdollista saada numeerista informaatiota itse järjestelmän toiminnasta vaan ainoastaan määritellä potilaan kulkureittejä määriteltyjen alueiden välille ja kuvata potilaiden kulkua mallissa visuaalisesti rakentamalla siihen tarvittava reitityslogiikka. Tämän vuoksi seuraava luonnollinen askel onkin siirtyä määriteltyjä potilasryhmiä sekä muita muuttujaryhmiä käsittelevien resurssien määrittelyyn.

6.5 Simulointimallin resurssimäärittelyt

Resurssiksi voidaan määritellä henkilö, laite tai jokin muu määriteltävä kokonaisuus, joka liittyy potilaiden kuljetukseen (esimerkiksi vuode, rullatuoli, jne.), määritellyille olioille tehtävien toimenpiteiden avustamiseen tiettyssä toimenpidepaikassa, jne. Resurssit koostuvat yhdestä tai useammasta yksiköstä, kuten esimerkiksi tietyn hoitoryhmän sairaanhoitajista, lääkäreistä, jne. (joita voi olla siis määrällisesti yksi tai useampia). Resurssit voivat lisäksi olla joko dynaamisia tai staattisia. Dynaamiset resurssit voivat liikkua määrittelyssä polkuverkostossa potilaiden ja muiden määriteltyjen muuttujaryhmien mukaan, kun taas staattiset resurssit eivät liiku määrittelystä paikastaan mihinkään.

Resurssimäärittelyt tehdään, aivan kuten muutkin määrittelyt tähän mennessä, erillisen editorin avulla. Editori on kuvan 18 mukainen ja se koostuu toiminnallisten määrityksien tekemiseen tarkoitettusta editointitaulusta sekä graafisesta editointitaulusta. Graafisen editointitaulun avulla tehdään ryhmiä kuvaavat graafiset määrittelyt (valitaan resurssia kuvaava graafinen elementti). Toiminnallisen editointitaulun avulla puolestaan tehdään ryhmien toiminnalliset määrittelyt kymmenen eri määrittelykentän avulla. Käydään seuraavaksi läpi resurssien määrittelyä resurssieditorin avulla sekä selvitetään miten määrit-

telyt on tehty Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin tapauksessa.



KUVA 18 Resurssien määrittelyyn tarkoitettu editori

Kuten kuvasta 18 voidaan nähdä, muodostuu resurssieditorin toiminnallisten määritteiden ikkuna kymmenestä eri kentästä sekä kolmesta eri ikkunasta. Käydään seuraavaksi läpi jokaisen kentän tarkoitus ja Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimalliin suoritettujen määrittelyjen ja määrittelyjen perusteet:

1. **Icon:** Ikonikenttään määritellään graafisen editorin avulla resurssia kuvaava graafinen elementti. Jos ko. resurssia halutaan kuvata useammalla eri elementillä, on sekin mahdollista. Tässä tapauksessa ikonikenttään resurssia kuvaa ensimmäiseksi valittu graafinen elementti.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa käytettiin samanlaisia graafisia elementtejä kunkin henkilöstöryhmän edustajien keskuudessa. Tämän mukaisesti lääkäreitä kuvattiin jokaisen hoitoryhmän sisällä samanlaisella graafisella elementillä, samoin hoitajia, jne.

2. **Name:** Nimikenttään määritetään resurssia kuvaava nimi. Tätä nimeä käytetään jatkossa prosessointi ja reitityslogiikassa eri toimenpidealueilla, kun halutaan tietyn resurssin suorittavan mallissa tiettyjä toimenpiteitä.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa resurssit nimettiin olemassa olevan työtehtäväjaottelun (osastonsihteerit, sairaanhoitajat, lääkärit, jne.) lisäksi määritellyn hoitoryhmän mukaisesti, koska jokaisella hoitoryhmällä oli omia resursseja käytössään (hoitajat, lääkäreitä, jne.). Tällä tavalla resursseihin viittaaminen mallin prosessointi- ja reitityslogiikassa oli huomattavasti selkeämpää ja ymmärrettävämpää.

3. **Units:** Yksikkökenttään määritellään toiminnallisten resurssien määrä eli arvo siitä kuinka monta henkilöä kutakin resurssiryhmää on käytettävissä. Kenttä voi sisältää numeerisen arvon tai sitä varten erikseen määritellyn makron. Ajon aikana resurssimäärät pysyvät aina määritellyinä eikä niitä voi muuttaa simuloinnin aikana. Jos käytettävissä olevia resurssimääriä halutaan muuttaa ajon aikana, tulee siihen käyttää seuraavaksi määriteltävää Dts-kenttää.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa resurssiryhmät ja jokaisen ryhmän henkilömäärät määriteltiin asiantuntija lausuntojen mukaan seuraavanlaisesti (määrät tarkoittavat vuorokauden aikana käytettävissä olevaa resurssimäärää):

- Kirurgia (GE ja trauma):
 - o Hoitajat: 8
 - o Lääkärit: 3 (tarvittaessa konsultointimahdollisuudet)
- Sisätaudit:
 - o Hoitajat: 5 + apuna yövuorossa erikoisalajien ph
 - o Lääkärit: 3 (tarvittaessa konsultointimahdollisuudet)
- Erikoisalajat (neurologia ja lastentaudit):
 - o Hoitajat: 4 + osuus sisätautien sairaanhoitajasta tai perushoitajasta
 - o Lääkärit: 3 (neurologia), 2 (lastentaudit)

4. **DTs:** Tämän kentän avulla voidaan tarvittaessa/haluttaessa määritellä resursseille määritteitä, jolloin resurssi ei ole käytettävissä. Määrittely voidaan tehdä joko aikamääritteisesti (kellonajan mukaan) tai toimintamääritteisesti (käytön suhteen).

Erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa ei ollut tarvetta määritellä erityisiä ajankohtia, jolloin resurssit eivät olisi käytössä. Tämän mukaisesti tiettyyn toimenpiteeseen määritellyt resurssit ovat mallissa aina työtehtävissä vuorokohteisesti.

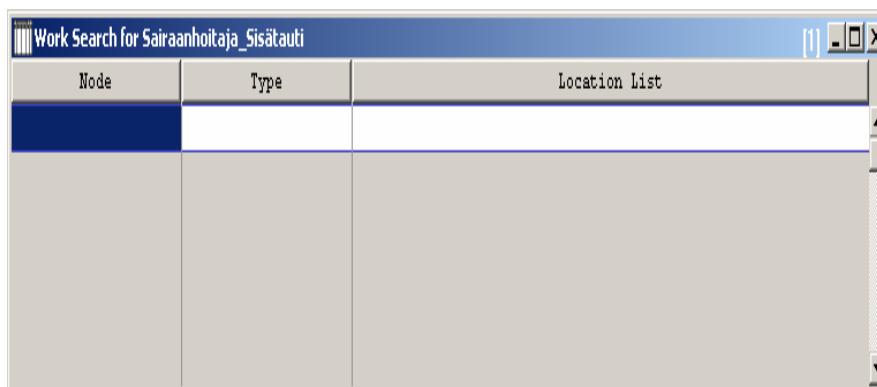
5. **Stats:** Tilastokentässä määritellään tarkkuustaso, jonka mukaisesti informaatiota resurssiryhmästä halutaan kerätä. Informaation keruuseen on kolme eri mahdollisuutta:

- *None:* Tämän määritteen mukaisesti mitään informaatiota resurssien toiminnasta ei kerätä.

- *Basic*: Tämän määritteen avulla kerätään resursseista keskimääräinen käyttöaste sekä toimenpideajat.
 - *By Unit*: Informaatio kerätään tämän määritteen mukaisesti sekä jokaisen yksikön tarkkuudella että kollektiivisesti.
6. *Specs*: Tämän määrittelykentän avulla tehdään resurssien liikkumisen määrittelyt (nopeus, polkuverkosto, jne.), paikkamäärittelyt (kotisolmu, taukosolmu, vuorosta poistumisen solmumäärittelyt, jne.) sekä potilaiden ja muiden mallissa olevien olioiden käsittelyjärjestysmääritykset. Kyseiset määritykset suoritetaan erillisellä editorilla. Kuvassa 19 on esimerkkinä sisätautien hoitoryhmän sairaanhoitajille tehdyt määritykset.

KUVA 19 Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen toiminnalliset resurssimäärittelyt sisätautien hoitoryhmän sairaanhoitajaryhmälle

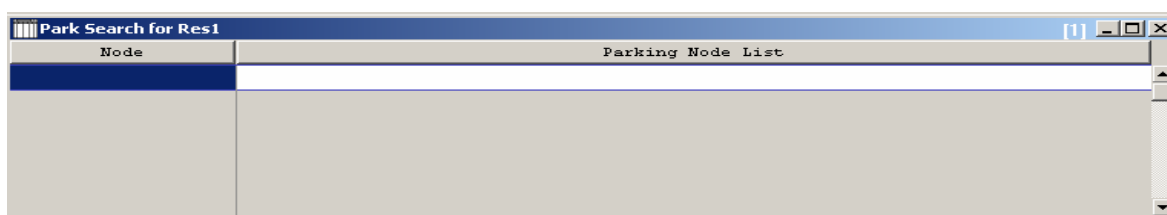
7. *Search*: Tähän kenttään voidaan tehdä hakumäärittelyitä, jos polkuverkosto on resurssiryhmällä määritelty käyttöön. Hakurutiinit viittaavat resurssien kohdalla yleisesti dynaamisten resurssien ohjeisiin, joita ne noudattavat vapauduttuaan tehtävästä tietyssä polkuverkoston solmussa, joissa hakurutiinit ovat määritelty. Määriteltävissä on kahta erityyppistä hakukäytäntöä. Ne ovat:
- *Work Search*: Työhaussa määritellään erillisen editorin avulla (kuva 20) solmu, jossa hakumäärittelyä toteutetaan, lista käsiteltävien olioiden (potilaat, näytteet, dokumentit, jne.) mahdollisista paikoista sekä haun tyyppi



KUVA 20 Työhaun määrityseditori

Paikkalistassa määritellyt solmut ovat ne toiminnalliset alueet, joista resurssi etsii työtä eli käsiteltäviä olioita mallissa. Editorin tyyppimäärittelyllä määritellään sitten vielä tarkemmin miten resurssi listattuja solmumääritteitä hyödyntää. Tyyppimäärittelyjä työhaun tapauksessa on kahta eri tyyppiä. Nämä hakumuodot ovat:

- **Exclusive:** Määritellään vain tietyt paikat, joista resurssi voi etsiä käsiteltäviä olioita (potilaat, näytteet, dokumentit, jne.). Jos työtä ei löydy määritellyistä paikoista, resurssi voi parkkeerata erikseen määritettyyn solmuun, siirtyä odottamaan kotisolmuun tai yksinkertaisesti olla työttömänä senhetkisessä paikassa, kunnes käsiteltävä olio ilmestyy listan mukaiseen paikkaan.
 - **Non-Exclusive:** Tätä käytettäessä resurssi etsii käsiteltäviä olioita ja työtä ensin määritellyistä solmuista (määritelty paikkalistassa) ja sen jälkeen ryhtyy tutkimaan muita mallissa määriteltyjä toiminnallisia alueita.
- **Park Search:** "Parkkihakua" käytetään ohjaamaan resurssi tiettyyn paikkaan odottamaan työtehtäviä. Haku tehdään työhaun tapaan erillisellä editorilla, joka koostuu solmumääritekentästä sekä parkkisolmulistasta (kuva 21). Solmumääritteellä määritellään paikka, jossa haku toteutetaan ja solmulistaan määritellään ne solmut, joihin resurssi voidaan ohjata odottamaan työtehtäviä.



KUVA 21 Editori resurssien pysäköintipaikkojen määräämiseen

8. *Logic:* Tämän kentän avulla voidaan halutessa määrittää resursseille vaihtoehtoista logiikkaa, joka suoritetaan resurssin saapuessa tai poistuessa polkuverkoston solmusta. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa erillisille logiikalle ei ollut tarvetta vaan resurssien toiminta pystyttiin määrittelemään peruskenttien avulla.
9. *Pts:* Jos resurssille on määritelty polkuverkosto käyttöön eli ts. resurssi on dynaaminen, niin silloin on mahdollista määrittää eri resurssiyksiköille resurssipisteet. Resurssipisteiden avulla määritetään resurssien graafiset esiintymispaikat mallissa. Resurssipisteiden määrittäminen on erittäin tarpeellista etenkin siinä tapauksessa, jos resursseja on käytössä useampia yksiköitä. Määrittämällä jokaiselle resurssiyksikölle omat resurssipisteet, vältetään resurssien päällekkäiseltä sijoittamiselta graafisessa ympäristössä.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa resurssit on jaettu kolmeen eri vuoroon ja jokaisessa vuorossa oli käytössä useampi resurssiyksikkö, joten resurssipisteiden määrittäminen nähtiin erittäin tarpeelliseksi tarvittavan ja oikeanlaisen visuaalisen esityksen mahdollistamiseksi. Jokaiselle hoitoryhmän resursseille määriteltiin erikseen henkilökohtaiset resurssipisteet.
10. *Notes:* Muistiokentän tehtävänä resurssien määrittämisen yhteydessä, aivan kuten muissakin määrittämisissä, on mahdollista käyttäjille selventävän informaation esitys kussakin määrittämisessä kohdassa. Tällä tavalla käyttäjät saavat selkeämmän kuvan siitä mitä tehdyillä määrittämisillä on tarkoitus saavuttaa.

Edellä käytiin läpi askel kerrallaan, melko yksityiskohtaisesti, mallinrakennuksessa tarvittavat sekä erikoissairaanhoidon päivystyksen tapauksessa tehdyt resurssimäärittämiset. Kokonaisuudessaan resurssimäärittämiset muodostuivat kuvan 22 mukaisiksi.

MedModel - päivystys_27_9_kaikki_hoitoryhmät_labratarkennusta_2tutkimushuonetta.mod (P_Poliklinikka)

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Resources

Icon	Name	Units	DTs...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
	Sairaanhoitaja_Kirurgia	8	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	8	
	Sairaanhoitaja_Lastentaudit	2	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	1	
	Lääkäri_Kirurgia	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	3	
	Sairaanhoitaja_Sisätauti	6	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	6	
	Lääkäri_Sisätauti	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	4	
	Lääkäri_Lastentaudit	2	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	1	
	Sairaanhoitaja_Neurologia	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	1	
	Lääkäri_Neurologia	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	1	
	Osastosihteeri1	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	3	
	Osastosihteeri2	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	3	
	Kuljetushenkilökunta	2	None	Summary	Päivystyspolik	Park	0	2	
	Pöntgenhenkilökunta	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	3	
	Laboratoriohenkilökunta	3	None	Summary	Päivystyspolik	None	0	3	
	Analysaattori	1700	None	Summary	No Network	None	0	0	

New

Edit Erase

Layout Position:

Add Delete

KUVA 22 Erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin resurssimääritykset

Resurssien määrittelyn jälkeen valmiiksi on saatu mallin fyysisen rakenteen määrittelyt, käsiteltävien olioiden määrittelyt sekä mallissa käsiteltävien olioiden käsittelijöiden eli resurssien määrittelyt. Seuraavan vaiheena on siirtyä tekemään mallissa käsiteltävien olioiden (potilaiden, näyttöiden sekä dokumenttien) ominaisuus- eli attribuuttimäärittelyjä. Attribuuttimäärittelyjen avulla määritellään miten olioiden tarvitsemaa tai käyttämää informaatiota käsitellään (mistä saadaan ja mihin talletetaan, jne.). Attribuuttimäärittelyillä on olennainen rooli prosessointilogiikan rakentamisessa ja ilman ominaisuuskäsittelymäärittelyitä oikeanlaisen ja selkeän prosessointilogiikan rakentaminen on mahdotonta.

6.6 Erikoissairanhoidon päivystyksen simulointimallin attribuuttimäärittelyt

Attribuutit ovat tietynlaisia muuttujia, jotka sisältävät numeerista informaatiota tietystä paikasta tai oliosta. Attribuutit ovat samankaltaisia kuin perinteiset muuttujat kuitenkin sillä erotuksella, että ne ovat liitetty aina kiinteästi koskemaan tiettyä paikkaa tai oliota. Määriteltäyn ja nimettyyn attribuuttiin voidaan tallentaa tietoa joko reaalityluku muodossa tai kokonaisyukumuodossa. Attribuuttiin on mahdollista myös osoittaa mallin elementtien nimiä, jotka säilyttään elementtien indeksinumeroita mutta johon voi kuitenkin viitata nimellä.

Attribuuttimäärittelyt voidaan siis tehdä joko oliokohtaisesti tai paikka-kohtaisesti. Oliokohtaiset attribuuttimäärittelyt identifioidaan nimellä ja siihen voidaan sijoittaa tietty arvo tai tallettaa mallin elementtinimi arvoksi. Oliokohtaisia attribuutteja voidaan käyttää muun muassa seuraavissa tilanteissa:

- Saapumismäärittelyissä
- Operointilogiikan määrittelyissä
- Liikkumislogiikan määrittelyissä (viitaten reititettävän olion attribuutteihin)
- Resurssien ja toimenpidealueiden minimi ja maksimi sääntöjen määrittelyissä
- Olioiden nopeuteen liittyvissä määrittelyissä
- Erilaisissa reititysopeaatioihin liittyvissä määrittelyissä

Paikkakohtaiset attribuutit sisältävät numeerista informaatiota puolestaan määrittelystä paikasta. Paikkakohtaisen attribuutin toiminta on samanlaista kuten oliokohtaisen attribuutinkin. Paikkakohtaisia attribuuttimäärittelyjä voidaan käyttää muun muassa seuraavissa tapauksissa:

- Saapumismäärittelyissä
- Prosessointilogiikassa (operointilogiikka)
- Liikkumislogiikassa
- Erilaisissa reititysopeaatioissa
- Sisään tulevien olioiden valintasäännöissä (minimi ja maksimi attribuuttimäärittelyt)
- Paikkojen toimenpidekieltojen määrittelyssä (ajat jolloin tietty toimenpidealue ei ole käytettävissä/toiminnassa)

Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairanhoidon päivystyksen mallissa attribuuttimäärittelyjä käytettiin potilaiden liikkumisen, reitityksen sekä prosessointilogiikan määrittelyyn. Koska erikoissairanhoidon päivystyspoliklinikka ja samalla rakennettava malli koostui useasta eri hoitoryhmästä (viisi eri hoitoryhmää), tarvittiin melko paljon attribuuttimäärittelyjä (jokaiselle hoitoryhmän edustajalle omat määrittelyt) mallin toiminnallisuuden määrittelyä varten. Yhteensä attribuuttimäärittelyjä tehtiin 44 erilaista.

Attribuuttimäärittelyt tehdään siihen tarkoitettun editorin avulla, joka koostuu neljästä eri määrittelykentästä. Nämä kentät ja niiden tehtävät ovat:

1. **ID:** Tämän kentän avulla annetaan attribuutille identifioiva nimi, johon sijoitetaan tiettyä potilasta, näytettä tai dokumenttia (olioita) koskevaa numeerista informaatiota mallin eri vaiheissa.

Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa attribuuteille annettiin mahdollisimman kuvaavat nimet, jotta niiden toiminnallinen tarkoitus tulisi mahdollisimman selkeästi esille kaikille osapuolille. Käydään myöhemmässä vaiheessa, kenttien kuvauksien jälkeen, hieman tarkemmin läpi erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa määriteltyjä attribuutteja sekä niiden käyttötarkoituksia.

2. **Type:** Tässä kentässä määritellään attribuuttiin tallennettavan arvon tyyppi. Tallennettava arvo voi olla joko kokonaisluku tai reaalityyppi. Erikoissairaanhoidon tapauksessa jokaisen attribuutin arvoksi määriteltiin kokonaisluku, koska potilaan ominaisuudet oli helposti kategorisoitavissa tällä tavoin.
3. **Classification:** Luokittelukentän tarkoituksena on määrittää attribuutti koskemaan joko oliota eli tässä tapauksessa potilasta, näytettä tai dokumenttia tai vaihtoehtoisesti tiettyä paikkaa (toiminnallinen alue). Erikoissairaanhoidon tapauksessa käytettiin molempia määritteitä, koska ominaisuusarvoja oli tärkeä liittää sekä määriteltyihin toimenpidealueisiin että käsiteltäviin olioihin. Tarkemmat määrittelyt ja erottelut tehdään hieman myöhemmässä vaiheessa kenttä määrittelyjen jälkeen.
4. **Notes:** Muistiinpanokenttään on mahdollista lisätä selvitystä attribuutin käyttötavasta ja käyttötarkoituksesta tai antaa muita tarvittavia huomioita mallin käyttäjälle. Erikoissairaanhoidon tapauksessa tämä nähtiin hyväksi menettelyksi, koska tarvittavia attribuutteja oli niin monia ja ne koskivat useita eri resursseja sekä olioita.

Attribuuttimäärittelyjen tekeminen suoritetaan siis edellä kuvatulla tavalla käyttäen siihen tarkoitettua editoria. Attribuuttimäärittelyt ovat kuitenkin aina mallin rakentajasta kiinni (mikä tapa on kenenkin mallintajan mielestä selkein ja helpoin esitystapa), joten käydään seuraavaksi Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon simulointimallin attribuuttimäärittelyjä hieman tarkemmin läpi paremman ja selkeämmän kuvan antamiseksi. Erikoissairaanhoidon mallissa syntyi kuvan 23 mukaiset attribuuttimäärittelyt.

MedModel - päivystys_27_9_kaikki_hoitoryhmät_labratarkennusta_2tutkimushuonetta.mod (P_Poliklinikka) - [Attributes]			
File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help			
ID	Type	Classification	Notes...
Triage	Integer	Ent	Triage 1 = hoito aloitetaan
Kokonaisaika	Integer	Ent	
Hoitajakontaktin_jälkeen	Integer	Ent	1 = lääkärille, 2 = tutkimus
Lääkäri	Integer	Ent	1 = Ei käyty ensimmäisessä
Lab	Integer	Ent	1 = Ei käyty lab.tutkimuksi
Rtg	Integer	Ent	1 = Ei käyty rtg.tutkimuksi
HP	Integer	Ent	1 = kotiin, 2 = sairauskert
Tutkimukset	Integer	Ent	1 = Lab.tutkimukset, 2 = Rt
Sairauskertomus_ID_Sisätauti	Integer	Loc	ID:n avulla yhdistetään oik
Sairauskertomus_ID_KirurgiaTrauma	Integer	Loc	
Sairauskertomus_ID_KirurgiaGE	Integer	Loc	
Sairauskertomus_ID_Neurologia	Integer	Loc	
Sairauskertomus_ID_Lastentaudit	Integer	Loc	
ID_Sisätauti	Integer	Ent	Sairauskertomus_ID sijoitet
ID_KirurgiaTrauma	Integer	Ent	
ID_KirurgiaGE	Integer	Ent	
ID_Neurologia	Integer	Ent	
ID_Lastentaudit	Integer	Ent	
Näyte_Sisätaudit	Integer	Loc	
Näyte_KirurgiaTrauma	Integer	Loc	
Näyte_KirurgiaGE	Integer	Loc	
Näyte_Neurologia	Integer	Loc	
Näyte_Lastentaudit	Integer	Loc	
Näyte_ID_Sisätaudit	Integer	Ent	
Näyte_ID_KirurgiaTrauma	Integer	Ent	
Näyte_ID_KirurgiaGE	Integer	Ent	
Lääkärin_toimenpideaika_HP	Integer	Ent	Mittaa hoitopäätöskontaktin
Lääkärille_odotus_kävelevät	Integer	Ent	Mittaa Triage 3 ja 4 potil
Lääkärille_odotus_paari	Integer	Ent	Mittaa Triage 3 ja 4 potil
Hoitajalle_odotus_kävelevät	Integer	Ent	
Hoitajalle_odotus_paari	Integer	Ent	
Hoitopäätökseen_odotus_kävelevät	Integer	Ent	
Hoitopäätökseen_odotus_paari	Integer	Ent	
Tutkimuksiin_odotus_kävelevät	Integer	Ent	
Tutkimuksiin_odotus_paari	Integer	Ent	
Sairauskertomusta_odottavat_kävelevät	Integer	Ent	
Sairauskertomusta_odottavat_paari	Integer	Ent	
Potilasryhma	Integer	Ent	
Näyte_ID_Neurologia	Integer	Ent	
Näyte_ID_Lastentaudit	Integer	Ent	
Operointiaika_Rtg	Integer	Ent	Mittaa röntgenin toimenpide
Operointiaika_Lab	Integer	Ent	Mittaa Laboratorion toimenp
Hoitajan_toimenpideaika	Integer	Ent	Mittaa Hoitajan toimenpides
Lääkärin_toimenpideaika	Integer	Ent	Mittaa ensimmäisen lääkärin

KUVA 23 Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen attribuuttimääritykset

Attribuuttimääritykset tehtiin mallissa kahdella eri tavalla. Joidenkin attribuuttien kohdalla tehtiin ainoastaan yksi määrittely, jota jokainen hoitoryhmä ja sen edustaja pystyi käyttämään itsenäisesti omien yksilöllisten arvojensa talletukseen. Toisten attribuuttien kohdalla piti taas puolestaan jokaiselle hoitoryhmälle

määritellä samaa toimenpidettä varten oma attribuuttiversio. Se miksi toiset attribuutit olivat määriteltävissä ns. yleisellä tasolla ja toiset tarvitsivat sitten taas yksilökohtaisia määrittelyjä, johtui määrittelyjen prosessien luonteesta. Hoitoryhmien yhteiset prosessit vaativat yleensä tarkempia hoitoryhmäkohtaisia attribuuttimäärittelyjä samalle prosessivaiheelle. Saman attribuutin (samannimisen) käyttö samassa prosessivaiheessa oleville eri hoitoryhmien edustajille saattoi nimittäin antaa attribuutin arvoksi saman ominaisuusarvon, jolloin potilaalle suoritettun toimenpiteen yksilöiminen myöhemmässä vaiheessa aiheutti ongelmia.

Prosessointilogiikan rakentamiseen ja määrittelyyn palataan myöhemmin tarkemmin mutta esimerkkinä edellä mainitusta ongelmasta voitaisiin karkealla prosessikuvaustasolla antaa vaikka seuraavanlainen: potilas saapuu hoitopäätöskontaktiin, jonka jälkeen hänelle kirjoitetaan jatkohoitoon ohjautumisen tapauksessa sairauskertomus. Nyt on muistettava, että jokaisen hoitoryhmän edustajalla on omat resurssinsa ja toimenpidepaikkansa (oma lääkäri ja vastaanottohuone, jne.). Hoitopäätöksen jälkeen potilas ohjataan odottamaan sairauskertomuksen kirjoitusta erikseen määrätyle odotusalueelle ja sairauskertomus lähetetään kirjoitettavaksi osastosihteerille. Tässä vaiheessa luodulle sairauskertomukselle ja potilaalle luodaan mallissa yhteinen identifioiva tunnus (numeerinen arvo), jonka avulla oikea sairauskertomus on mahdollista kirjoitusvaiheen jälkeen yhdistää oikeaan potilaaseen. Jos nyt numeroarvoa, on se sitten paikkakohtainen tai potilaskohtainen, kasvatetaan aina yhdellä, tullaan jossain vaiheessa siihen tilanteeseen, että kahden tai useamman hoitoryhmän edustaja saattaa saada saman attribuuttiarvon (riippuen potilasmäärästä ja saapumistiheydestä). Tämä johtuu siitä, että oletusarvoisesti attribuutti on alustettu arvoon nolla. Näin ollen jokaisen hoitoryhmän potilailla identifioiva numeroarvo alkaa nolasta ja ne kasvavat ns. rinnakkain, koska käytössä on eri toimenpidealue jokaiselle hoitoryhmän edustajalle. Tämä johtaa siihen, että jossain vaiheessa, käytettäessä samaa attribuuttia, tullaan tilanteeseen jolloin kahden eri hoitoryhmän edustajalla on sama attribuuttiarvo. Tämä puolestaan johtaa mallin lukkiutumiseen ko. prosessivaiheen osalta. Tämän vuoksi on hyvä käyttää hoitoryhmäkohtaisia attribuuttimäärittelyksiä samalle prosessivaiheelle.

Palataan prosessointilogiikkaan tarkemmin myöhemmässä vaiheessa ja siirrytään tässä vaiheessa tutkimaan tarkemmin määriteltäviä attribuutteja sekä niiden toiminnallisia tarkoituksia. Käydään attribuutteja läpi kahdessa eri vaiheessa. Ensin selvitetään ns. yleisiä attribuutteja eli attribuutteja, joita jokainen hoitoryhmä pystyy käyttämään samassa muodossa hyväkseen ja tämän jälkeen tutustutaan attribuuttimäärittelyyn, jotka on tehty aina hoitoryhmäkohtaisesti jokaiselle ryhmälle erikseen. Yleismääritteisiä attribuutteja mallissa ovat seuraavat:

- **Triage:** Tähän attribuuttiin talletetaan mallissa kiireellisuuden arvo, jonka perusteella potilaan kulku mallissa määräytyy. Kiireellisyysluokitus on neljä tasoinen ja attribuutti voi siis saada arvoja yhdestä neljään. Tasot ja numeroarvot ovat seuraavat:

- *Triage 1:* Hoito aloitettava välittömästi. Tässä tapauksessa potilas ohittaa kaikki muut odottavat potilaat ja vaatii resursseja käyttöönsä heti
 - *Triage 2:* Hoito aloitettava alle 10 minuutissa. Tämä potilastyyppi ohittaa alemman luokituksen potilaat.
 - *Triage 3:* Hoito aloitettava alle tunnissa. Tämän kiireellisyysluokituksen potilas ohittaa mallissa alemman kiireellisyysluokituksen omaavan potilaan.
 - *Triage 4:* Hoito aloitettava alle kahdessa tunnissa. Tämän kiireellisyysluokituksen omaava potilas ei ohita mallissa ketään vaan odottaa, että kiireellisemmät potilaat on hoidettu ensin.
- **Kokonaisaika:** Tähän attribuuttiin talletetaan aika, jonka potilas on kokonaisuudessaan viettänyt poliklinikalla eli ts. läpivirtausaika. Potilaan saapuessa malliin attribuuttiin talletetaan sen hetkinen kellonaika. Potilaan poistuessa attribuuttiin talletettua aikaa käytetään poistumisajan ja saapumisajan erotuksen laskemiseen, jolloin saadaan tulokseksi aika, jonka potilas on kokonaisuudessaan viettänyt poliklinikalla.
- **Hoitajakontaktin jälkeen:** Tämä attribuutti toimii hoitajakontaktin jälkeisen reititysinformaation tallettajana. Päivystyspoliklinikalla potilaita on hoitajakontaktin jälkeen kolmen eri reititysominaisuuden omaavaa tyyppiä. Tämä kävi ilmi kerätystä havaintoaineistosta.
- Jotkut potilaat seuraavat perinteistä polkua eli menevät hoitajan tapaamisen jälkeen lääkärin vastaanotolle. Toisen tyyppin potilaat taas siirtyvät suoraan tutkimuksiin hoitajan tapaamisen jälkeen (hoitaja tilaa tutkimukset), jolloin heidän tapauksessaan ensimmäinen lääkärikontakti on ensimmäisten tutkimusten jälkeen tai vasta hoitopäätösvaiheessa molempien tutkimustulosten valmistumisen jälkeen. Kolmannen tyyppin potilaat puolestaan siirtyvät hoitajakontaktin jälkeen suoraan hoitopäätösvaiheeseen eli he eivät tarvitse lainkaan tutkimuksia. Tämän perusteella ko. attribuutti voi saada arvot 1-3. Arvo määrittyy attribuuttiin erillisen makron avulla ja reititys seuraavaan vaiheeseen muotoillaan näiden arvojen ja tämän attribuutin avulla. Makroiin palaamme hieman myöhemmässä vaiheessa.
- **Lab:** Tämä attribuutti koskee laboratoriotutkimuksia ja voi saada joko arvon yksi tai nolla. Attribuutin arvoa käytetään tietynlaisena lippuna, joka kuvaa tutkimusten suorituksen vaihetta ja jonka avulla potilas reititetään mallissa eteenpäin eri toimenpidevaiheissa. Attribuuttia käytetään seuraavanlaisesti: Attribuutin arvo alustetaan heti potilaan saapumisen alkuvaiheessa ar-

voon yksi, joka tarkoittaa sitä, että potilas ei vielä ole käynyt laboratoriotutkimuksissa. Potilaan saapuessa laboratoriotutkimuksiin attribuutin (lipun) arvo vähennetään nolnaan, jonka avulla saadaan määriteltyä tutkimukset suoritetuiksi. Tämän perusteella potilas saadaan ohjattua mallissa laboratoriotutkimusten osalta aina oikeaan paikkaan.

- **Rtg:** Tämä attribuutti koskee puolestaan röntgentutkimuksia ja toimii aivan samalla periaatteella kuin laboratoriotutkimusattribuuttikin. Attribuutti voi siis sisältää arvot nolla tai yksi riippuen siitä, onko määrätty röntgentutkimukset suoritettu.
- **Tutkimukset:** Tutkimusattribuutti sisältää tiedon potilaalle suoritettavista tutkimuksista. Attribuutti voi saada arvon 1, 2 tai 3. Arvo yksi tarkoittaa, että potilaalle on määrätty ainoastaan laboratoriotutkimukset. Arvo kaksi puolestaan tarkoittaa sitä, että potilaalle on määrätty ainoastaan röntgentutkimukset. Arvo kolme määrittelee potilaalle suoritettavaksi molemmat tutkimukset. Arvot määritellään attribuuttiin erillisen makron avulla, joka laskee havaintoaineistosta tehdyn analyysin perusteella prosentuaaliset osuudet kullekin arvolle.
- **HP:** Tämä attribuutti liittyy hoitopäätösvaiheeseen ja se voi saada joko arvon 1 tai 2. Arvo yksi tarkoittaa, että potilas voi siirtyä hoitopäätöskontaktin jälkeen suoraan kotiin eli poistua mallista. Arvo kaksi taas puolestaan määrittelee potilaan siirrettäväksi jatkohoitopaikkaan ja näin ollen odottamaan sairauskertomuksen valmistumista ennen varsinaista poliklinikalta (mallista) poistumista. Arvot saadaan jälleen kerran erillisen makron avulla ja prosentuaaliset osuudet on määritelty (todennäköisyydet) analysoimalla kerättyä aineistoa.

Edellä luetellut attribuutit olivat siis ns. yksikäsitteisiä attribuutteja, joita jokaisen hoitoryhmän edustaja voi käyttää ominaisarvojensa tallettamiseen ja reitityksen muodostamiseen ilman komplikaatioita. Siirrytään seuraavaksi tutkimaan hoitoryhmäkohtaisia attribuutteja. Käsitellään samaan toimintoon tarkoitettuja attribuutteja eri hoitoryhmien keskuudessa aina yhtenä ryhmänä, koska käyttötarkoitus attribuutilla on sama. Tällaisia attribuutteja ovat seuraavat:

- **Sairauskertomus_ID:** Sairauskertomustunnus on paikkakohtainen attribuutti, jota käytetään yhdistämään potilas oikeaan luotuun sairauskertomukseen kirjoituksen jälkeen. Tunnisteen luominen tapahtuu siten, että potilaan tullessa lääkärin luotoitopäätöskontaktiin, luodaan potilaalle tunniste-arvo, joka talletetaan tähän attribuuttiin. Attribuutin arvoa kasvatetaan jokaisen hoitopäätöskäynnin tapauksessa yhdellä, jolla vältetään saman tunniste-arvon antaminen useammalle potilaalle. Samassa yhteydessä luodaan potilasta koskeva sairauskertomus, joka saa si-

joituksena saman arvon omaan attribuuttiinsa (ks. seuraava attribuuttikuvaus). Sairauskertomus attribuutti on jokaisella hoitoryhmällä henkilökohtainen, jotta vältetään saman arvon antaminen useammalle potilaalle yhtäaikaaisesti ja näin ollen mallin virheellinen toiminta.

- **ID:** Tämä attribuutti on hoitopäätökskontaktivaiheessa luodun sairauskertomuksen tunniste. Jotta luodulla sairauskertomuksella sekä sen omistavalla potilaalla olisi sama tunniste-arvo, sijoitetaan edellä kuvatun potilaan sairauskertomustunnisteen arvo sairauskertomuksen tunnisteeseen. Tällä tavalla sekä potilas että sairauskertomus sisältävät saman tunniste-arvo ja sairauskertomuksen potilaan ja kirjoituksen yhdistäminen odotusalueella on mahdollista.
- **Näyte:** Näyte attribuutin toiminta on samanlainen kuin edellä kuvatun sairauskertomuksenkin. Tarkoituksena on luoda potilaalle sekä näytteelle näytteenottovaiheessa yksilöllinen tunniste, jonka avulla potilaan ja potilaalle tehtyjen tutkimusten tulosten yhdistäminen mallin ja prosessin myöhemmässä vaiheessa on mahdollista luotettavasti. Tässäkin tapauksessa jokaiselle hoitoryhmälle on määritelty oma näyteattribuuttiinsa, jotta virheitä välttyttäisiin yhdistämisvaiheessa.
- **Näyte_ID:** Näyte ID koskee, samoin kuin sairauskertomus ID:kin, uutta luotoa oliota eli tässä tapauksessa potilaasta näytteenottovaiheessa luotua näytettä. Näytteen tunnisteattribuuttiin sijoitetaan, samoin kuten sairauskertomuksen tunnisteattribuuttissakin, sama arvo kuin potilaan näyte attribuuttiin. Tällä tavoin otetun näytteen tulokset voidaan yhdistää myöhemmässä vaiheessa oikeaan potilaaseen.
- **Odotusaikojen määrittämiseen liittyvät attribuutit:** Nämä attribuutit ovat tarkoitettu potilaiden odotusaikojen sisältävän informaation tallettamiseen potilasprosessin eri vaiheissa. Attribuutteja ei ole tärkeää tässä vaiheessa ryhtyä tarkemmin listamaan, koska jokaisen attribuutin toimintaperiaate on sama, odotusaikojen sekä järjestelmässä oloaikojen tallennus ja säilöminen.

Edellä listattiin mallissa määritellyt ja käytetyt attribuutit karkealla tasolla. Tarkempaa, jokaisen attribuutin erillistä listausta, on turha ryhtyä tekemään sillä hoitoryhmäkohtaisten attribuuttien toimintaperiaate on aivan sama. Ongelmien välttämiseksi jokaiselle hoitoryhmälle on vain jouduttu tekemään oma versio ko. attribuutista (esimerkiksi id, sairauskertomus_id, näyte, näyte_id). Näin ollen edellä määritelty lista on tarpeeksi kattava kuvaamaan olennaisia potilas- ja paikkakohtaisia ominaisuuksia, joiden avulla prosessointia ja reititystä mallissa suoritetaan.

6.7 Simulointimallin vuoromäärittelyt

Vuoromäärittelyt ovat tärkeä osa mallin rakennusta varsinkin, jos halutaan allokoida resursseja mahdollisimman tarkasti. Vuoromäärittelyjen avulla määritellään tietyt, halutut ajanjaksot, joihin on kohdennettavissa yksilöllisesti tarkka, haluttu määrä resursseja. Tällä tavoin järjestelmän toimintaa pystytään mallintamaan mahdollisimman tarkasti sekä testaamaan eri vuoromäärittelyjen ja resurssimäärien avulla resurssien suhteuttamista eri ajanjaksoina ilmeneviin potilasvirtoihin. Vuoromäärittelyt ja resurssien kohdentaminen eri vuoroihin onkin pohjana resurssien optimaaliselle allokoinnille.

Ensimmäisenä vaiheena, ennen vaihtoehtoisten skenaarioiden luomista, on kuitenkin tämän hetkisten vuoromäärittelyjen määrittäminen sekä oikean resurssimäärän kohdentaminen jokaiseen vuoroon. Mallin pitää toimia ennen varsinaista testausvaihetta oikeanlaisesti (malli pitää olla validi) ja jotta tämä olisi mahdollista, pitää vuoromäärittelyjen mallissa vastata erikoissairaanhoidon päivystyksen tämänhetkisiä määrityksiä. Vasta tämän jälkeen voidaan ryhtyä kehittämään vaihtoehtoisia vuoro- ja resurssikuvauksia ja tutkimaan niiden avulla saatavaa vaikutusta valittuihin kohdemuuttujiin (läpivirtausaika, odotusajat).

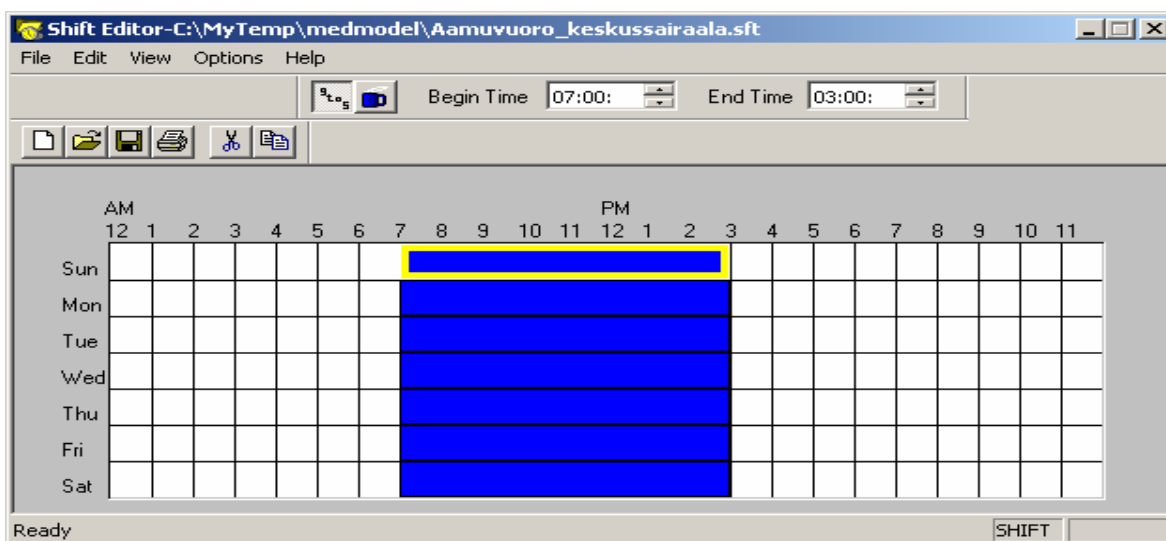
Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksessä työtä tehdään tällä hetkellä kolmessa vuorossa. Aamuvuoro alkaa klo 07:00 ja päättyy klo 15:00. Iltavuoro sijoittuu puolestaan ajanjaksolle 15:00–22:00 ja yövuoro ajalle 22:00–07:00. Pelkät vuoromäärittelyt eivät vielä kuitenkaan vielä ole tarpeeksi riittävät mallin rakennuksen kannalta vaan pitää myös tietää miten aiemmin määritellyt resurssit jakautuvat eri vuoroihin hoitoryhmäkohtaisesti. Tämä jako perustuu asiantuntijalausuntoihin ja on seuraavanlainen:

- Kirurgia: aamuvuorossa (07:00- 15:00) sairaanhoitajia kolme, joista yksi on myös lääkintävahtimestari (LVM), tai kaksi sairaanhoitajaa + LVM tai sairaanhoitaja + perushoitaja (ph) + lvm. Lääkäreitä paikalla on normaalisti yksi, jolla on mahdollisuus konsultoida spesialisteja tai hälyttää spesialisti paikalle, jos jokin erityinen potilas on tulossa. Iltavuorossa miehitys on sama ja konsultointimahdollisuudet ovat samantyyppiset. Tämän lisäksi sairaalassa on "seniori/leikkaussali päivystäjä" joka käy tarvittaessa. Yövuorossa Sh x 2, joista toisen oltava myös LVM tai SH/LVM ja ph.
- Sisätaudit: aamuvuorossa kaksi sairaanhoitajaa tai sairaanhoitaja + ph. Lääkäreitä aamuvuorossa on yksi. Iltavuorossa miehitys on sama kuin aamuvuorossa. Yövuorossa puolestaan on sairaanhoitaja, jolla apuna erikoisalojen yhteinen ph.
- Erikoisalut ja lastentaudit: Aamuvuorossa hoidettavana ovat etupäässä neurologiset potilaat. Miehitys aamuvuorossa on yksi sairaanhoitaja ja yksi lääkäri. Iltavuorossa neurologisten potilaiden lisäksi hoidettavana psyk, las, knk, silmä, keuh, ane, hk poti-

laat. Iltavuorossa on kaksi sairaanhoitajaa tai sairaanhoitaja sekä ph/lvm. Lapsipotilailla on erikseen oma päivystäjä, muut katsoo erikoisalojen päivystäjä. Yö vuorossa on yksi sairaanhoitaja sekä osuus perushoitajasta tai sairaanhoitajasta sisätautien kanssa.

Lääkärien ja sairaanhoitajien lisäksi päivystyspoliklinikalla tarvitaan myös muuta henkilökuntaa, jotka osallistuvat potilasprosessin erivaiheiden suorittamiseen. Heitä ovat muun muassa osastosihteerit, joita on aamuvuorossa terveyskeskuksen yöpäivystyksessä yksi sekä tämän lisäksi lisäresurssina yksi konekirjoittaja. Erikoissairaanhoidon päivystyksessä osastosihteereitä on aamu-, iltaja yövuorossa kaksi. Tämän lisäksi muuta henkilökuntaa ovat sairaalapulaiset, joita on aamuvuorossa kaksi, iltavuorossa kaksi sekä yövuorossa yksi. Yhtenä resurssina on vielä aamuvuorossa erikseen lähetti.

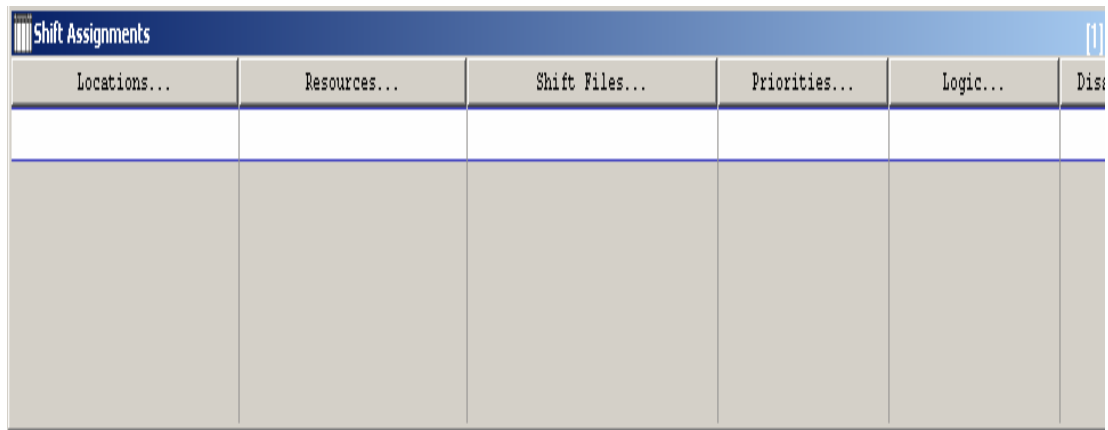
Nyt on selvillä erikoissairaanhoidon vuoro- ja resurssimääritykset ja seuraava looginen vaihe onkin määrittellä samat asiat myös kehitettävään simulointimalliin. Tämä tapahtuu simulointityökalussa kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa määritetään itse vuorot erillisen vuoroeditorin avulla (kuva 24).



KUVA 24 Esimerkkinä erikoissairaanhoidon päivystyksen aamuvuoromääritys

Vuoromääritys on mahdollista tehdä minuutin tarkkuudella ja ne voidaan määrittellä alkavaksi ja loppuvaksi mihin vuorokauden aikaan vaan. Kuvassa 24 on esitettyä aamuvuoromääritys Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen osalta. Samoin suoritetaan myös muiden vuoromääritysten teko. Jokainen vuoro talletetaan määrittämisen jälkeen omaksi tiedostokseksi (tiedostomuoto *.sft), johon toisessa vaiheessa on sitten mahdollista liittää resursseja.

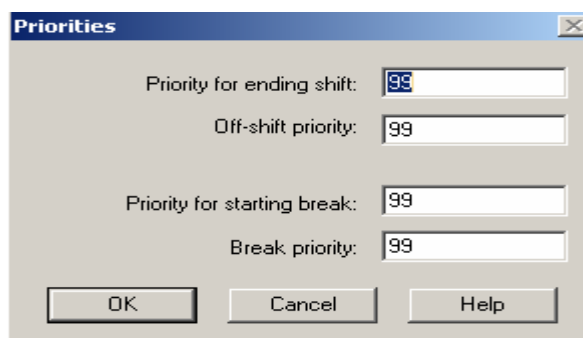
Toisessa vaiheessa osoitetaan tietyt resurssit tai toiminnalliset alueet tiettyyn vuoroon. Tämä tapahtuu erillisen vuoromodulin avulla (kuva 25).



KUVA 25 Vuoromääritysten tekoon tarkoitettu moduuli

Kuten kuvasta 25 voidaan havaita, moduulissa on kuusi kenttää, joiden avulla määrittäminen tapahtuu. Nämä kentät ovat:

1. **Locations:** Tämän kentän avulla voidaan osoittaa tietty toiminnallinen alue tiettyyn vuoroon. Tämän mallin puitteissa ei ollut tarpeellista sitoa tiettyjä alueita tiettyihin vuoroihin sillä samat alueet ovat aina käytössä.
2. **Resources:** Tässä kentässä valitaan resurssi, joka halutaan osoittaa tiettyyn vuoroon sekä tieto siitä kuinka monta kyseisen resurssin edustajaa käyttöön otetaan. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallin tapauksessa resurssit valittiin hoitoryhmäkohtaisesti edellä luetellun jaon mukaisesti (hoitajat, lääkärit).
3. **Shift Files:** Tämän kentän avulla edellä valittu resurssi liitetään haluttuun vuoroon. Erikoissairaanhoidon mallin tapauksessa käytettiin kolme olemassa olevaa vuoroa ja jokaiseen liitettiin erikseen hoitoryhmäkohtaisesti edellä lueteltu määrä resursseja.
4. **Priorities:** Tämä kenttä mahdollistaa prioriteettien asettamisen kuvan 26 mukaisesti. Erikoissairaanhoidon päivystyksen mallin tapauksessa erillisiä prioriteetti määrittämiä ei tarvittu.



KUVA 26 Simulointityökalun prioriteettitaulu

5. **Logic:** Tämä kenttä on vapaaehtoinen, jonka avulla voi halutessaan kontrolloida resurssien ja toiminnallisten alueiden toimintaa (miten menee pois käytöstä ja mitä siinä tapauksessa tapahtuu). Tämän työn puitteissa kehitettävässä mallissa ei nähty tarpeelliseksi määrittää ylimääräistä logiikkaa koskien resursseja ja toiminnallisia alueita mallissa, joten prioriteettimääritteet jätettiin oletusarvoihinsa.
6. **Disable:** Kenttä, jonka avulla kyseinen vuoromääritys voidaan ottaa pois käytöstä sitä kuitenkaan kokonaan poistamatta.

Nyt vuoromääritykset on suoritettu osa kerrallaan samalla selvittäen miten se käytännössä tapahtuu. Kokonaisuudessaan vuoromääritykset muodostuivat erikoissairaanhoidon osalta kuvan 27 mukaisiksi.

Locations...	Resources...	Shift Files...	Priorities...	Logic...	Disable
	Osastosihteeri1 (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Sisätauti (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Sisätauti (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	laboratoriohenkilökunta (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Röntgenhenkilökunta (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Osastosihteeri2 (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Osastosihteeri1 (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Sisätauti (3)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Sisätauti (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	laboratoriohenkilökunta (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Röntgenhenkilökunta (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Osastosihteeri2 (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Osastosihteeri1 (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Sisätauti (5)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Sisätauti (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	laboratoriohenkilökunta (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	Röntgenhenkilökunta (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	Osastosihteeri2 (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Kirurgia (1-3)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Kirurgia (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Kirurgia (4-6)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Kirurgia (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Kirurgia (7-8)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Kirurgia (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Neurologia (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Neurologia (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Neurologia (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Neurologia (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Neurologia (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Sairaanhoitaja_Neurologia (4)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No
	lääkäri_Lastentautit (1)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Kirurgia_päivystäjä (1)	C:\MyTemp\medmodel\Aamuruoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Kirurgia_päivystäjä (2)	C:\MyTemp\medmodel\Iltavuoro_ke	59, 99, 99, 99		No
	Kirurgia_päivystäjä (3)	C:\MyTemp\medmodel\Yövuoro_kesk	59, 99, 99, 99		No

KUVA 27 Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen vuoromääritykset

6.8 Datan tilastollinen käsittely (jakaumien määrittäminen) ja sijoittaminen malliin

Simulointimalliin on määritelty eri toimenpiteiden ajat kerätyn aineiston pohjalta. Aineisto kerättiin tietojenkeruukaavakkeella (Liite 1) merkitsemällä jokaisen toimenpiteen aloitusajankohdat kaavakkeeseen. Määritellyt potilasprosessin toimenpiteet on lueteltu jo aiemminkin mutta selvyuden vuoksi on hyvä kerrata ajankeruu pisteet myös tässä vaiheessa. Ajallinen informaatio kerättiin seuraavissa pisteissä:

- Potilaan saapuminen päivystyspoliklinikalle
- Hoitajakontakti
- Lääkärikontakti
- Röntgentutkimukset (tilaus, valmis)
- Laboratoriotutkimukset (tilaus, valmis)
- Hoitopäätöskontakti
- Sairauskertomus (kirjoitukseen, valmis)
- Potilaan poistuminen järjestelmästä

Jokaisessa pisteessä siis kirjattiin se aika, kun potilas oli saapunut kyseiseen toimenpiteeseen eli otettu vastaan (aloitusaika). Koska simulointimallissa eri pisteissä olevat odotusajat muodostuvat määriteltyjen toimenpideaikojen mukaan, ei tässäkään mallissa ja datan sijoittamisessa voitu olettaa, että toimenpideaajat voitaisiin määrittellä eri tapahtumapisteiden välisten aikojen erotuksena. Tämä olisi johtanut ja johtaa automaattisesti mallin väärienlaiseen toimintaan sillä eri tapahtumapisteiden välinen aika pitää sisällään itse varsinaisen toimenpiteen keston kuten myös odotuksen seuraavaan toimenpiteeseen. Jos nyt siis oletettaisiin, että eri tapahtumapisteiden väliset ajat olisivat toimenpiteiden kestoja, aiheuttaisi tämä vääristyneitä tuloksia. Esimerkiksi ei voida olettaa, että hoitajakontakti kestää siihen saakka kunnes lääkäri ottaa potilaan vastaan (siis varsinaisen ensitutkimusten kontakti). Nimittäin hoitajan suoritettua tietylle potilaalle ensitutkimukset, siirtyy potilas odottamaan lääkärin vastaanottoa ja hoitaja voi edellisen potilaan vielä odottaessa lääkärille pääsyä tutkia jo seuraavan tai useammankin potilaan.

Yleisesti simulointimalliin sijoitettavaa ajallista informaatiota tulee kerätä seuraamalla toimenpideaikojen varsinaisia kestoja. Esimerkiksi hoitajakontaktin kyseessä ollessa pitäisi mitata varsinaisen kontaktin kesto, joka alkaa siitä, kun hoitaja tapaa potilaan ja päättyy siihen kunnes hoitaja ottaa vastaan seuraavan potilaan. Niin kauan kuin hoitaja tutkii ja hoitaa edellisen potilaan asioita, joutuvat muut odottamaan vuoroaan.

Sama tilanne on lääkärikontaktin kohdalla. Lääkärikontaktin ajan mittaamisen ja määrittämisen tulisi alkaa siitä, kun lääkäri ottaa potilaan vastaan ja päättyä siihen, kun lääkäri ottaa seuraavan potilaan vastaan. Todellisten ja tarkkojen toimenpideaikojen määrittäminen on todellisuudessa hyvin vaikeaa ja usein pitääkin tyytyä siihen aineistoon mitä on saatavilla ja määrittää sen perusteella mahdollisimman reaaliset toimenpideaajat. Tutkitaan seuraavaksi sitä

miten Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksestä kerätystä aineistosta on määritelty toimenpiteiden ajat simulointimalliin.

6.8.1 Hoitajakontaktin määrittely kerätystä aineistosta

Hoitaja huolehtii potilaasta useaan otteeseen potilasprosessin aikana, joten voitaisiin sanoa, että hoitajakontakti kestää koko potilasprosessin ajan. Mutta jos ajatellaan potilasprosessia alkupisteestä loppupisteeseen etenevänä prosessina, joka on eritelty eri vaiheisiin, voidaan hoitajakontaktin määrittellä olevan hoitajan ensimmäinen kontakti potilaaseen, joka pitää sisällään potilaalle suoritettavat ensitutkimukset sekä diagnoosin ja josta potilas ohjautuu prosessissa eteenpäin.

Tällä tavalla data on kerätty reaali-prosessista ja näin asian on ajateltu olevan myös simulointimallissa. Mutta miten toimenpideaika hoitajakontaktille sitten on määritelty NOVA-projektin tapauksessa? Aiemmin tuli jo ilmi, että suoranaisesti toisiaan seuraavien tapahtumapisteiden alkuaikojen välistä ajallista erotusta ei voida käyttää kuvaamaan toimenpiteen kestoa mallissa. Millä tavalla on sitten määriteltävissä mahdollisimman realistinen aika kuvaamaan hoitajakontaktin kestoa?

Hoitajakontaktin kesto määriteltiin tutkimalla kerättyä dataa ja miettimällä samalla potilasprosessin nykyistä toimintamallia. Hoitajakontaktin alkuaika oli tiedossa, joten se ei ollut ongelma vaan ongelma oli määrittellä hoitajakontaktille loppuajankohta. Loppukohtaan löydettiin ratkaisu miettimällä hoitajan toimintamalleja ja työskentelytapoja.

Kun hoitaja on suorittanut potilaalle ensidiagnoosin ja mittaukset (suorituskyky, kiireellisyys, verenpaineen mittaaminen, jne.), tilaa hän mahdollisesti potilaalle heti seuraavaksi tarvittavat tutkimukset (laboratorio, röntgen). Näin ollen voidaan näiden tietojen perusteella olettaa, että hoitajakontaktin keston voi määrittellä kerätystä informaatiosta ottaen alkupisteeksi hoitajakontaktin (kaavakkeeseen merkitty alkuaika) ja lopuksi tutkimusten tilauksen. Tällä tavalla määritellyn toimenpideaajan voidaan uskoa kuvaavan reaalista hoitajakontaktin kestoa niin tarkasti, kuin se on mahdollista tehdä.

Hoitajakontakti = hoitajakontaktin alku (havainnointilomakkeesta)-tutkimusten tilaus

Tätä määrittelyä hyväksi käyttäen simulointimalliin määriteltiin hoitoryhmittäin kerätystä datasta hoitajakontaktin toimenpideaikaa kuvaavat todennäköisyysjakaumat. Käydään seuraavaksi läpi Stat:Fit-ohjelmalla saadut tulokset hoitoryhmittäin. Esitetään tässä ainoastaan se jakauma parametreineen, jota käytetään myös itse mallissa kuvaamaan hoitajakontaktin kestoa. Tarkempi listaus (jakaumien rankkaus sekä graafiset kuvaukset) löytyy liitteestä 2. Parhaat jakaumat hoitoryhmittäin olivat seuraavat:

- **KirurgiaGE:** Weibull(1., 1.4, 15.2)
- **KirurgiaTrauma:** Exponential(2., 8.24)

- **Neurologia:** Weibull(1., 1.63, 14)
- **Lastentaudit:** Weibull(5., 2.44, 13.9)
- **Sisätaudit:** Weibull(-0.251, 3.3, 3.16)

Nämä olivat jakaumat hoitajakontaktin osalta. Siirrytään seuraavaksi seuraavaan toimenpidevaiheeseen, joka on lääkärikontakti. Selvitetään toimenpideajan määrityspusteet ja sen jälkeen löydettyt jakaumat hoitoryhmittäin.

6.8.2 Lääkärikontaktin määrittäminen kerätystä aineistosta

Simuloinnissa yleisesti ottaen lääkärikontaktiin pätee samat oletukset kuin hoitajakontaktiin. Tämä tarkoittaa sitä, että lääkärin toimenpideajan pitää kuvata mahdollisimman tarkasti varsinaista kontaktiaikaa potilaan kanssa, jotta odotusajat muodostuisivat mahdollisimman todellisiksi potilasprosessin tässä vaiheessa. Jälleen ei voida nimittäin olettaa, että lääkärikontaktin kesto olisi kaavakkeessa olleiden peräkkäisten lääkäritapahtumien (lääkärikontaktihoitopäätöskontakti) välinen aika. Realistisesti ajatellen asian voi näin mieltää olevan sillä yleisesti ottaen lääkärikontakti päättyy vasta hoitopäätökseen. Jos nyt kuitenkin käytetään loogisesti vaiheesta toiseen etenevän potilasprosessin määrittelyä, niin lääkärikontakti ja hoitopäätöskontakti ajoittuvat useasti eri prosessin vaiheisiin ja siksi niitä käsitellään erillisinä tapahtumina. Monissa tapauksissa lääkärikontaktin ja hoitopäätöskontaktin välissä suoritetaan muun muassa potilaalle määritellyt tutkimukset.

Lääkärikontaktin määrittelyssä tutkittiin jälleen aineistoa ja perehdyttiin potilasprosessin toimintamalliin tässä kohdassa. Tiedossa oli kaavakkeeseen merkitty lääkärikontaktin aloitusajankohta mutta loppuajankohta oli määriteltävä aineistosta. Aineiston ja potilasprosessin rakenteen tutkimisen jälkeen päädyttiin lopputulokseen, että parhaiten loppuajankohtaa kuvaa lääkärikontaktin jälkeen tapahtuva tutkimusten tilaus. Perusteluna on, että tutkittuaan potilaan lääkäri mahdollisesti määrää potilaalle tutkimuksia. Nämä tutkimukset tilataan ennen kuin lääkäri ottaa vastaan seuraavan potilaan ja näin ollen lääkärikontaktin aika määräytyy seuraavasti:

Lääkärikontakti = lääkärikontaktin alkuajankohta (havainnointilomakkeesta)- tutkimusten tilaus (röntgen)

Useasti laboratoriotutkimusten tilausten voi hoitaa myös hoitaja mutta useasti röntgentutkimukset tilaa lääkäri itse. Tämän vuoksi tutkimusten tilausten kohdalla on päädytty ottamaan kiintopisteeksi juuri röntgentutkimukset. Tällä tavalla muodostettiin lääkärielle toimenpideaika, joka kuvaa mahdollisimman realistisesti (niin realistisesti kuin aineistosta oli mahdollisuus saada selville) lääkärin toimintaa.

Selvitetään edellä määritetyin perustein minkälaisia jakaumia kerätystä havainnointiaineistosta saatiin Stat:Fit tilasto-ohjelmalla. Käydään lääkärikontaktin osaltakin läpi löydettyt jakaumat ja niiden soveltuvuus kuvaamaan ko.

toimenpidettä hoitoryhmittäin ainoastaan tiivistetyksi kuvaamalla paras löydetty jakauma parametreineen. Tarkemmat kuvaukset ovat löydettävissä liitteestä 3.

- **KirurgiaGE:** Lognormal(1., 1.79, 11)
- **KirurgiaTrauma:** Inverse Gaussian(1., 10.2, 11.2)
- **Neurologia:** Weibull(2., 1.66, 12.8)
- **Lastentaudit:** Exponential(5., 9.03)
- **Sisätaudit:** Inverse Gaussian(1., 11.2, 9.57)

6.8.3 Hoitopäätöskontaktin määrittäminen kerätystä aineistosta

Hoitopäätöskontaktin toimenpideajan määrittämisessä aivan kuten muidenkin toimenpideaikojen määrittämisessä oli jo tiedossa alkuajankohta. Loppuajan kohdan määrittämisperusteita etsittäessä oli jälleen kerran tutkittava aineistoa sekä perehdyttävä ko. prosessiosan toimintamalliin. Edellä mainittujen tekijöiden perusteella löydettiin kerätystä aineistosta kiintopiste, joka kuvasi melko tarkasti hoitopäätöksen loppumisajankohtaa. Tämä tapahtuma oli sairauskertomukseen kirjoitukseen viemisaika.

Hoitopäätös nimittäin etenee siten, että lääkäri ottaa potilaan vastaan kuulemaan hoitopäätöstä, tämän jälkeen potilas poistuu ja lääkäri siirtyy saneluvaiheeseen. Saneltuaan hoitopäätöksen on saneltu sairauskertomus valmis viettäväksi kirjoitukseen ja lääkäri valmis vastaanottamaan uuden potilaan. Näin ollen hoitopäätöskontaktin kesto on mallissa määritelty seuraavasti:

Hoitopäätöskontakti = hoitopäätöskontaktin alku-sairauskertomus kirjoitukseen

Selvitetään seuraavaksi edellä tehtyjen määrittelyjen perusteella minkälaisia jakaumia kerätystä havainnointiaineistosta saatiin Stat:Fit tilasto-ohjelmalla hoitopäätöskontaktivaiheeseen. Käydään läpi löydettyt jakaumat (parhaat jakaumat) hoitoryhmittäin, koska erityyppiset potilaat vaativat erilaista hoitoa ja näin ollen toimenpiteen kestossa on vaihtelua. Tarkempi kuvaus hoitopäätöskontaktin määrittämisestä (ranking sekä graafiset kuvaajat) löytyy liitteestä neljä.

- **KirurgiaGe:** Weibull(1., 1.42, 13.8)
- **KirurgiaTrauma:** Weibull(1., 1.44, 17.9)
- **Neurologia:** Erlang(1., 6., 2.69)
- **Lastentaudit:** Triangular(4., 46.9, 4.)
- **Sisätaudit:** Pearson 5(-0.515, 4.15, 55.7)

Nyt on hoitopäätöskontaktivaiheeseen saatu määriteltyä simulointimallissa käytettävät jakaumat, joten on aika siirtyä seuraavan toimenpidevaiheen selvittelyyn. Käsitellään seuraavaksi sairauskertomuksen kirjoitus toimenpidettä, joka vaikuttaa oleellisesti myös potilaiden järjestelmässä oloaikaan. Erityisesti

tämä vaihe ja sen kesto vaikuttavat jatkohoitoon siirtyvien potilaiden läpivirtausaikaan. Tarkastellaan aluksi periaatteita, miten sairauskertomuksen kesto on kerätystä datasta määritelty ja sen jälkeen selvitetään jakaumat hoitoryhmäkohtaisesti.

6.8.4 Sairauskertomuksen keston määrittäminen kerätystä aineistosta

Sairauskertomuksen keston määrittäminen oli tutkimusten keston määrittämisen ohella yksi mallin helpoista toimenpideaikojen määrittelyistä. Tämä johtuu siitä, että havainnointikaavakkeeseen oli suoraan kirjattu sairauskertomuksen kirjoittamisen alkuaikajako sekä ajankohta, jolloin sairauskertomus oli valmis. Tämän perusteella sairauskertomuksen kirjoituksen kesto määriteltiin seuraavasti:

Sairauskertomuksen kesto = sairauskertomus kirjoitukseen-sairauskertomus valmis

Selvitetään seuraavaksi edellä tehdyn määrittelyn perusteella minkälaisia jakaumia kerätystä havainnointiaineistosta saatiin Stat:Fit tilasto-ohjelmalla tähän vaiheeseen. Käydään läpi parhaiten soveltuvat jakaumat parametreineen tiivistettynä luettelona hoitoryhmittäin. Tarkempi kuvaus löytyy liitteestä viisi.

- **KirurgiaGE:** Exponential(3., 20.7)
- **KirurgiaTrauma:** Lognormal(1., 2.69, 0.795)
- **Neurologia:** Pearson 6(3., 32.3, 2.5, 4.88)
- **Lastentaudit:** Exponential(5., 13.1)
- **Sisätaudit:** Inverse Gaussian(3.,49.9,26.8)

6.8.5 Laboratoriotuotteen ajallinen määrittäminen kerätystä aineistosta

Laboratoriotutkimusten osalta nähtiin tarpeelliseksi tarkentaa toimintaa siitä miten se alun perin tiedonkeruulomakkeessa oli suunniteltu. Tiedonkeruulomakkeessa laboratoriotutkimusten osalta simulointimalliin tarvittava aineisto (aikaleima) oli määritelty tutkimusten tilauksen ja tutkimusten valmistumisen väliseltä ajalta. Tämän havaittiin olevan kuitenkin aivan liian karkea määrittely sillä varsinaista näytteenoton hetkeä saati näytteen käsittelyn aikana potilaalle tapahtuvia toimintoja ei ollut mallin graafisessa tilassa mahdollista kuvata ja tämä olisi johtanut visuaalisen informaation vääristymiseen. Tämän vuoksi toimintaa laboratoriotutkimusten osalta tarkennettiin.

Tarkennusta varten tarvittiin informaatiota toiminnoista ja toimintojen kestoista tarkemmalla tasolla kuin mitä varsinaisessa tiedonkeruulomakkeessa oli määritelty. Tarvittava informaatio saatiin laboratorion suorittamasta tutkimuksesta, josta selvisi laboratoriotuotteen eri vaiheet ja niiden kestot. Tarkennusta ei ollut erikoissairaanhoidon kokonaisuutta ajatellen tarvetta tehdä niin tarkalla tasolla kuin laboratoriotuotteen tutkimuksessa oli tehty vaan ja-

ottelu tehtiin karkeasti kahteen eri kokonaisuuteen. Nämä kokonaisuudet olivat tutkimusten tilauksen ja näytteenoton päättymishetken välisestä ajasta muodostuva informaatio sekä näytteen varsinainen käsittelyaika laboratorioissa.

Ensimmäisen kokonaisuuden osalta eroteltiin vielä itse näytteenottohetki kokonaisajasta, jotta graafisessa tilassa päivystyspoliklinikan toiminta olisi mahdollisimman oikeanlainen. Näytteenoton ajallista informaatiota ei saanut suoraan aineistosta, joten se piti määrittellä käsin saatavilla olevasta informaatiosta. Tämä toteutettiin laskemalla aluksi jakauma tutkimuksen tilauksen ja näytteenoton loppumishetken väliselle ajalle. Tämän jälkeen suoritettiin jakaumasta 5 minuutin aikainformaation vähennys. Tämä vakioaika mallissa kuvaa itse näytteenottotapahtumaa. Lopputulokseen tehty määrittely ei aiheuta vääristymää, koska tutkimuksen tilauksesta kuluva aikainformaatio ennen varsinaista näytteenotto hetkeä generoidaan vähentämällä saadusta jakaumasta vakioaika viisi minuuttia ja varsinaiseksi näytteenottohetkeksi määritellään sitten tuo vähennetty viisi minuuttia. Ensin siis generoidaan saadun jakauman mukainen arvo, sitten vähennetään siitä viisi minuuttia ja itse näytteenottohetkellä lisätään takaisin tuo vähennetty viisi minuuttia. Näin ollen tutkimuksen tilauksen ja näytteenoton loppumishetken välisen ajan arvo pysyy samana. Listataan lyhyesti Stat:Fit tilasto-ohjelman perusteella löydetyt parhaiten toimenpidettä kuvaavat jakaumat. Tarkempi jakaumien sopivuusmäärittely sekä graafiset kuvaajat löytyy liitteestä kuusi.

- Varsinainen laboratorioaika (näytteen käsittely): Weibull(1., 1.78, 47.1)
- Tutkimusten tilausten- näytteenoton valmistuminen: Lognormal(2., 2.95, 0.649)

6.8.6 Röntgentoiminnan ajallinen määrittely kerätystä aineistosta

Röntgentoiminta oli alkuperäisen havainnointitutkimuksen mukaisesti kuvattu laboratoriotuotoimintojen tapaan eli melko karkealla tasolla. Ajallisen informaation kiintopisteinä olivat ainoastaan tutkimusten tilaaminen sekä tutkimusten valmistuminen. Tämä johti samaan ongelmaan kuin laboratoriotutkimusten tapauksessakin. Ajallisen informaation ollessa kovin karkealla tasolla, oli mahdoton tarkasti erottaa itse tutkimuksissa kuluva aikaa ja varsinaista odotusaikaa, jolloin potilaalle saatettiin tehdä myös muita toimenpiteitä (suorittaa laboratoriotutkimusten näytteenotto, jne.) ja tämä olisi jälleen kerran johtanut visuaalisen informaation vääristymiseen sekä ollut liian karkea tarkastelutaso myös numeerisen informaation kannalta.

Mallinnettaessa tutkimuksia liian karkealla tasolla saatetaan menettää arvokasta informaatiota järjestelmän toiminnasta. Tässäkin tapauksessa tutkimusten tilauksen ja valmistumisen välisenä aikana, ei olisi ollut mahdollista määrittellä potilaan/resurssien toimintaa kovinkaan tarkalla tasolla (potilas olisi ainoastaan odottanut tietyn määritellyn ajan yhdessä paikassa ja jatkanut sitten matkaansa prosessissa eteenpäin ilman erillistä jonotarkastelua). Se olisi tarkoiti-

tanut sitä, että erillisiä odotusalueita ei olisi ollut mahdollista määrittää vaan potilaat olisivat saapuneet tiettyyn määritettyyn paikkaan, jossa ei olisi ollut rajoitteita kapasiteetin suhteen eikä resurssien suhteen vaan jokainen määritellylle alueelle saapunut potilas olisi otettu heti käsittelyyn. Tämä siksi, koska potilaan odotusaika (samoin kuin toimenpideaikakin) olisi sisältynyt jo tutkimusten tilauksen ja valmistumisen väliseen aikaväliin.

Tämän vuoksi päätettiin tarkentaa ajallisen informaation tarkkuutta myös röntgenin osalta. Röntgenin osalta riittävä tarkennus oli kerätä informaatiota ainoastaan itse toimenpiteen osalta (varsinaisen röntgenkuvan ottaminen) sillä röntgenprosessi on huomattavasti suoraviivaisempi kuin laboratoriotutkimukset, jossa hoitaja yhden kierroksen aikana aina ottaa näytteen tietyltä määrältä potilaita, mikä taas puolestaan riippuu laboratorioon saapuvien pyyntöjen määrästä hoitajan ollessa edellisellä näytteenottokierroksella johtaen potilasmäärästä ja tutkimusten määrästä riippuvaan satunnaisuuteen.

Röntgentutkimusten osalta tietoa kerättiin siis ainoastaan itse toimenpidehetken osalta. Tämä tehtiin hoitoryhmittäin sillä eri hoitoryhmän potilailla (sisätaudit, kirurgia, lastentaudit, neurologia) kuvantamistapahtuman kestossa on eroja. Toimenpiteiden kestot saatiin asiantuntija arvioina (keskimääräiset ajat). Tarkastellaan seuraavaksi määrittelyä lyhyesti jokaisen hoitoryhmän osalta.

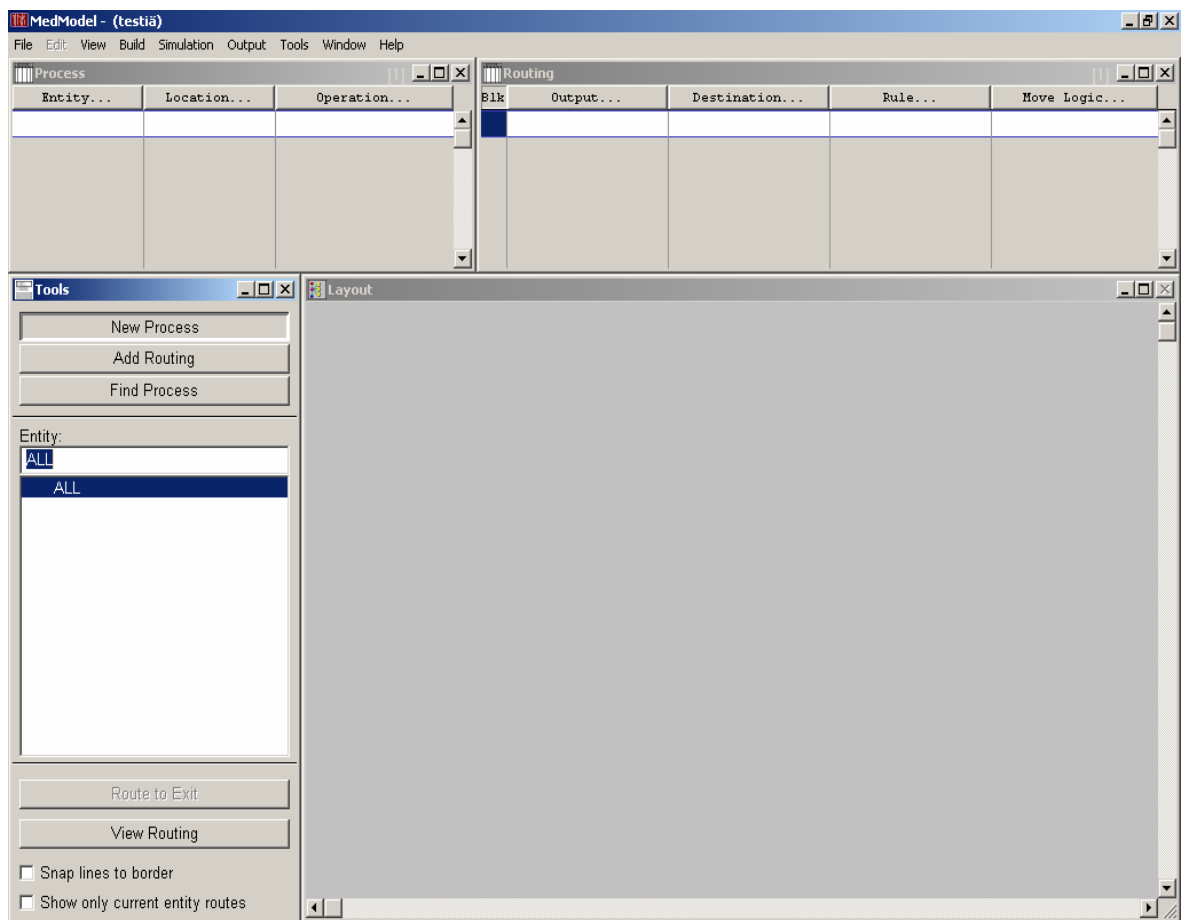
- **KirurgiaTrauma:** Toimenpiteen kesto arviolta 10 minuuttia. Hajonnaksi otettiin 2 minuuttia molempiin suuntiin ja mallissa toimenpideaika luotiin tämän perusteella tasajakauman mukaan, $U(10,2)$.
- **KirurgiaGE:** Toimenpiteen kesto arviolta sama kuin traumalla eli 10 minuuttia. Samoin perustein kesto kirurgiaGE:n tapauksessakin $U(10,2)$.
- **Neurologia:** Toimenpiteen kesto arviolta 20 minuuttia. Hajonnaksi määriteltiin kirurgian tapaan 2 minuuttia molempiin suuntiin. Tämän perusteella jakaumaksi mallissa tuli $U(20,2)$.
- **Lastentaudit:** Lastentautien osalta arvio oli n. 10 minuuttia. Hajonta samoin perustein 2 minuuttia molempiin suuntiin (ylös ja alas). Tällä perusteella jakaumaksi $U(10,2)$
- **Sisätaudit:** Sisätautien osalta toimenpiteen kestoksi arvioitiin n. 15 minuuttia. Hajonta toimenpiteestä riippuen 2 minuuttia ja jakaumaksi tasajakauma $U(15,2)$.

6.9 Simulointimallin prosessointimäärittelyt

Prosessointimäärittelyillä tarkoitetaan mallissa käsiteltävien olioiden, tässä tapauksessa potilaiden, dokumenttien ja näyttöiden, toiminta- ja reititysmäärittelyjä. Reititysmäärittelyjen avulla potilas ohjataan aina tietyistä vaiheesta ja toimenpiteestä seuraavaan potilaalle kuuluvaan toimenpiteeseen tai vaiheeseen. Toimintamäärittelyillä puolestaan määritellään potilaalle tehtävät toimenpiteet tietyllä toimenpidealueella ja tietyssä vaiheessa. Prosessointimäärittelyt spesi-

fioivat kaiken mitä potilaalle tapahtuu päivystysalueelle saapumisen ja päivystysalueelta poistumisen välisenä aikana.

Prosessointimäärittelyt tehdään simulointityökalun omalla prosessieditorilla (kuva 28), joka koostuu kahdesta eri taulukosta, prosessien editointitaulukosta sekä reititystaulukosta. Kuten kuvasta 28 voidaan havaita, ovat prosessointimäärittelyt (erityisesti reititys) tehtävissä joko suoraan edellä mainituilla editointitaulukoilla tai sitten graafisesti hiirellä pohjapiirustukseen (layout). Tämän työn puitteissa määrittelyt tehtiin manuaalisesti editointitaulukoiden avulla.



KUVA 28 Prosessointieditori, jonka avulla määritellään potilaalle tehtävät toimenpiteet prosessin eri vaiheissa sekä reititys vaiheesta toiseen

Ennen kuin prosessointilogiikan määrittelyihin voidaan ryhtyä, pitää kaikki tarvittavat toimenpidealueet sekä mallissa käsiteltävät oliot (potilaat, näytteet, dokumentit) olla määriteltynä. Jos tarvittavia elementtejä ei ole määriteltynä, on niihin viittaaminen ja halutun toimintamäärittelyn ja prosessointilogiikan tekeminen mahdotonta.

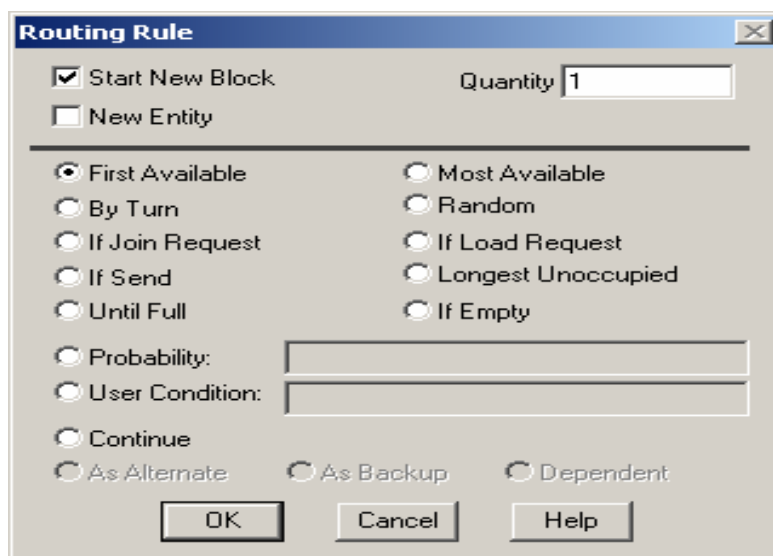
Tämä vaihe on kaikista identifioivien mallinnuksen vaiheilla sillä tässä vaiheessa määritellään koko päivystyspoliklinikan toiminta jokaisen potilasryhmän, resurssin ja toimenpidealueen osalta. Työkalu antaa ainoastaan taulukot,

johon määritykset tehdään mutta itse toiminta määritellään aina projekti- ja mallinnuskohtaisesti erillisten funktioiden avulla. Tässä vaiheessa kehitetyt käsitteelliset mallit (määritellyt prosessikuvaukset) käännetään siis toiminnalliseen muotoon. Prosessien rakenteellisten kuvausten lisäksi keräystä aineistosta määritellyt todennäköisyysjakaumat sijoitetaan tässä vaiheessa mallin rakenteisiin. Kyseessä on herkin mallinrakennuksen vaihe sillä prosessointimäärittelyt antavat säännöt sille, miten potilaita päivystysalueelle saapumisen ja poistumisen välisenä aikana käsitellään, joka puolestaan määrää mallin varsinaisen toiminnan.

Itse toiminta- ja reitityslogiikan määrittely tapahtuu seuraavasti: prosessin editointitauluun määritellään aluksi käsiteltävä olio (potilas, dokumentti, näyte). Tämän jälkeen vuorossa on paikkamäärittelyn tekeminen (määritellään se toiminnallinen alue, missä oliota prosessoidaan). Viimeiseksi vuorossa on itse oliolle tehtävän operaatiologiikan määrittely eli määritellään asiat, mitä potilaalle, dokumentille tai näytteelle (tai muulle vastaavalle oliolle) tehdään kyseisellä määrittelyllä alueella.

Edellä mainitut määritykset tehdään prosessien editointitaulun kenttiin. Kun edellä mainitut määritykset on saatu tehtyä, määritellään potilaalle reititysko. vaiheesta seuraavaan vaiheeseen. Reititysmäärittelyt suoritetaan viiden eri kentän avulla. Käydään läpi hieman tarkemmin eri kenttien merkitystä ennen siirtymistä itse varsinaisiin päivystyspoliklinikan yksilöllisiin vaihemäärityksiin, jotta muodostuisi selkeämpi kuva siitä miten potilaita ja muita olioita mallissa liikutellaan. Reititysmäärittelyt tehdään siis seuraavien kenttien avulla:

1. **Blk:** Tämä kenttä sisältää informaation käytettävästä reitityslohkosta. Yksi reitityslohko koostuu yhdestä tai useammasta vaihtoehtoisesta reittivaihtoehdosta, joista käyttöön määräytyvät vaihtoehdot (järjestys) valitaan myöhemmin määriteltävän sääntö kentän mukaisesti. Se mikä reitityslohko otetaan ylipäänsä käyttöön, määritellään puolestaan prosessien editointitaulun toimintakentässä (operation).
2. **Output:** Jos reititys on määritelty, käsittelystä lähtevän olion (potilas, dokumentti tai näyte) nimi on määriteltävä tähän kenttään. Nimi voi olla sama, joka tuli tähän toimenpiteeseen/vaiheeseen tai sitten se voi olla eri (voi sisältää jopa useita eri nimiä, jokainen omalla rivillään)
3. **Destination:** Tähän kenttään määritellään alue, johon käsiteltävä olio siirretään/ohjataan toimenpiteen suorituksen jälkeen. Vaihtoehtoisesti tähän voidaan määritellä alue ja pilkulla eroteltuna prioriteetti kyseiselle alueelle. Jos prioriteettia ei erikseen määritellä, on oletusarvona nolla.
4. **Rule:** Tämän kentän avulla määritellään säännöt, jonka perusteella kohdealue valitaan. Määrittely tapahtuu erillisen sääntöikkunan avulla, joka aukeaa klikkaamalla ko. kenttää. Sääntömäärittelytaulukko on kuvan 29 mukainen.



KUVA 29 Säätötaulukko, jonka mukaan valitaan käsiteltävän olion kohdealue

5. *Move Logic*: Tämän kentän avulla voidaan määritellä liikkumismenettelmä sekä myös muu logiikka, joka halutaan suorittaa sinä aikana, kun potilas tai muu käsiteltävä olio siirtyy paikasta toiseen.

Nyt kun periaatteet ovat selvillä, voidaan seuraavaksi ryhtyä tarkastelemaan erikoissairaanhoidon päivystyksen mallin toiminta- ja reitityslogiikkaa askel kerrallaan aloittaen potilaan saapumisesta poliklinikalle ja edeten siitä eteenpäin loogisesti aina potilaan poistumiseen saakka. Vaikka Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyspoliklinikalla jokaisen hoitoryhmän potilailla on samat hoitovaiheet, saattavat toimintaperiaatteet ja reititys hieman poiketa toisistaan eri vaiheissa. Tämän vuoksi käydään läpi potilaan kulkua päivystysalueella hoitoryhmäkohtaisesti suorittaen hoitoryhmäkohtaista jaottelea aina tarvittaessa tietyn prosessin vaiheen kuvauksen kohdalla.. Tällä tavoin saadaan mahdollisimman tarkasti kuvattua päivystyspoliklinikan toimintaa ja antaa parempi ja selkeämpi kuva sen toiminnasta ja periaatteista.

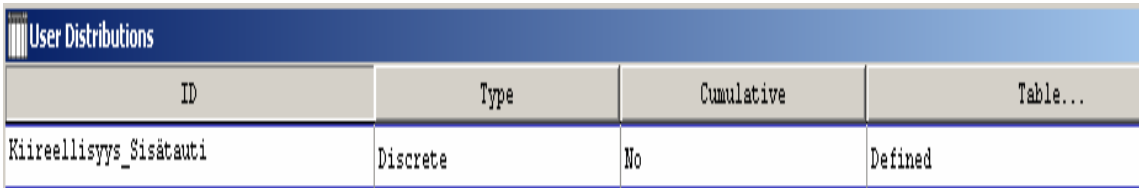
6.9.1 Potilaan päivystysalueelle saapumisen yhteydessä tehtävät määrittelyt

Aloitetaan potilasprosessin toiminnan kuvaus potilaan saapumisesta päivystysalueelle. Itse saapumistapahtumaa (tiheys, määrät, jne.) käsitellään erikseen myöhemmin sillä se on kokonaan erikseen määriteltävä toiminnallinen kokonaisuus. Tässä vaiheessa keskitytään ainoastaan potilaalle tehtäviin toiminnallisiin määrittelyihin sekä kulkuun vaiheesta toiseen päivystysalueella.

Rakennetussa simulointimallissa potilaalle tehdään heti sisäänkäynnillä muutama tärkeä, potilaan kulkua ohjaava määrittely. Näiden määrittelyjen teko on tärkeää, koska niiden pohjalta potilaan hoitojärjestys ja kulku sekä ajallisen

informaation kerääminen tapahtuu. Sisäänkäynnillä tehtävät määrittelyt ovat seuraavat:

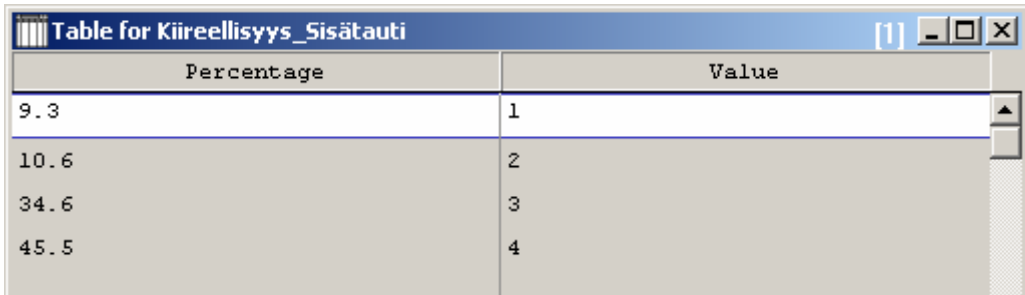
- Ensimmäisenä on triagen eli kiireellisyyden määrittely. Tämä on erittäin tärkeä vaihe, koska triage määrää päivystysalueella prosessissa etenemisjärjestyksen. Triagen arvo määräytyy kerätystä havainnointiaineistosta muodostetun empiirisen todennäköisyysjakauman mukaisesti. Empiirinen jakauma on muodostettu simulointityökalun käyttäjäkohtaisten jakaumamäärittelysten tekoon tarkoitetulla editorilla (kuva 30).



ID	Type	Cumulative	Table...
Kiireellisyys_Sisätauti	Discrete	No	Defined

KUVA 30 Kiireellisyyden määrittely potilaille siihen tarkoitettuun taulukon avulla (esimerkkinä sisätautipotilas)

- Käyttäjän määrittelemissä (empiirinen) jakaumissa määrittelyt tehdään neljän eri kentän avulla, jotka ovat
 - o **ID:** Määritellään jakaumalle tunniste, johon voidaan toimintalogiikan määrittelyissä viitata.
 - o **Type:** Määritellään jakauman tyyppi, joka voi olla diskreetti tai jatkuva.
 - o **Cumulative:** Määritellään onko jakauma kumulatiivinen vai ei-kumulatiivinen.
 - o **Table:** Taulukko, johon sijoitetaan prosentuaaliset todennäköisyyden jokaiselle triage-luokalle (kuva 31).



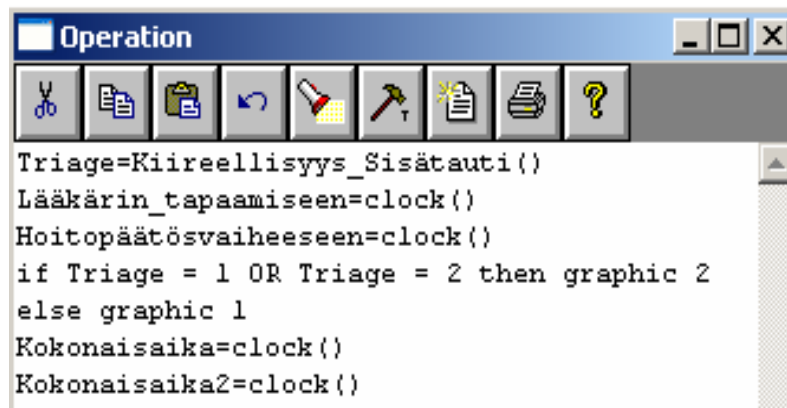
Percentage	Value
9.3	1
10.6	2
34.6	3
45.5	4

KUVA 31 Kiireellisyysluokkien todennäköisyysmäärittelyt (esimerkkinä sisätautipotilaat)

- Lääkärikontaktin attribuutin saapumisajan leimaaminen (Lääkärin_toimenpideaika). Tämän attribuutin avulla mitataan aikaa, joka kuluu potilaan saapumisesta ensimmäiseen lääkäriin ta-

- paamiseen eli aikaa, jonka potilas joutuu olemaan päivystyksen tiloissa ennen lääkärin tapaamista. Jotta aika olisi oikea, merkitään alkuajaksi potilaan saapumisaika kellosta tässä vaiheessa. Lopetusajana on varsinainen lääkärin tapaaminen. Siinä vaiheessa lasketaan aloitusajan ja lopetusajan välinen erotus, joka on varsinainen järjestelmässä oloaika ennen lääkärin tapaamista.
- Hoitopäätöskontakti attribuutin saapumisajan leimaaminen. Tämä attribuutti mittaa aikaa potilaan saapumisesta hoitopäätöskontaktiin. Toimintaperiaate on sama kuin kahdessa edellisessä.
 - Kokonaisu aika attribuutin saapumisajan leimaaminen. Tämän attribuutin tehtävänä on tallentaa potilaan läpivirtausaika eli aika jonka potilas kokonaisuudessaan viettää päivystysalueella ennen kotiuttamistaan tai siirtymistään jatkohoitoonpaikkaan. Toimii samalla tavoin kuin muutkin edellä aikaa mittaavat attribuutit. Tarkoituksena mitata potilasryhmäkohtaisia läpivirtausaikoja
 - Kokonaisu aika2 attribuutin saapumisajan leimaaminen. Tämä attribuutti tallentaa potilaiden läpivirtausaikaa mutta edellisestä attribuutista poiketen tekee sen koko potilasmassalle.

Edellä tehdyt ajalliset määrittelyt tehdään ja sijoitetaan haluttuun attribuuttiin clock()-funktion avulla, joka siis tallentaa ajan kyseisellä hetkellä arvoksi attribuuttiin. Kokonaisuudessaan sisääntulovaiheeseen tehdyt määrittelyt ovat kuvan 32 mukaiset.



```

Triage=Kiireellisyys_Sisätauti()
Lääkärin_tapaamiseen=clock()
Hoitopäätösvaiheeseen=clock()
if Triage = 1 OR Triage = 2 then graphic 2
else graphic 1
Kokonaisu aika=clock()
Kokonaisu aika2=clock()

```

KUVA 32 Sisäänkäynnin toiminnalliset määrittelyt potilaalle

Nyt on potilaalle suoritettu ensimmäisen vaiheen eli saapumisvaiheen toiminnalliset määrittelyt ja seuraavaksi määritellään potilaan reititys sisäänkäynniltä eteenpäin. Luonnollinen siirtymä sisäänkäynnistä on vastaanottoon ja tämä siirtymä on kaikille hoitoryhmän potilaille samanlainen. Siirtymävaiheen määrittely on siis kuvan 33 mukainen.

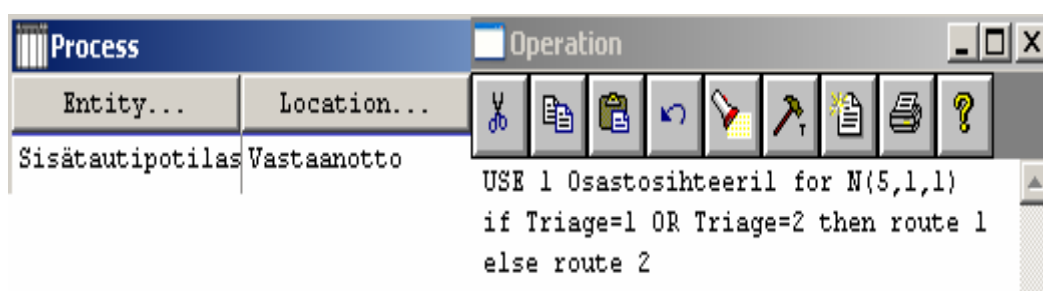
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Vastaanotto	FIRST 1	MOVE ON Päivystyspol:▲

KUVA 33 Potilaan reititysmäärittelyt sisäänkäynniltä vastaanottoon (esimerkkinä sisätautipotilas)

Nyt on kokonaisuudessaan saatu määriteltyä potilaalle tehtävät toimenpiteet sisäänkäynnin osalta sekä määriteltyä potilaan kulku prosessissa eteenpäin saapumisvaiheen jälkeen. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan seuraavan prosessin loogisen vaiheen eli vastaanottovaiheen toiminnallisia määrittelyjä sekä reititystä vastaanottovaiheesta eteenpäin.

6.9.2 Potilaalle mallissa tehtävät toimenpiteet vastaanotossa

Seuraavana luonnollisena vaiheena sisäänkäynniltä edetessä kaikille potilaille on vastaanottovaihe. Vastaanottovaiheessa suoritetaan perustietojen kirjaus järjestelmään. Mallissa tämä vaihe on kaikkien hoitoryhmien potilaille sama, joten ryhmien välistä erottelua ei tarvitse suorittaa tässä vaiheessa sen tarkemmin. Vastaanottovaiheen on arvioitu kestävän n. viisi minuuttia ja mallissa jakaumamäärittelyksi on tehty $N(5,1)$ eli normaalijakauma keskiarvolla viisi minuuttia ja varianssilla yksi minuutti. Kuvassa 34 on kuvattuna tämän vaiheen osalta toimintamäärittelyt.



KUVA 34 Toiminnalliset määrittelyt vastaanottovaiheessa sisätautipotilaan osalta

Toimintamäärittelyissä on määritelty vastaanottovirkailijaa käytettäväksi $N(5,1,1)$ minuutin ajaksi. Kun potilas on määritellyn ajan viettänyt vastaanottoalueella, reititetään hänet eteenpäin triage-luokituksen mukaan. Mallissa odotusalueet on jaoteltu triage-luokituksen mukaisesti siten, että kahden kiireellimmän luokan osalta potilaat sijoittuvat paariodotukseen ja kahden kiireettömämmän luokituksen osalta potilaat sijoitetaan kävelevien odotusalueelle. Vas-

taanotosta potilaat siirtyvät triage-luokituksen mukaiselle odotusalueelle kuvan 35 reititystaulun mukaisesti.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Odotus_paari_hoitaja	FIRST 1	MOVE ON Päivystyspol:
2	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_hoi	FIRST 1	MOVE ON Päivystyspol:

KUVA 35 Esimerkkinä reititysmäärittelyt sisätautipotilaan osalta vastaanotosta odotusalueille

Nyt potilaalle on suoritettu (koskien jokaista eri hoitoryhmää) vastaanotossa tarvittavat toiminnalliset määrittelyt sekä reititysmäärittelyt vastaanotosta eteenpäin odotusalueelle. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan odotusalueen toiminnallisia määrittelyjä sekä reititystä vastaanotosta eteenpäin hoitajakontaktiin.

6.9.3 Potilalle tehtävät määrittelyt odotusalueella

Mallissa odotusalueet on jaettu eri prosessin vaiheiden mukaan siten, että hoitajan tapaamista odotetaan omalla tietyllä alueella, samoin lääkärikontaktia, hoitopäätöskontaktia, laboratorioon ja röntgeniin pääsyä sekä sairauskertomuksen valmistumista. Tällä tavoin on mahdollista seurata ja tarkastella eri vaiheissa odottavien potilaiden määrää ja jonojen kertymistä paljon tarkemmin kuin yhdellä yksittäisellä odotusalue määrittelyllä, jossa eri vaiheisiin odottavat potilaat odottaisivat yhdellä ja samalla odotusalueella. Otetaan tarkastelun tässä vaiheessa käsittelyn alle hoitajakontaktiin odottavat potilaat, koska vastaanoton jälkeen looginen seuraava prosessin vaihe on juuri hoitajan tapaaminen.

Potilaalle ei tarvitse tehdä mallissa hoitajakontaktin odotusalueella muuta toiminnallista määrittelyä kuin graafiseen tilaan liittyvä potilaan kuvallisen informaation vaihto (vaihto seisovasta potilaasta istuvaksi ja kuljetettavasta potilaasta makaavaksi paripotilaaksi). Vaihto tehdään siihen tarkoitettun graphic-funktion avulla, joka vaihtaa graafisen elementin haluttuun toiseen elementtiin. Reitityslogiikan osalta määrittely on myös hyvin yksinkertainen, koska hoitajalle odotuksen jälkeen vuorossa on itse hoitajan tapaaminen, joka tekee potilaalle ensitarkastuksen (verenpaineen mittaaminen, haastattelu, tilan arviointi, jne.). Reitityslogiikka jokaiselle hoitoryhmän potilaalle sama mutta reititysalue on päivystysalueella, kuten myös mallissa eri. Tämä johtuu siitä, että jokaisella eri hoito-

ryhmän potilaalla on käytössä oman erikoisalalan hoitajaresurssit (samoin kuin myös lääkäriresurssit). Tässä vaiheessa ei kuitenkaan tarvitse kuvata potilaiden fyysistä sijoituspaikkaa sillä se selviää graafisesta määrittelystä, joten kuvataan ainoastaan seuraava reititystapahtuma. Käytetään esimerkkinä jälleen sisätautipotilasta (aivan kuten edelläkin on tehty). Reititysmäärittelyt ovat kuvan 36 mukaiset.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Sairaanhoidajat_Sisä	FIRST 1	graphic 5MOVE WITH S:

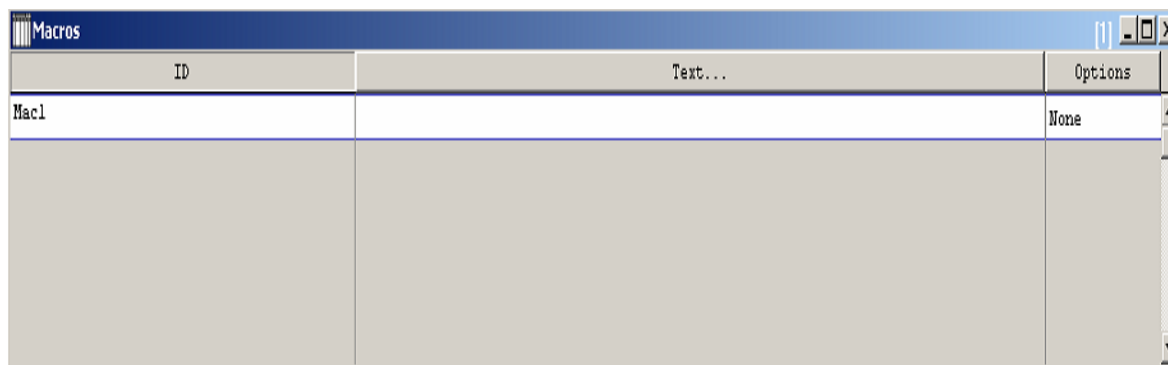
KUVA 36 Potilaan reititys mallissa odotusalueelta hoitajakontaktiin

6.9.4 Toiminnalliset määrittelyt hoitajakontaktissa

Hoitajakontakti on ensimmäinen prosessin vaihe, joka sisältää jo huomattavasti enemmän toiminnallisia määrittelyjä kuin aikaisemmat vaiheet. Tämän lisäksi potilaan kululle hoitajakontaktin jälkeen on useampia vaihtoehtoja verrattuna edellisten vaiheiden suoraviivaiseen etenemiseen (ainoastaan yksi ainoa polku eteenpäin). Käydään läpi aluksi potilaalle mallissa tässä vaiheessa tehtäviä määrittelyjä, jotka määräävät myös potilaan kulun seuraavaan prosessin vaiheeseen ja sen jälkeen käsitellään reitityksen määrittelyä hoitajakontaktivaiheesta eteenpäin.

Tämä vaihe pitää sisällään runsaasti potilaalle tehtäviä toiminnallisia määrittelyjä, jotka ohjaavat potilasta seuraavaan tarvittavaan vaiheeseen. Tiedon esittämisen selkeyden vuoksi, varsinkin toimintalogiikan osalta, käytetään suurien toiminnallisten kokonaisuuksien toteuttamiseen erillisiä rakennettuja makroja, joita kutsutaan toimintalogiikkamäärittelyissä ja jotka sitten suorittavat tietyt makrossa määritellyt toimenpiteet.

Makrot ovat pieniä ohjelman pätkiä, jotka tekevät tietyn halutun toimenpiteen ja joita voi kutsua prosessin erivaiheissa toiminnallisissa määrittelyissä tekemään saman toimenpiteen ilman lisämäärittelyjä ko. vaiheessa. Makrot rakennetaan simulointityökalun omalla makroeditorilla (kuva 37).

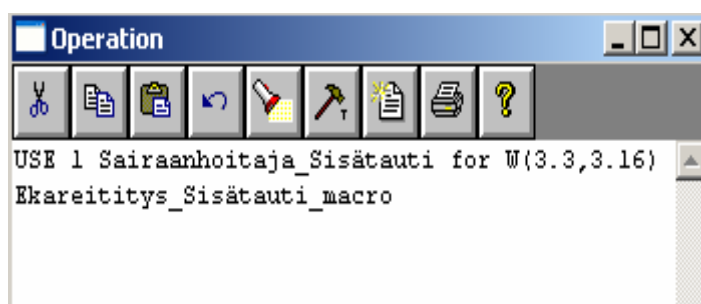


KUVA 37 Makrojen määrittelemiseen tarkoitettu editori

Makroeditori koostuu kolmesta eri määritteestä ja kentästä, joiden avulla haluttu toiminto saadaan rakennettua toiminnalliseksi kokonaisuudeksi. Nämä kolme kenttää ja niiden tarkoitukset ovat seuraavat:

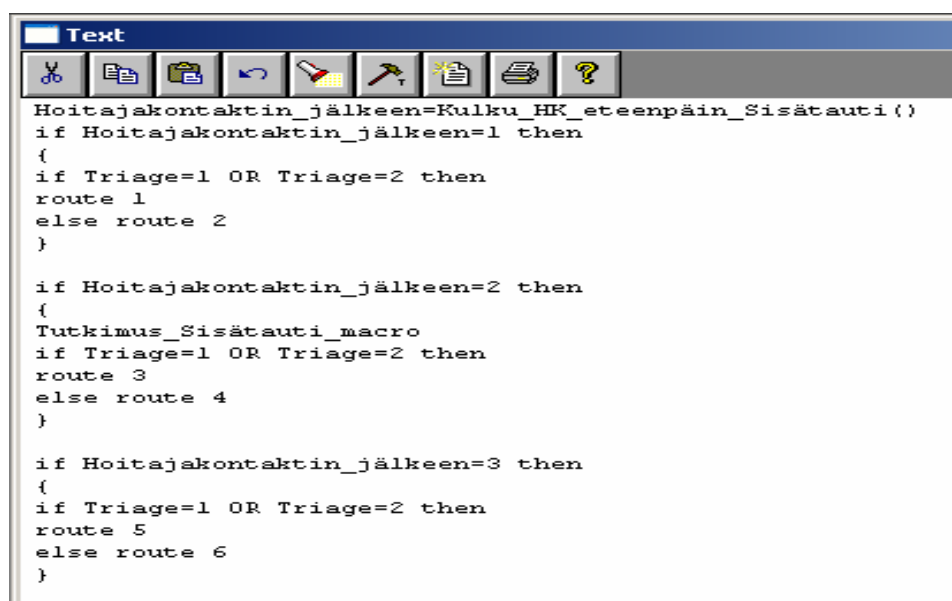
1. **ID:** Tämä kenttä yksilöi rakennetun makron. Makroa voi tämän tunnisteen perusteella kutsua missä tahansa mallin vaiheessa.
2. **Text:** Tähän kenttään määritellään (koodataan) varsinainen toiminnallinen osuus (makron sisältö). Kenttä voi sisältää koko toiminnallisen koodin tai vaihtoehtoisesti ainoastaan tietyn osan toteutettavan toimenpiteen rakenteesta.
3. **Options:** Tämä kenttä on vaihtoehtoinen makron määrittelyosuus. Kentän avulla on mahdollista määritellä makro joko ajonaikaiseksi liitänä parametrisiksi tai valita resurssi ryhmän.

Makrojen määrittelyperiaatteiden selvittämisen jälkeen voidaan ryhtyä tarkastellaan rakennettuja makroja erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin osalta. Keskitytään tässä vaiheessa tarkastelemaan hoitajakontaktin osalta toimintalogiikkaan tehtyjä yleismäärittelyitä sekä makromäärittelyjä ja niiden rakennetta. Hoitajakontaktivaiheen toimintalogiikka näyttää kuvan 38 mukaiselta.



KUVA 38 Hoitajakontaktivaiheessa käytettävä toimintalogiikka erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa

Hoitajakontaktivaiheessa määritellään ensimmäiseksi use-funktion avulla haluttu määrä hoitajaresursseja käyttöön (tässä tapauksessa yksi hoitaja) sekä hoitajan toimenpideaika, joka kuuluu potilaan hoitoon tässä vaiheessa. Toimenpideaika on satunnaislukugeneraattorin arpoma, kerättyyn aineistoon perustuva Weibull-jakaumaa noudattava arvo (määritelty aiemmin jakaumien määrittystä koskevassa luvussa). Kun tämä toimenpide on suoritettu, vuorossa on muiden tarvittavien määrityksien teko. Koska datan määrä on melko suuri sisällytettäväksi suoraan toimintalogiikan kenttään, on määrittämisestä rakennettu erillinen makro, jota kutsutaan tässä vaiheessa suorittamaan haluttu toimenpide. Tämä selkeyttää mallin rakennetta. Makron sisältö on kuvan 39 mukainen.



```

Hoitajakontaktin_jälkeen=Kulku_HK_eteenpäin_Sisätauti()
if Hoitajakontaktin_jälkeen=1 then
{
if Triage=1 OR Triage=2 then
route 1
else route 2
}

if Hoitajakontaktin_jälkeen=2 then
{
Tutkimus_Sisätauti_macro
if Triage=1 OR Triage=2 then
route 3
else route 4
}

if Hoitajakontaktin_jälkeen=3 then
{
if Triage=1 OR Triage=2 then
route 5
else route 6
}

```

KUVA 39 Hoitajakontaktivaiheen jälkeisen reitityksen määräävä makromäärittely

Edellä kuvatun makron tehtävänä on määritellä potilaan kulku hoitajan tapaamisen jälkeen seuraavaan tarvittavaan vaiheeseen. Tässä vaiheessa kerätyn aineiston perusteella löydettiin hoitoryhmäkohtaisia eroja potilaan kululle. Lastentautien tapauksessa potilaiden kulku hoitajakontaktista noudattaa aina samaa kaavaa eli seuraava luonnollinen siirtymä on aina lääkärin tapaaminen (lääkärikontakti). Lastentautien osalta ei siis tarvittu erillistä makromäärittelyä reittivaihtoehtojen ollessa yksi. Kirurgian, sisätautien ja neurologian tapauksessa sen sijaan potilaan kululle hoitajakontaktista eteenpäin on löydettävissä kolme eri vaihtoehtoa. Vaihtoehtojen mukaan potilas voi edetä joko tutkimuksiin (laboratorio, röntgen), lääkärin vastaanotolle tai suoraan hoitopäätöskontaktiin. Se miten oikea polku löytyy, määritellään laskemalla kerätystä aineistosta todennäköisyydet jokaiselle vaihtoehdolle ja rakentamalla simulointimallissa siitä oma empiirinen jakauma. Jakauma rakennetaan ja todennäköisyydet määritetään simulointityökalun omilla editoreilla. Eri kulkuvaihtoehdoille saatiin kuvan 40 mukaiset prosentuaaliset todennäköisyysarvot. Potilaat siirtyvät siis tie-

tyllä määritellyllä todennäköisyydellä seuraavaan todennäköisyysarvoa koskevaan vaiheeseen.

Percentage	Value
55.29	1
34.71	2
10	3

KUVA 40 Potilaiden kulun hoitajan tapaamisen jälkeen määrittävät prosentuaaliset todennäköisyydet (esimerkkinä sisätautipotilaat)

Makrossa on määritelty attribuutti hoitajakontaktin_jälkeen, johon määritellyn empiirisen jakauman mukainen reititysarvo sijoitetaan. Potilaan reititys määräytyy tämän jälkeen sekä saadun reititysarvon että triagen mukaan kuvan 41 mukaisella tavalla.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Odotus_paari_lääkärikontaktiin	FIRST 1	graphic 5MOVE WITH Sairaanhoi
2	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_lääkärikontaktiin	FIRST 1	graphic 1
3	Sisätautipotilas	Odotus_tutkimuksiin	FIRST 1	if Triage=1 OR Triage=2 then
4	Sisätautipotilas	Röntgen_odotus	FIRST 1	graphic 1
5	Sisätautipotilas	Odotus_tutkimuksiin	FIRST 1	if Triage=1 OR Triage=2 then
	Sisätautipotilas	Röntgen_odotus	FIRST	graphic 1
6	Sisätautipotilas	Odotus_paari_hoitopäätökseen	FIRST 1	graphic 5
7	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_hoitopäätöskontak	FIRST 1	graphic 1

KUVA 41 Reititys hoitajakontaktista eteenpäin kirurgian, sisätautien ja neurologian hoitoryhmien osalta (esimerkkinä sisätautipotilaan reittivaihtoehdot)

Potilaalle määräytyvästä reitistä riippuen makrossa tehdään tiettyjä toimenpiteitä. Potilaan ohjautuessa lääkärikontaktiin tai suoraan hoitopäätöskontaktiin tehtävät toimenpiteet liittyvät ainoastaan reititysinformaation määräytymiseen mutta potilaan ohjautuessa hoitajakontaktista tutkimuksiin, määritellään lisäksi potilaalle tehtävät tutkimukset seuraavan vaiheen toteuttamiseksi. Tällä tavoin jäljitellään reaali järjestelmän tilannetta, jossa hoitaja tilaa potilaalle tarvittavat tutkimukset ilman lääkärikontaktia. Tutkimusten määräytymisestä on rakennettu oma makro, joka on lisätty kuvan 39 makron sisään. Makro on kuvan 42 mukainen.

```

Tutkimukset=Tutkimus_Sisätauti()
if Tutkimukset=1 then
{Lab=1
Rtg=0}
if Tutkimukset=2 then
{Lab=0
Rtg=1}
if Tutkimukset=3 then
{Lab=1
Rtg=1}

```

KUVA 42 Potilaalle suoritettavien tutkimusten määräävä makro

Makrossa määritellään tiettyjen todennäköisyyksien mukaan potilaille tehtäväksi joko laboratoriotutkimukset, röntgentutkimukset tai molemmat tutkimukset. Jos potilaalle tehdään ainoastaan laboratoriotutkimukset, sijoitetaan Lab-attribuuttiin numeroarvo yksi. Lab-attribuuttiin sijoitettavaa arvoa käytetään ns. lippuna merkkamaan potilaalle tehtäviä tutkimuksia ja potilaalle jo tehtyjä tutkimuksia. Attribuutin arvon ollessa yksi, on potilaalle tehtävä laboratoriotutkimukset. Arvon ollessa nolla, potilaalle on jo suoritettu ko. tutkimukset ja potilas on valmis siirtymään seuraaviin tutkimuksiin tai kokonaan seuraavaan vaiheeseen. Samalla periaatteella toimitaan kahdessa muussakin tapauksessa (röntgen, molemmat tutkimukset). Tarkemmin ko. attribuutteja on käsitelty aiemmassa attribuutteja koskevassa luvussa.

Se miten tutkimukset potilaille määrätään, tapahtuu aineistosta laskettujen todennäköisyyksien mukaan. Saaduista todennäköisyyksistä on tehty empiirinen jakauma samalla tavalla kuin kiireellisyyden sekä hoitajakontaktin jälkeisen potilaan kulun tapauksessakin. Määritely todennäköisyystaulukko on kuvan 43 mukainen.

Percentage	Value
27	1
5	2
68	3

KUVA 43 Potilaille määrättävien tutkimusten todennäköisyydet (esimerkkinä sisätauti-potilaat)

Nyt on saatu valmiiksi prosessointimäärittelyt hoitajakontaktivaiheeseen saakka. Tässä vaiheessa potilaan kulku haarautuu useimmilla hoitoryhmillä kolmeen eri suuntaan. Ryhdytään tarkastelemaan seuraavia vaiheita ja potilaiden kulkua päivystysalueella potilasprosessissa tavallisimmassa järjestyksessä (siirtyminen hoitajakontaktista lääkärikontaktiin). Tämän perusteella otetaan ensimmäiseksi tarkastelun alle lääkärikontaktin odotusvaiheen toiminnalliset

määrittelyt sekä reititysmäärittelyt, jonka jälkeen tapahtuu siirtyminen itse toimenpidevaiheeseen.

6.9.5 Lääkärikontaktiin odotuksen toiminnalliset määrittelyt

Lääkärikontaktin odotusalueella ainoana toiminnallisena määrittelynä on hoitajakontaktin odotusalueen tapaan ainoastaan graafiseen tilaan liittyvä potilaan kuvallisen informaation vaihto (vaihto seisovasta potilaasta istuvaksi ja kuljettavasta potilaasta makaavaksi paripotilaaksi). Reitityslogiikan osalta määrittely on myös hyvin yksinkertainen, koska odotuksen jälkeen vuorossa on itse lääkärin vastaanotolle siirtyminen. Reitityslogiikka jokaiselle hoitoryhmän potilaalle sama mutta reititysalue on päivystysalueella, kuten myös mallissa, eri. Tämä johtuu siitä, että jokaisella eri hoitoryhmän potilaalla on käytössä oman erikoisalalan hoitajaresurssit (samoin kuin myös lääkäriresurssit). Tässä vaiheessa ei kuitenkaan tarvitse kuvata potilaiden fyysistä sijoituspaikkaa sillä se selviää visuaalisen informaation tarjoavasta pohjapiirustuksesta ja siihen tehdyistä graafisista määrittelyistä. Tämän vuoksi tässä vaiheessa kuvataan ainoastaan reitityseditorin avulla tehdyt määrittelyt (kuva 44). Käytetään esimerkkinä jälleen sisätautipotilasta (aivan kuten edelläkin on tehty).

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Lääkäri_Sisätaudit	FIRST 1	graphic SLOG "Lääkär:"

KUVA 44 Reititysmäärittelyt lääkärikontaktin odotusalueelta itse lääkärikontaktiin

Lääkärikontaktin odotusalueen prosessointimäärittelyt ovat melko yksinkertaiset, koska lääkärikontaktiin odotus ja itse lääkärikontakti ovat hyvin selkeästi ja suoraviivaisesti yhteydessä toisiinsa, niin mallissa kuin reaalijärjestelmässäkin. Ryhdytäänkin tarkastelemaan seuraavaksi itse varsinaista kontaktivaihetta.

6.9.6 Lääkärikontaktissa tapahtuvat toiminnalliset määrittelyt

Sekä lääkärin ensitapaaminen (lääkärikontakti) että hoitopäätösvaihe sijoittuvat samalle toiminnalliselle alueelle eli suoritetaan yleensä samassa määritellyssä tilassa. Koska potilasta koskevat toiminnalliset määrittelyt simulointimallissa ovat sidottu aina tietyille määritellyille toimenpidealueelle, pitää potilaan toiminnalliset määrittelyt tehdä lääkärin vastaanottoalueella sekä lääkärikontaktin (lääkärin ensimmäinen tapaaminen) että hoitopäätösvaiheen osalta yhdellä ker-

taa. Tämä erottelu pitää toteuttaa siten, että pystytään erottelemaan kummassa vaiheessa vastaanotolle saapuva potilas kulloinkin on (onko potilas ensitapaamisen vaiheessa vai hoitopäätös vaiheessa). Tämä on toteutettu Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa kuvan 45 mukaisella tavalla.



```

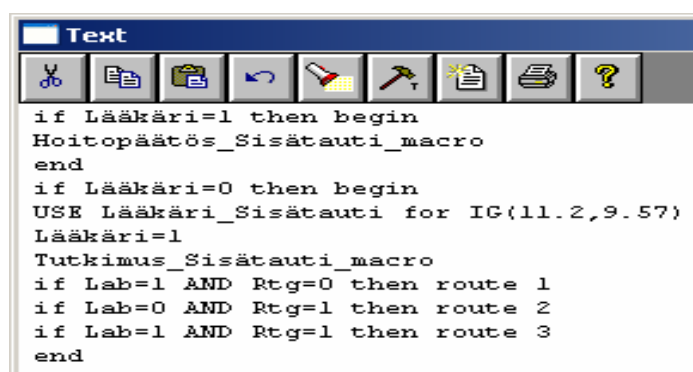
graphic 4
if Hoitajakontaktin_jälkeen=1 then beg:
Lääkärikontakti_Sisätauti_macro
end
else begin
Hoitopäätös_Sisätauti_macro
end

```

KUVA 45 Lääkärin toimenpidealueen toiminnalliset määrittelyt sekä lääkärin ensimmäiselle tapaamiselle että hoitopäätös vaiheelle

Datan määrä on molemmissa määrittelyissä sen verran suuri, että selkeyden vuoksi molemmista toiminnallisista kokonaisuuksista on rakennettu oma makronsa. Käsitellään tässä vaiheessa ainoastaan perusteita miten valinta eri vaiheiden välillä tehdään (lääkärikontakti vai hoitopäätöskontakti) sekä määritellyn makron rakennetta lääkärikontaktin osalta ja palataan hoitopäätöskontaktin toiminnallisiin määritteisiin (makron rakenne) myöhemmässä vaiheessa omissa aliluvuissaan.

Ensimmäisenä yhteisenä määritteenä on potilasta kuvaavan graafisen elementin määrittely lääkärin vastaanotolla, joka toteutetaan graphic-funktiolla. Seuraavaksi suoritetaan varsinainen vaiheiden jaottelu. Jako tehdään hoitajakontaktivaiheessa tehdyn reititysmäärittelyn mukaisesti. Niille potilaille, joille on määritetty hoitajakontaktin_jälkeen attribuutin arvoksi yksi eli määritetty seuraavaksi vaiheeksi lääkärin ensitapaaminen, suoritetaan lääkärikontaktivaiheeseen tarkoitettujen toimenpiteiden erillisen makron avulla. Lääkärikontakti vaiheen makro on kuvan 46 mukainen.



```

if Lääkäri=1 then begin
Hoitopäätös_Sisätauti_macro
end
if Lääkäri=0 then begin
USE Lääkäri_Sisätauti for IG(11.2,9.57)
Lääkäri=1
Tutkimus_Sisätauti_macro
if Lab=1 AND Rtg=0 then route 1
if Lab=0 AND Rtg=1 then route 2
if Lab=1 AND Rtg=1 then route 3
end

```

KUVA 46 Lääkärikontaktivaiheessa määritellyn makron sisältö

Makron alussa varmistetaan vielä, onko ensimmäinen lääkärikontakti suoritettu vai suorittamatta. Tämä suoritetaan siksi, koska kuvan 45 mukaisessa toiminnallisessa jaottelussa suoritettava vaihe valitaan ainoastaan potilaan hoitajakontaktin_jälkeen attribuuttiin määräytyneen arvon perusteella. Tämä attribuutin arvo säilyy potilaalla koko mallissa oloajan, joten aina lääkärin vastaanottoalueelle saapuessaan tämän tyyppinen potilas ohjautuisi automaattisesti ensimmäiseen lääkärikontaktiin vaikka oikea vaihe saattaisikin olla hoitopäätös vaihe. Näin syntyisi ko. potilaiden kohdalla ikuinen silmukka. Tämän välttämiseksi on rakennettu erillinen toiminnallinen määrite heti makron alkuun.

Tämän toiminnallisuuden periaatteet ovat samanlaiset kuin tutkimusten määräytymisen tapauksessakin eli käytetään niin sanottua numerolippua ilmaisemaan lääkärikontaktin tilaa. Jos potilas on käynyt jo ensimmäisessä lääkärikontaktissa, on attribuutin arvo yksi. Jos potilas ei vielä puolestaan ole käynyt ko. vaiheessa, on attribuutin arvo nolla.

Jos potilas, jonka on tarkoitus käydä ensimmäisessä lääkärikontaktissa, ei saapuessaan lääkärin vastaanottoalueelle vielä ole toimenpidettä suorittanut, siirtyy hän kyseiseen toimenpidevaiheeseen ja hänelle tehdään seuraavat tapahtumat: Otetaan käyttöön toimenpidettä hoitamaan määritelty ko. potilasryhmän lääkäriresurssi ja määritetään toimenpiteen kestoksi Inverse Gaussian jakauman mukainen, simulointityökalun satunnaislukugeneraattorin muodostama arvo. Kun lääkäri on suorittanut tarvittavat toimenpiteet (toimenpideajan pituinen resurssin varaus), määritetään lääkäri-attribuutin arvoksi 1 kuvaamaan suoritettua lääkärikontaktia. Tässä vaiheessa määritellään potilaille myös tarvittavat tutkimukset (niiden potilaiden osalta, joille tutkimuksia ei vielä ole määrätty mutta joille ne pitää määrätä). Tämä tehdään jo hoitajavaiheessa kuvatun empiirisen jakauman ja oman makron avulla. Viimeisenä toiminnallisuutena on reititystietojen määrittäminen, joka suoritetaan triagen mukaisesti.

Toiminnallisten ominaisuuksien määrittämisen jälkeen vuorossa on vielä reititystietojen muodostaminen ja linkittäminen toiminnallisten määritteiden rakenteeseen. Ensimmäisen lääkärikontaktin jälkeen luonnollinen siirtymä on tarvittaviin tutkimuksiin ja näin ollen aluksi tutkimusten odotusalueelle. Jos potilaalle on määrätty molemmat tutkimukset, määrättyy hänen kulkureittinsä sen mukaan kumpaan toimenpiteeseen (laboratorio vai röntgen) on lyhyempi jono. Reititysmääritykset ovat kuvan 47 mukaiset.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Odotus_tutkimuksiin	FIRST 1	if Triage=1 OR Triag
2	Sisätautipotilas	Röntgen_odotus	FIRST 1	graphic 2
3	Sisätautipotilas	Odotus_tutkimuksiin	FIRST 1	if Triage=1 OR Triag
	Sisätautipotilas	Röntgen_odotus	FIRST	graphic 2

KUVA 47 Reititystiedot ensimmäisestä lääkärikontaktista eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilaat)

6.9.7 Laboratoriotutkimusten odotusalueen toiminnalliset määritykset

Tähän mennessä odotusalueet eivät ole sisältäneet kovinkaan paljon toiminnallisia määrittelyjä, koska kulku tietyn vaiheen odotusalueelta on ollut joko suoraviivaista tai potilaille käsittely muuten vain yksinkertaista. Laboratoriotutkimusten osalta tilanne on kuitenkin toinen. Laboratoriotoimintaa tarkasteltaessa tarkemmalla tasolla kuin tutkimusten tilausten ja valmistumisen välisenä kokonaisuutena, huomioon pitää ottaa myös päivystysalueen laboratoriotoiminnan oikeanlainen toimintamalli.

Reaalijärjestelmässä hoitaja lähtee aina kierrokselle saatuaan päivystysalueelta näytteenottopyynnön. Se kuinka monta näytettä yhden kierroksen aikana tullaan ottamaan, riippuu taas hyvin paljon hoitajan kierroksen aikana laboratorioon kertyvistä pyynnöistä. Tämä riippuu tietenkin puolestaan päivystysalueelle saapuvasta potilasmäärästä ja tarvittavien tutkimusten määrästä (joka riippuu potilaan tulo-oireesta).

Mallissa yhden kierroksen aikana otettavien näytteiden satunnaisuus toteutettiin muodostamalla analysoimalla laboratorion havainnointiaineistosta todennäköisyydet tietyille näytteenottomäärille. Aineistoa analysoimalla saatiin seuraavanlainen informaatio (kuva 48).

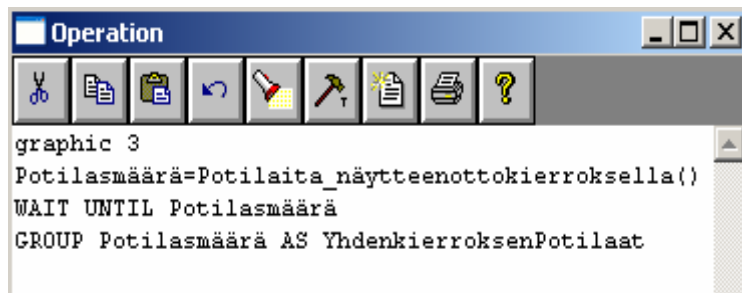
Osuudet

- 1 potilas per käynti - 27,3 %
- 2 potilasta per käynti – 33,5 %
- 3 potilasta per käynti – 17,0 %
- 4 potilasta per käynti – 7,2 %
- 5 potilasta per käynti - 6,4 %
- 6 potilasta per käynti – 3,1 %
- 7 potilasta per käynti – 3,6 %

KUVA 48 Todennäköisyydet sille kuinka monelta potilaalta otetaan näyte yhden näytteenottokierroksen aikana

Kuvan 48 todennäköisyyksien mukaan mallissa muodostettiin empiirinen jakauma, joka määritteli näytteenottojen määrän kierroksella. Tämän jakauman antama arvo talletettiin sitten Potilasryhmä-attribuuttiin. Odotusalueella odotettiin aina tämän attribuutin arvon mukaisen potilasmäärän kerääntymistä odotusalueelle, jonka jälkeen niistä muodostettiin yksi ryhmä GROUP-funtiolla. Tämä ryhmä siirtyi sitten odottamaan yhdellä kertaa tapahtuvaa näytteenottoa erikseen määritellylle näytteenottoalueelle.

Kokonaisuudessaan laboratoriotutkimusten odotusalueen toiminnalliset määrittelyt muodostuivat kuvan 49 mukaisiksi.



KUVA 49 Potilaan toiminnalliset määritteet laboratoriotutkimusten odotusalueella

Kuvassa 49 on kuvattuna ainoastaan toiminnalliset määritteet ja reititysinfor-
maatio pitää vielä määrittää erikseen. Yleisesti ottaen liikkuminen perustuu no-
peuteen ja etäisyyteen mutta tässä tapauksessa muodostetulle potilasryhmälle
määriteltiin vielä erikseen aika kuinka kauan siirtyminen näytteenottovaihee-
seen kestää ja sijoitettiin se kuvan 50 mukaisesti liikkumislogiikkaan. Tämä teh-
tiin siksi, koska aika, joka kuluu tutkimusten tilauksesta varsinaiseen näyt-
teenottohetkeen pitää myös huomioida mallin toiminnassa. Tämä aika sisältää
muun muassa ajan, joka kuluu sairaanhoitajan siirtymiseen laboratorionäyt-
teenotto alueelle. Koska hoitajalle ajan määrittäminen tuotti hankaluuksia, mää-
riteltiin hoitajan siirtymisaikaksi nolla ja siirrettiin varsinainen siirtymisaika poti-
lasryhmän osaksi. Tämä ajaa saman asian.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	YhdenkierroksenPotilaat	NäytePotilasalue	EMPTY 1	MOVE for L(2.95,0.649)

KUVA 50 Potilaan reititys tutkimusten odotusalueelta tutkimuksiin

6.9.8 Näytepotilasalueen toiminnalliset määrittelyt

Tälle alueelle laboratoriotutkimusten odotusalueella määriteltä ryhmä saapuu
odottamaan itse näytteenotto vaiheeseen saapumista. Jotta potilaita voitaisiin
käsitellä jälleen hoitoryhmäkohtaisesti, on muodostettu ryhmä purettava. Tämä
tapahtuu kuvan 51 mukaisesti UNGROUP-funktiolla.

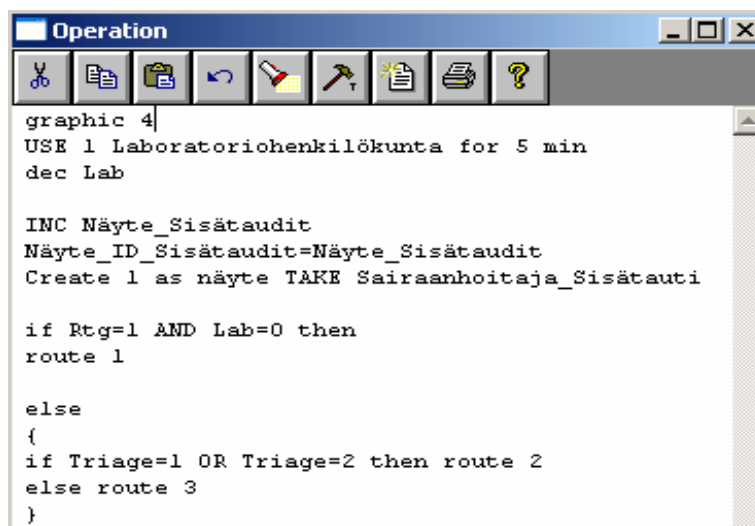


KUVA 51 Odotusalueella muodostetun ryhmän purkaminen

GROUP-funktion hyviin ominaisuuksiin kuuluu se, että ryhmää muodostettaessa jokaisen potilaan identiteetti säilyy ja potilaat ovat purkamisen jälkeen ohjattavissa hoitoryhmäkohtaisin määrittelyin (reititys) itse varsinaiseen näytteenottoaikaan (tilanteeseen). Seuraava vaihe, siirryttäessä näytepotilasaluelta itse näytteenotto alueelle, on vasta varsinaisesti itse laboratorioprosessi. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan kyseistä vaihetta hieman tarkemmin.

6.9.9 Laboratoriotutkimuksen prosessi

Laboratoriotoiminnan osalta toiminta alkaa potilaan näytteenotto vaiheessa. Tässä vaiheessa hoitaja saapuu ottamaan potilaasta tarvittavat näytteet ja toimittaa ne laboratorioon käsiteltäviksi. Itse näytteenottohetken ollessa kuitenkin ensimmäinen tapahtuma laboratorioprosessissa, aloitetaan toiminnallisten määrittelyiden selvitys siitä. Näytteenottovaiheen määrittelyt ovat kuvan 52 mukaiset.



```

graphic 4|
USE 1 Laboratoriohenkilökunta for 5 min
dec Lab

INC Näyte_Sisätaudit
Näyte_ID_Sisätaudit=Näyte_Sisätaudit
Create 1 as näyte TAKE Sairaanhoitaja_Sisätauti

if Rtg=1 AND Lab=0 then
route 1

else
{
if Triage=1 OR Triage=2 then route 2
else route 3
}

```

KUVA 52 Näytteenottovaiheen toiminnalliset määrittelyt

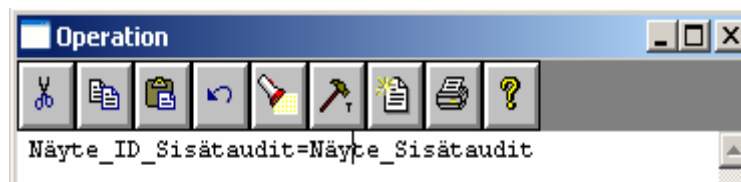
Näytteenotto vaiheessa tehdään aluksi visuaaliseen esitykseen tarvittava määrittely, joka on tässä tapauksessa potilasta kuvaavan graafisen elementin vaihto (suoritetaan graphic-funktiolla). Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen toiminnalliseen määrittelyyn ja otetaan tarvittava laboratorioresurssi käyttöön viideksi minuutiksi USE-funktion avulla. Kun varsinaisen toimenpide on suoritettu, on vuorossa potilaasta otetun näytteen luonti ja identifioivan tunnuksen (Näyte_ID, joka on paikka riippuvainen tunniste) määrittely. Tämän luodun tunnuksen avulla potilas ja potilaasta otetun näytteen tulokset ovat myöhemmässä vaiheessa yhdistettävissä toisiinsa. Jotta oikean potilasryhmän tutkimusten tulokset sekä potilasryhmät olisi mahdollista ohjata oikealle alueelle laboratorioalueelta poistumisen jälkeen, on jokaiselle ryhmälle luotu oma ID-attribuutti (kuvassa 52 sisätautien osalta attribuutti on näyte_id_sisätaudit).

Tämän jälkeen on vuorossa näytteen lähetys laboratorioon analysoitavaksi sekä potilaan ohjaus prosessin seuraavaan vaiheeseen. Jotta nämä määrittelyt olisivat mahdollisia, pitää molemmille olioille, sekä potilaalle että näytteelle määrittellä toimintalogiikka näytteenotto alueella ja rakentaa määrittelyjen pohjalta molempien osalta reititys oikeaan paikkaan. Potilaan osalta tämä on jo tehty ja reititysinformaatio on kuvan 52 mukainen. Makrossa määritellyn reititysinformaation perusteella potilaan reititystaulu on kuvan 53 mukainen. Taulussa on määrittely jokaisen potilasryhmän osalta kaikki mahdolliset reititysvaihtoehdot, joista potilas ohjautuu toimintalogiikassa määriteltyjen ehtojen mukaisesti.

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Röntgen_odotus	FIRST 1	graphic 1MOVE ON Päi
2	Sisätautipotilas	Odotus_paari_hoitopä	FIRST 1	graphic 1
3	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_hoi	FIRST 1	graphic 1

KUVA 53 Potilaiden reititysmäärittelyt laboratoriovaiheesta eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilas)

Potilaille tehtävien määrittelyjen jälkeen pitää tehdä määrittelyt vielä otetulle näytteelle. Näytteen osalta tehdään yksinkertainen sijoitusoperaatio potilasryhmäkohtaisesti. Sijoitusoperaatiossa potilaalle määritelty tunniste (ID) määritellään näytteen osalta samaksi. Tällä tavoin on mahdollista yhdistää oikea näyte (saadut tulokset) ja potilas toisiinsa myöhemmässä vaiheessa. Näytteenottotilassa tehtävät toiminnalliset määrittelyt on esitetty kuvassa 54.



KUVA 54 Näytteelle tehtävät toiminnot näytteenottoalueella

Toiminnallisten määrittelyjen jälkeen suoritetaan näytteen reititys luonnolliseen analysointiympäristöön eli laboratorioon. Reititysmäärittelyt näytteen osalta on esitettyä kuvassa 55.

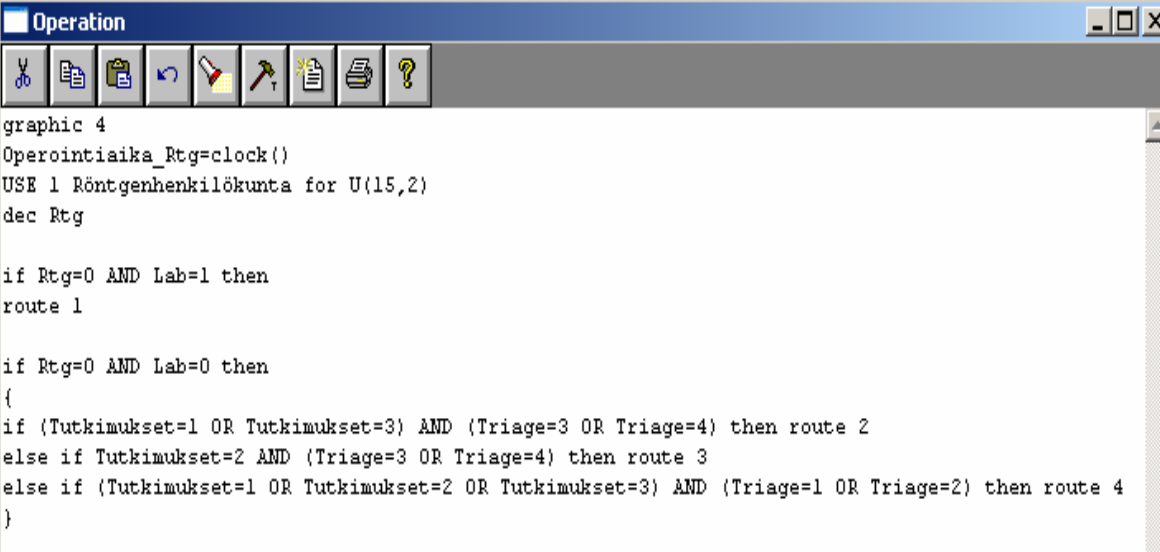
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Näyte	Lab_huone	FIRST 1	MOVE WITH Laboratori

KUVA 55 Näytteen reititysmäärittelyt näytteenottovaiheesta seuraavaan vaiheeseen

Laboratoriotoiminnan osalta toiminnan kuvaus on nyt kokonaisuudessaan suoritettu. Tarkennus toi malliin siis huomattavasti enemmän toiminnallisuutta kuin mitä alun perin oli suunniteltu suoritettun havainnointitutkimuksen perusteella. Seuraavana tarkennuksen kohteena oli röntgen ja selvitetään seuraavaksi röntgenin osalta suoritettuja tarkennuksia.

6.9.10 Röntgenvaiheessa tehtävät prosessointimääritykset

Röntgenvaiheeseen tehdyn tarkennuksen mukaan myös tätä vaihetta varten määriteltiin oma eriytetty odotusalue sekä itse toimenpidealue, jossa kuvantamistutkimukset potilaille suoritetaan. Odotusvaiheessa potilaat odottavat pääsyä varsinaiseen toimenpiteeseen, jonne potilaat otetaan yksi kerrallaan. Itse toimenpide vaiheessa potilaalle suoritetaan luonnollisesti tarvittavat kuvantamistoimenpiteet. Tähän käytetään jälleen kerran simulointityökalun USE-funktiota, jonka avulla resurssi saadaan hoitamaan potilasta tietyn määritellyn ajan verran. Kun tämä määrittely on tehty, suoritetaan seuraavaksi toimenpide tehdyksi vaihtamalla rtg-attribuutin arvon ykkösestä nollaksi. Näiden toimenpiteiden jälkeen on viimeisenä vuorossa reititysehtojen määrittely. Jos potilaalla on vielä laboratoriotoimenpiteet suorittamatta, ohjataan potilas tutkimusten odotusalueelle odottamaan laboratoriotutkimuksiin pääsyä. Jos kaikki tarvittavat tutkimukset ovat suoritettu, tehdään potilaan ohjaus hoitopäätökskontaktin odotusalueelle. Tämä odotusalue on toiminnan selkeyttämiseksi jaettu kahteen eri toiminnalliseen osaan. Toiseen ohjataan potilaat, joille on suoritettu pelkästään röntgen tutkimukset ja toiselle alueelle sellaiset potilaat, joille on suoritettu molemmat tutkimukset. Röntgen vaiheen prosessointimääritykset on esitetty kuvissa 56 ja 57.



```

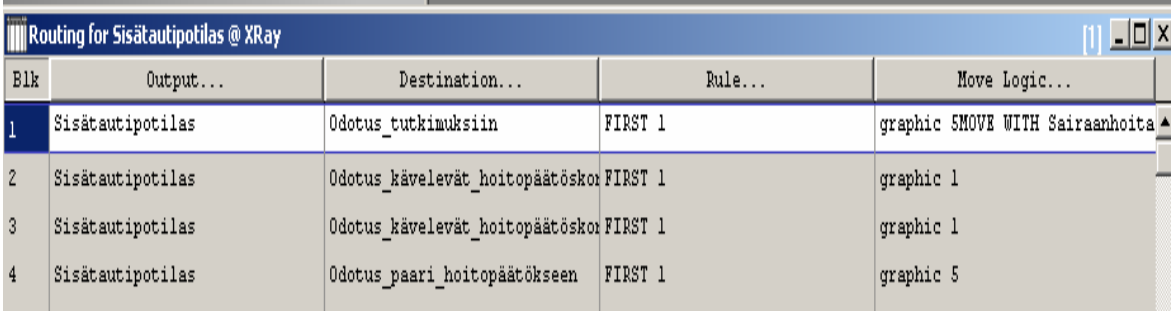
graphic 4
Operointiaika_Rtg=clock()
USE 1 Röntgenhenkilökunta for U(15,2)
dec Rtg

if Rtg=0 AND Lab=1 then
route 1

if Rtg=0 AND Lab=0 then
{
if (Tutkimukset=1 OR Tutkimukset=3) AND (Triage=3 OR Triage=4) then route 2
else if Tutkimukset=2 AND (Triage=3 OR Triage=4) then route 3
else if (Tutkimukset=1 OR Tutkimukset=2 OR Tutkimukset=3) AND (Triage=1 OR Triage=2) then route 4
}

```

KUVA 56 Potilaille tehtävät toiminnalliset määrittelyt röntgen vaiheessa (esimerkkinä sisätautipotilas)



Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Odotus_tutkimuksiin	FIRST 1	graphic 5MOVE WITH Sairaanhoita
2	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_hoitopäätösk	FIRST 1	graphic 1
3	Sisätautipotilas	Odotus_kävelevät_hoitopäätösk	FIRST 1	graphic 1
4	Sisätautipotilas	Odotus_paari_hoitopäätökseen	FIRST 1	graphic 5

KUVA 57 Potilaiden reititysmäärittelyt röntgen vaiheesta eteenpäin (esimerkkinä sisätautipotilaat)

6.9.11 Hoitopäätöskontaktin odotusvaiheessa tehtävät määrittelyt

Hoitopäätöskontaktin odotusalue on jaettu kahteen osaan ja tämän vuoksi tarvitaan kahdet eri toiminnalliset määrittelyt koskemaan potilaiden käsittelyä ennen itse hoitopäätösvaihetta. Toiselle alueelle ohjataan potilaat, joille on tehty ainoastaan röntgentutkimukset tai ei ole tehty tutkimuksia ollenkaan. Tässä tapauksessa toiminnalliset määrittelyt ovat hyvin yksinkertaiset ja pitävät sisällään ainoastaan potilasta kuvaavan graafisen elementin muunnoksen, joka suoritetaan graphic-funktiolla. Toiselle alueelle ohjataan puolestaan potilaat, joille on tehty molemmat tutkimukset tai pelkät laboratoriotutkimukset.

Edellä mainittu jaottelu on tehty, koska näytteiden tulokset ja potilas, josta näyte on otettu, pitää yhdistää tietyllä määrittelyllä alueella. Tämä tarkoittaa sitä, että potilas ei voi edetä prosessissa ennen kuin tarvittavat yhdistämistoimenpiteet on tehty ja tulokset näytteestä ensinnäkin saatu. Jos nyt alueelle saapuu potilas, jolle ei ole tehty laboratoriotutkimuksia ja toiminnallisissa määrittelyissä on kuitenkin ehdot match-funktion käytöstä (funktio, jonka avulla yhdistäminen suoritetaan), joutuvat jotkut potilaat mahdollomaan tilanteeseen odottaessaan valmistuvaa näytettä, jota ei ole edes otettu ja tämän vuoksi malliin aiheutuu vääristymää.

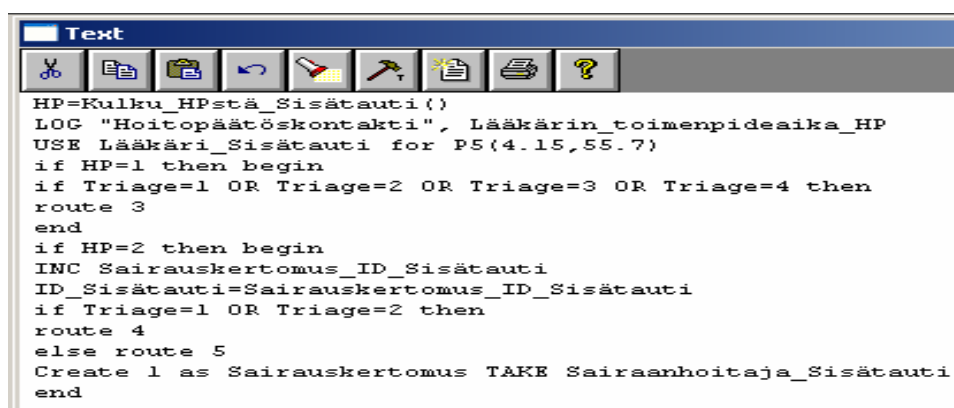
Toiminnalliset määrittelyt sellaisten potilaiden osalta, joille tehdään ainoastaan röntgen tutkimukset tai ei tehdä tutkimuksia ollenkaan ovat todella yksinkertaiset. Näiden osalta tarvitaan ainoastaan graafista elementtiä ja mallinustilaa koskeva visuaalisen informaation vaihto operaatio. Potilaat, joille tehdään laboratoriotuimenpiteet, tarvitsevat puolestaan määritteet potilaan ja tulosten yhdistämiseksi. Tämä tapahtuu match-funktiolla kuvan 58 mukaisesti.



KUVA 58 Määritteet potilaan ja potilaasta otetun näytteen yhdistämiseksi

6.9.12 Hoitopäätöskontaktissa tehtävät määrittelyt

Hoitopäätösvaihe sijoittuu samalle toiminnalliselle alueelle kuin ensimmäinen lääkärikontaktikin ja jaottelu sekä potilaan ohjautuminen on jo kuvattu aiemmin lääkärikontaktivaiheen kuvauksen yhteydessä alueen toiminnallisissa määritteissä. Toiminnallisissa määritteissä ehtoina hoitopäätöskontaktiin ohjautumiselle olivat hoitajakontaktin_jälkeen attribuutin arvot kaksi ja kolme. Itse hoitopäätösvaiheen määrittelyt suoritetaan erillisen makron avulla, joka on kuvattuna kuvassa 59.



```

Text
HP=Kulku_HPstä_Sisätauti()
LOC "Hoitopäätöskontakti", Lääkäriin_toimenpideaika_HP
USE Lääkäri_Sisätauti for P5(4.15,55.7)
if HP=1 then begin
if Triage=1 OR Triage=2 OR Triage=3 OR Triage=4 then
route 3
end
if HP=2 then begin
INC Sairauskertomus_ID_Sisätauti
ID_Sisätauti=Sairauskertomus_ID_Sisätauti
if Triage=1 OR Triage=2 then
route 4
else route 5
Create 1 as Sairauskertomus TAKE Sairaanhoidaja_Sisätauti
end

```

KUVA 59 Hoitopäätöskontaktivaiheen makromäärittelyt

Hoitopäätöskontaktivaiheessa tehdään aluksi potilaan ohjautumista koskevat määrittelyt. Potilas voi ohjautua hoitopäätösvaiheesta joko kotiin tai jatkohoitopaikkaan. Kotiin siirtyessään potilaan seuraava vaihe on järjestelmästä poistuminen. Jos potilas puolestaan siirtyy jatkohoitopaikkaan, on seuraava luonnollinen vaihe sairauskertomuksen kirjoitus ja sen valmistuminen. Nämä määrittelyt tehdään empiirisen jakauman avulla hakemalla attribuuttiin HP joko kotiutumista kuvaava arvo tai sairauskertomusvaiheeseen siirtymistä kuvaava arvo. Kun perusteet reititykselle on luotu, vuorossa on varsinainen toimenpiteen suoritus USE-funktion avulla. Tämä määrää lääkärin suorittamaan potilaalle hoitopäätöstoimenpidettä aineistosta määritellyn jakauman määräämän ajan, joka tässä tapauksessa on Pearson 5-jakauma kuvassa 59 olevilla parametreilla.

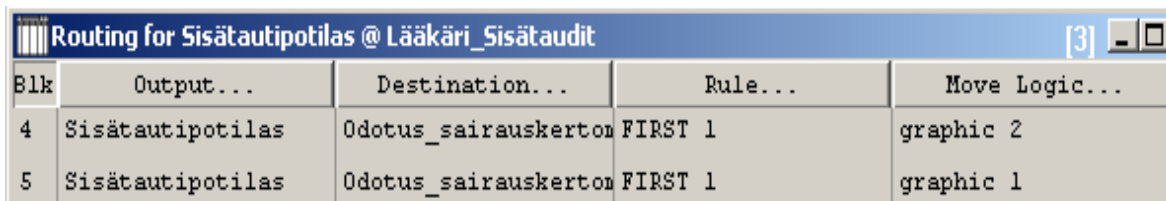
Toimenpiteen suorituksen jälkeen potilaalle tehdään seuraavat operaatiot HP-attribuutin arvon mukaan. Jos arvo on yksi, tarkoittaa se potilaan kotiutumista ja potilas ohjataan poistumisvaiheeseen. Poistumisvaiheeseen ohjautumisen reititysmäärittelyt ovat kuvan 60 mukaiset.



Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
3	Sisätautipotilas	Uloskäynti	FIRST 1	graphic MOVE ON Päi

KUVA 60 Reititys potilaan kotiutumisen tapauksessa hoitopäätösvaiheesta eteenpäin

Jos arvo puolestaan on kaksi, tarkoittaa se potilaan siirtymistä sairauskertomusvaiheeseen. Tässä vaiheessa potilaasta luodaan sairauskertomusdokumentti aivan laboratoriotutkimusten näytteen luonnin tapaan. Koska toiminta on jo määritelty laboratoriovaiheessa, ei tässä vaiheessa tarvita ko. toiminnon tarkempaa selvitystä. Tämän jälkeen potilas ohjataan odottamaan sairauskertomuksen valmistumista kuvan 61 mukaisesti.



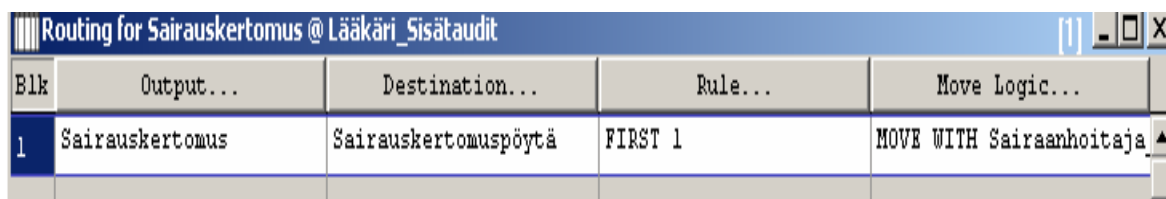
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
4	Sisätautipotilas	Odotus_sairauskerton	FIRST 1	graphic 2
5	Sisätautipotilas	Odotus_sairauskerton	FIRST 1	graphic 1

KUVA 61 Potilaan ohjaus hoitopäätösvaiheesta eteenpäin siinä tapauksessa, että potilas ohjautuu jatkohoitoonpaikkaan

Potilaan toiminnallisten määrittelyjen jälkeen, pitää luodulle sairauskertomukselle tehdä vielä omat toiminnalliset määrittelyt sekä ohjata kertomus kirjoitettavaksi oikeaan paikkaan. Sairauskertomukselle tehtävät määrittelyt pitävät sisälleen ainoastaan potilaalle luodun tunnisteiden yhdenmukaistamisen sairauskertomuksen kanssa, jotta ne ovat myöhemmässä vaiheessa yhdistettävissä toisiinsa. Kyseessä on siis samanlainen sijoitusoperaatio kuin laboratoriovaiheessakin. Toiminnalliset määrittelyt sekä reititysmääritykset ovat kuvattuna kuvissa 62 ja 63.



KUVA 62 Potilaan ja sairauskertomuksen tunnisteiden yhdistäminen



Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sairauskertomus	Sairauskertomuspöytä	FIRST 1	MOVE WITH Sairaanhoitaja

KUVA 63 Sairauskertomuksen reititys hoitopäätösvaiheesta kirjoitusvaiheeseen

6.9.13 Sairauskertomusvaiheen toiminnalliset määrittelyt

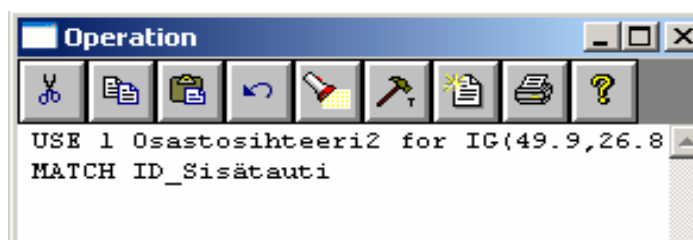
Hoitopäätös vaiheen jälkeen sairauskertomusvaiheeseen siirtyvät ainoastaan ne potilaat, jotka on määritetty ohjattaviksi jatkohoitopaikkaan. Kotiin pääsevien osalta sairauskertomus kirjoitetaan myöhempänä ajankohtana ja potilas poistuu järjestelmästä ennen sitä. Tämä tarkoittaa sitä, että kotiutettavien potilaiden osalta ei tarvitse huomioida sairauskertomusvaihetta sillä he eivät kuormita järjestelmää jatkohoitopaikkaan ohjautuvien potilaiden tavoin.

Sairauskertomusvaiheessa edetään samalla tavalla kuin laboratoriovaiheessakin eli potilas ja sairauskertomus ohjataan eri alueille ja eri vaiheisiin. Potilas ohjataan odotusalueelle, jossa hän odottaa sairauskertomuksen valmistumista ja voi vasta valmistumisen jälkeen aloittaa siirtymisen jatkohoitopaikkaan ja pois päivystyksen järjestelmästä. Sairauskertomus puolestaan ohjataan kansliassa, jossa sihteeri suorittaa sanelun kirjoituksen. Kun sihteeri on saanut sairauskertomuksen kirjoitettua, yhdistetään se oikean potilaan kanssa ja mahdollistetaan potilaan eteneminen pois päivystyksen prosessista.

Sairauskertomusvaiheen osalta sekä potilaalla että sairauskertomusdokumentilla on omat toiminnalliset määrittelynsä. Potilaan ja sairauskertomuksen toiminnalliset määrittelyt ja reititys ovat kuvattuna kuvissa 64 ja 65.



KUVA 64 Potilaan toiminnalliset määrittelyt sairauskertomuksen odotusalueella

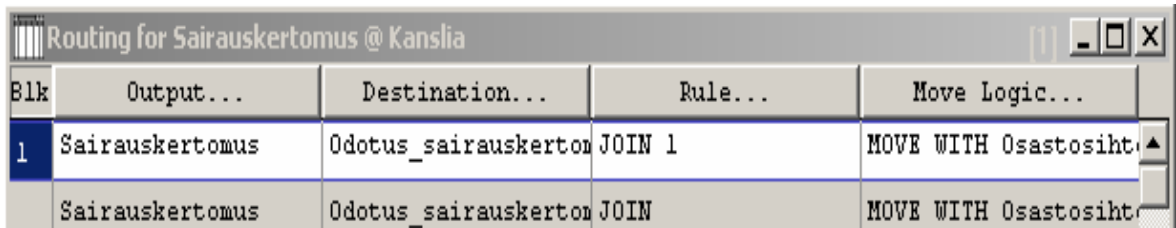


KUVA 65 Sairauskertomuksen toiminnalliset määrittelyt kansliassa

Kuten kuvista 64 ja 65 voidaan havaita, suoritetaan sairauskertomuksen odotusalueella potilaan ja sairauskertomuksen yhdistäminen. Tämä tapahtuu siten, että kirjoituksen valmistuttua sairauskertomus käyttää match-funktiota ilmoittamaan, että se on valmis liitettäväksi yhteen odotusalueella olevan potilaan kanssa, jonka attribuutin arvo on sama kuin kertomuksella itsellään. Heti, kun nämä kaksi ID:tä ovat yhtenevät, voivat molemmat, sekä kertomus että potilas, jatkaa toimintaansa määritellyn logiikan mukaan. Tässä tapauksessa potilas

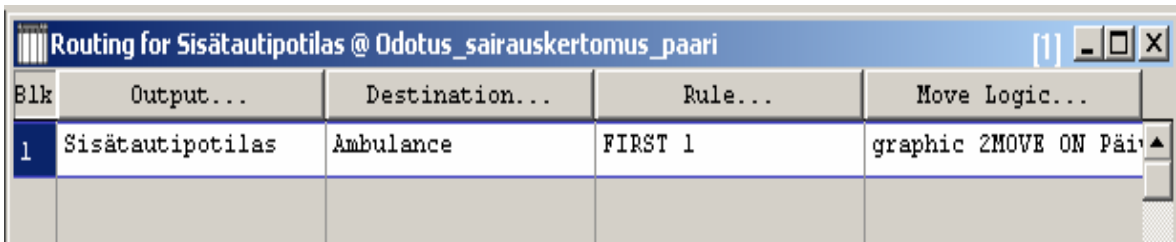
käyttää join-lausetta kutsumaan sairauskertomusta, jonka osastosihteri sitten toimittaa odotusalueelle.

Edellä on kuvattu vasta toiminnalliset määritteet mutta toiminnallisuuden loppuunsaattamiseksi pitää vielä määrittää reititys molempien osalta erikseen. Reititystaulut sekä potilaan että sairauskertomuksen osalta ovat kuvien 66 ja 67 mukaiset.



Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sairauskertomus	Odotus_sairauskerton	JOIN 1	MOVE WITH Osastosiht...
	Sairauskertomus	Odotus_sairauskerton	JOIN	MOVE WITH Osastosiht...

KUVA 66 Reititystaulu sairauskertomuksen osalta



Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	Ambulance	FIRST 1	graphic 2MOVE ON Päi...

KUVA 67 Reititysmääritykset potilaan osalta

6.9.14 Poistuminen päivystysalueelta

Päivystysalueelta poistumista varten on tehty kaksi eri määrittelyä, joilla mallin toimintaan ei sinänsä ole radikaalia vaikutusta. Tehdyt määrittelyt selkeyttävät ainoastaan visuaalisen mallinnustilan tarjoamaa informaatiota potilaan kulusta. Kotiutuvat potilaat on ohjattu poistumaan pääovista mutta jatkohoitopaikkaan siirtyvät kuvataan siirtyviksi ambulanssiin. Tietenkin potilaat voivat siirtyä myös päivystyksen vuodeosastolle mutta havainnollistavan informaation antamiseksi sekä eri potilastyypin erottelemiseksi on tehty edellä mainittu jaottelu.

Ainoat määrittelyt, jotka potilaille poistumisvaiheessa tehdään, ovat kokonaisläpivirtausajan määrittelyt eli kirjataan poistumisaika. Tämän jälkeen saapumis- ja poistumisaajan perusteella määritellään potilaan läpivirtausaika. Tämä suoritetaan mallissa log-funktion avulla kuvan 68 mukaisesti.



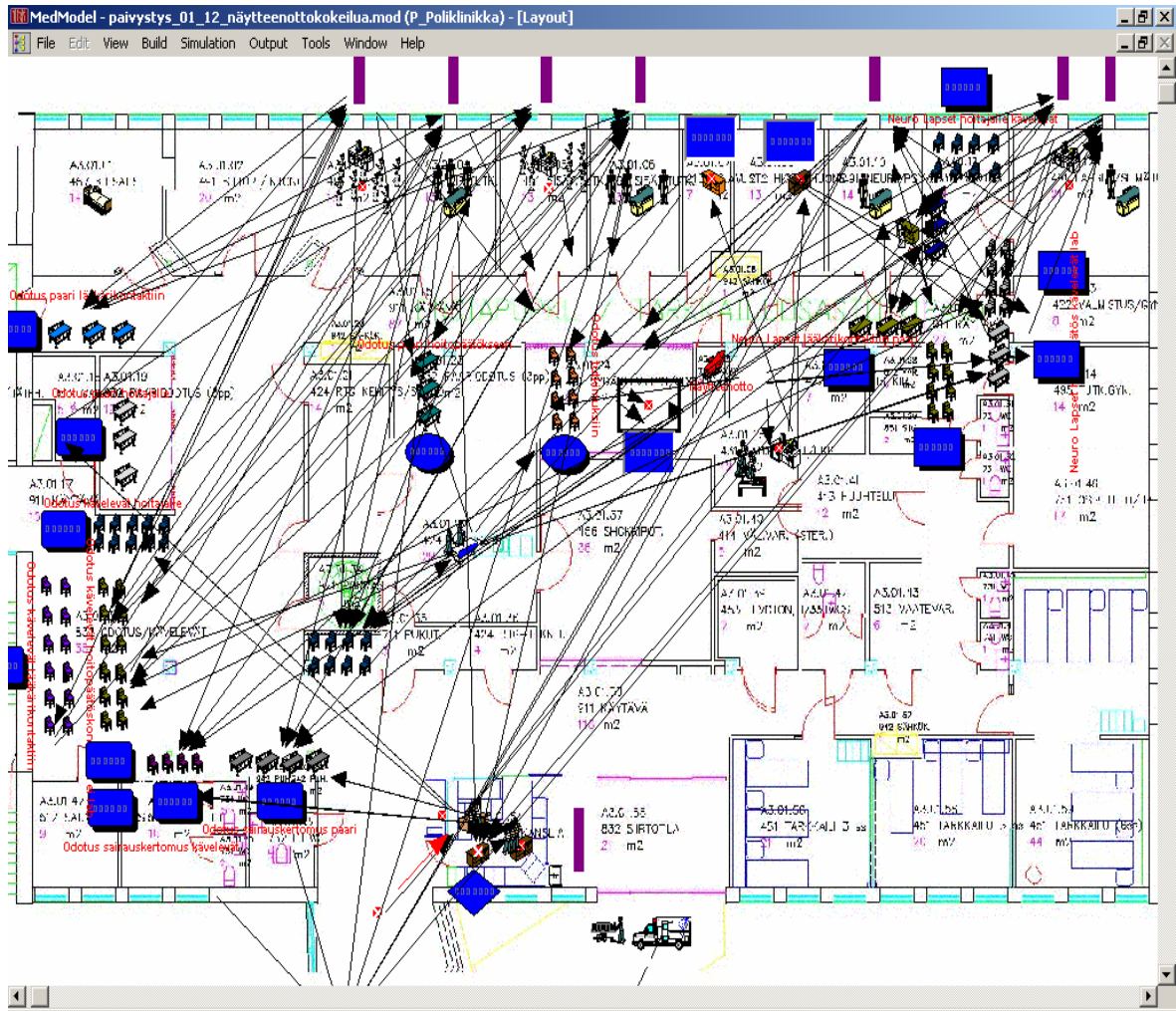
KUVA 68 Läpivirtausajan määrittäminen potilaan poistuessa päivystysalueelta

Itse potilaan poistaminen mallista tapahtuu reititystaulun avulla. Potilaan poistamiseksi reititysmäärittelyiksi annetaan EXIT, joka tarkoittaa potilaan poistamista mallista (kuva 69).

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Sisätautipotilas	EXIT	FIRST 1	MOVE ON Päivystyspoliklinikka

KUVA 69 Potilaan poistaminen erikoissairaanhoidon päivystyksen mallista

Edellä kuvattiin melko yksityiskohtaisesti (tapahtumakohtaisesti) potilaalle tehtävät prosessointimäärittelyt (toimintamäärittelyt sekä reititysmäärittelyt). Kokonaisuudessaan määrittelyt muodostivat kuvan 70 mukaisen reittiverkoston eri toiminnallisten alueiden välille.



KUVA 70 Prosessointimäärittelyjen muodostama verkosto erikoissairaanhoidon päivystyksen mallissa

6.10 Simulointimallin saapumismäärittelyt

Saapumismäärittelyt ovat mallissa erittäin oleellisessa ja tärkeässä roolissa sillä saapumistiheydellä on suuri merkitys mallin eri vaiheiden potilasmääriin ja jonojen muodostumiseenkin. Saapumiseksi kutsutaan sitä tilannetta, kun jokin tietty olio esitellään mallille ensimmäisen kerran. Saapumismäärittelyissä kuvataan seuraavat asiat:

- Uusien olioiden määrä saapumiskertaa kohden
- Saapumistiheys
- Saapumisalue
- Ensimmäisen saapumisen ajankohta
- Saapumisten kokonaislukumäärä

Koska malli sisältää viisi eri potilasryhmää, on jokaiselle määriteltävä edellä mainitut asiat erikseen ja luotava näin ollen omat saapumismäärittelyt. Käydään siis saapumismäärittelyjen tekoa läpi esitellen tehdyt toimenpiteet aina potilasryhmäkohtaisesti.

Saapumismäärittelyt suoritetaan simulointityökalussa olevan erillisen saapumiseditorin avulla, joka pitää sisällään aikaisemmin määritellyt tiedot. Saapumismäärittelyt Keski-Suomen keskussairaalan erikoissairaanhoidon mallissa potilasryhmittäin ovat kuvan 71 mukaiset.

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...
Sisätautipotilas	Sisäänkäynti	26; Sisätaudit_saapum	0	5	24 hr	
Kirurgiapotilas_Trauma	Sisäänkäynti	22; Kirurgia_Trauma_s	0	5	24 hr	
Kirurgiapotilas_GE	Sisäänkäynti	7; Kirurgia_GE_saapum	0	5	24 hr	
Neurologiapotilas	Sisäänkäynti	15; Neurologia_saapum	0	5	24 hr	
Lastentautipotilas	Sisäänkäynti	10; Lastentaudit_saap	0	5	24 hr	

KUVA 71 Saapumismäärittelyt erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallissa

Määrittelyissä on kuvattu potilasryhmäkohtaisesti saapumisalue, joka kaikkien päivystykseen saapuvien potilaiden osalta on luonnollisesti sisäänkäynti. Tämä vaihe on siis kaikille yhtenevä. Suurin ero määrittelyissä tapahtuu kentässä Qty Each, jossa määritellään saapumissykli sekä määritellyn syklin sisällä saapuva potilasmäärä. Syklimäärittelyille on monta mahdollisuutta. Määrittelyt voidaan tehdä noudattaen tiettyä jakaumaa. Tässä tapauksessa kerätyn aineiston analysoinnin pohjalta jakauma olisi Poisson-jakauma. Poisson-jakauma, kuten ei tässä tapauksessa välttämättä mikään muukaan jakauma, osaa täysin huomioida sitä, että potilasvirta saattaa vaihdella hyvinkin voimakkaasti yhden vuorokauden aikana. Tätä varten simulointityökalussa on sisäänrakennettu syklieditori, jonka avulla tämäkin seikka on huomioitavissa melko tarkasti.

Syklieditorilla määritellään yksittäisten saapumisten malli, joka tapahtuu tietyn määritellyn ajan kuluessa. Editori sisältää neljä kenttää, jotka ovat

- ID: Määritellyn syklin nimi
- QTY/%: Tämän kentän avulla määritellään joko prosentuaalinen saapumisosuus tai lukumäärällinen saapumisosuus tietyllä aikavälillä
- Cumulative: Määritellään kumulatiivisuus (joko ei-kumulatiivinen tai kumulatiivinen)
- Table: Taulukko, jonka avulla määritellään aikaväli sekä aikavälin aikana saapuva potilasmäärä.

Edellä kuvattu syklieditori antaa siis informaation varsinaiseen saapumiseditorin Qty Each kenttään, johon viitataan saapumiseditorissa määritellyllä ID:llä.

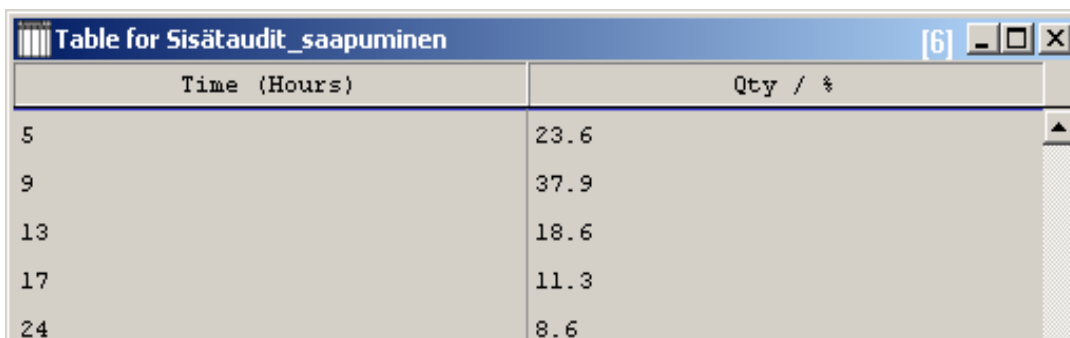
Saapumiseditori pitää sisällään myös vielä muita kenttiä, jotka ovat kaikilla potilasryhmillä yhtenevät. Näissä kentissä määritellään ensimmäisen potilaan saapumisajankohta, joka on jokaisen ryhmän osalta määritelty nolaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että ensimmäinen potilas saapuu heti simuloinnin alkamisajankohtana (määritellään erikseen kalenterista).

Tämän lisäksi saapumisten osalta määritellään aikaväli, johon sykli antaa informaation. Aikaväliksi on tässä mallissa määritelty 24 tuntia, joka tarkoittaa siis yhtä kokonaista vuorokautta. Viimeisenä määritteenä annetaan tieto siitä, kuinka monta kertaa määritelty aikaväli eli vuorokausi toistetaan. Tässä toistoja on määritelty tehtäväksi seitsemän, jolla kuvataan yhden kokonaisen viikon toimintaa.

Nyt on perusteet saapumismääritteille selvitetty, joten ryhdytään seuraavaksi tarkastelemaan hieman tarkemmalla tasolla eri potilasryhmille tehtyjä saapumismäärittelyjä. Tarkastellaan erityisesti syklimäärittelyjen muodostamista. Aloitetaan sisätautipotilaista.

6.10.1 Sisätautipotilaiden saapumismäärittelyt

Sisätautipotilaiden osalta syklin tunnisteeksi määriteltiin sisätaudit_saapuminen, johon sitten viitataan itse saapumiseditorissa. Potilaiden kertymismäärittelyksi valittiin prosentuaalinen esitystapa ja itse kertymistapahtuma määriteltiin ei-kumulatiiviseksi. Tärkeimmän informaation saapumismäärittelyihin antaa kuitenkin itse aikavälimäärittelyt sekä tietyn aikavälin kertymismäärittelyt. Sisätautien osalta tämä muodostui kuvan 72 mukaiseksi.



Time (Hours)	Qty / %
5	23.6
9	37.9
13	18.6
17	11.3
24	8.6

KUVA 72 Aikaväli ja kertymismäärittelyt sisätautipotilaiden osalta

Aikaväli määrittelyt sekä prosentuaaliset kertymisarvot tauluun on saatu analysoimalla kerättyä aineistoa. Aikavälit tauluun on valittu parhaalla nähdyllä tavalla jaksottaen vuorokautta potilasvirtojen tutkinnan perusteella sellaisiin kokonaisuuksiin, jossa tietyn aikaväliyksikön (tässä tunti) aikana potilasmäärät ovat olleet suhteellisen samansuuruisia. Toimintaperiaate on seuraava: ensimmäisen viiden tunnin aikana saapuu 23.6 % määritellystä potilasmassasta. Seuraavan neljän tunnin aikana (9-5) saapuu 37.9 % potilaista. Näitä seuraavien neljän tunnin ajalla päivystykseen saapuu 18.6 % koko vuorokauden aikana

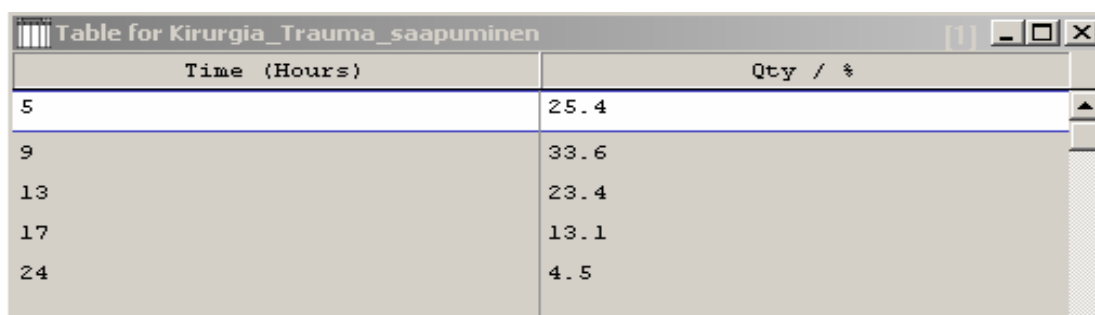
saapuvista potilaista. Seuraavan neljän tunnin aikana 11.3 % potilaista ja viimeisen seitsemän tunnin aikana 8.6 % potilaista.

Ajallisesti määrittelyt on tehty alkamaan aamulla klo 07.00 ja päättymään seuraavana aamuna 07.00. Tällöin kertynyt ajallinen arvo 24 tuntia eli yksi vuorokausi. Tämän mukaisesti kertymäajat ovat seuraavat:

- 07.00–12.00 (tämä vastaa ensimmäistä viittä tuntia)
- 12.00–16.00 (seuraavat neljä tuntia)
- 16.00–20.00 (seuraavat neljä tuntia)
- 20.00–24.00 (seuraavat neljä tuntia)
- 00.00–07.00 (viimeiset seitsemän tuntia)

6.10.2 KirurgiaTrauma potilaiden saapumismäärittelyt

Kirurgia Trauman osalta syklin tunnisteeksi määriteltiin Kirurgia_Trauma_saapuminen, johon sitten viitataan itse saapumiseditorissa. Potilaiden kertymismäärittelyksi valittiin prosentuaalinen esitystapa aivan kuten sisätautipotilaillakin ja itse kertymistapahtuma määriteltiin sisätautipotilaiden tapaan myös ei-kumulatiiviseksi. Aikavälimäärittelyiden sekä kertymismäärittelyjen osalta taulukko muodostui kuvan 73 mukaiseksi.



Time (Hours)	Qty / %
5	25.4
9	33.6
13	23.4
17	13.1
24	4.5

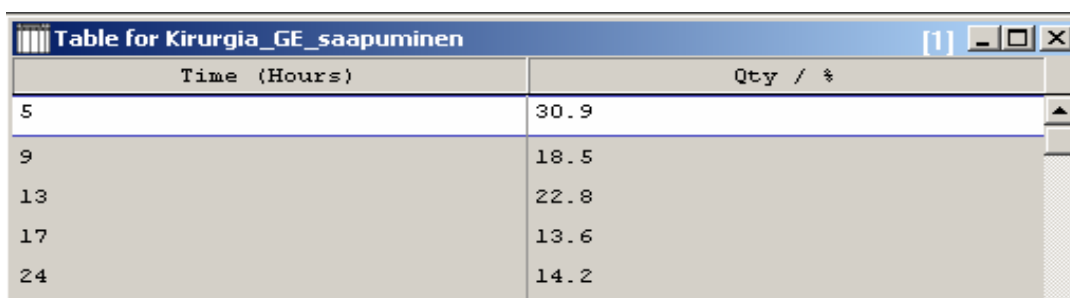
KUVA 73 Aikaväli ja kertymismäärittelyt kirurgia trauma potilaiden osalta

Aikavälimäärittelyt vastaavat sisätautipotilaiden aikavälimäärittelyjä, joten sen tarkempaa kuvausta ei tarvita. Ainoa poikkeava asia on luonnollisesti kertymisarvot määrittelyillä aikaväleillä, jotka ovat yksilöllisesti määritelty kerätystä havainnointiaineistosta. Määrittelyt arvot ovat nähtävissä kuvasta 73, joten tässä vaiheessa sanallista selitystä ja tarkempaa kuvausta ei ole tarpeellista suorittaa.

6.10.3 KirurgiaGE potilaiden saapumismäärittelyt

Kirurgia GE:n osalta syklin tunnisteeksi määriteltiin Kirurgia_GE_saapuminen, johon viitataan itse saapumiseditorissa syklimäärittelyjen arvojen siirtämiseksi itse saapumiseditoriin. Potilaiden kertymismäärittelyksi valittiin tämänkin potilasryhmän kohdalla prosentuaalinen esitystapa ja itse kertymistapahtuma mää-

riteltiin samaan tapaan ei-kumulatiiviseksi. Aikavälimäärittelyiden sekä kerty-
mismäärittelyjen osalta taulukko muodostui kuvan 74 mukaiseksi.

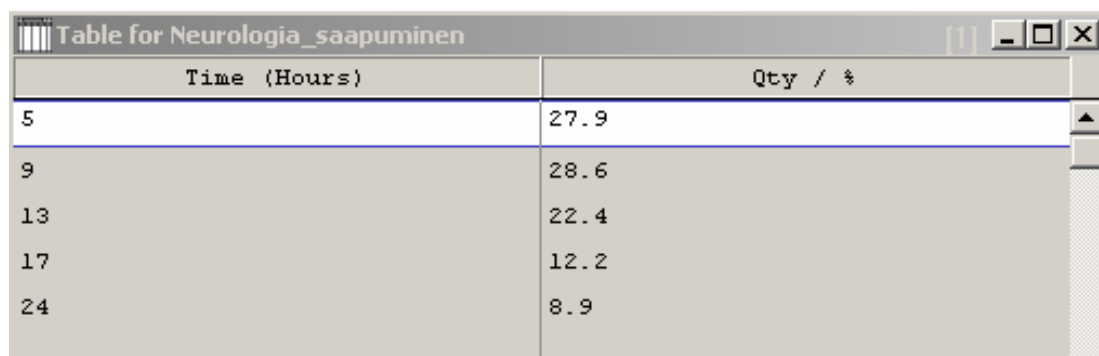


Time (Hours)	Qty / %
5	30.9
9	18.5
13	22.8
17	13.6
24	14.2

KUVA 74 Aikaväli- ja kertymismäärittelyt kirurgia GE:n osalta

6.10.4 Neurologiapotilaiden saapumismäärittelyt

Neurologian potilaiden osalta syklin tunnisteeksi määriteltiin Neurologia_saapuminen, johon viitataan itse saapumiseditorissa syklimäärittelyjen arvojen siirtämiseksi saapumiseditoriin. Potilaiden kertymismäärittelyksi valittiin potilasryhmän kohdalla prosentuaalinen esitystapa aiempien ryhmien tapaan ja itse kertymistapahtumakin määriteltiin ei-kumulatiiviseksi. Aikavälimäärittelyiden sekä kertymismäärittelyjen osalta taulukko muodostui kuvan 75 mukaiseksi.

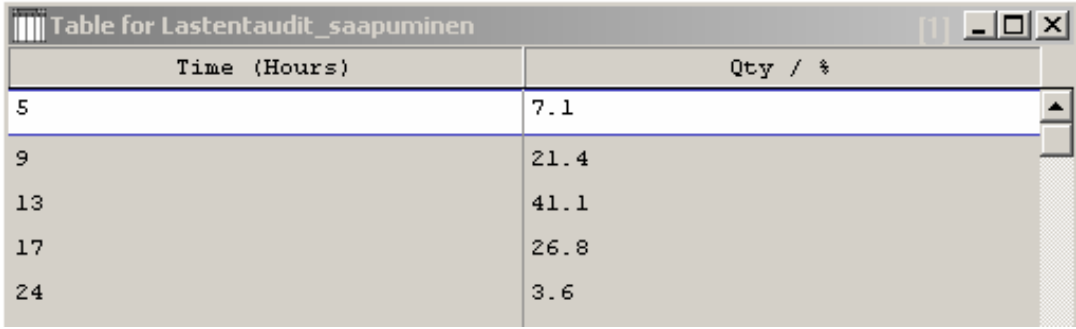


Time (Hours)	Qty / %
5	27.9
9	28.6
13	22.4
17	12.2
24	8.9

KUVA 75 Aikaväli- ja kertymismäärittelyt neurologian potilaiden osalta

6.10.5 Lastentautipotilaiden saapumismäärittelyt

Viimeisenä potilasryhmänä ovat lastentautipotilaat. Tämän ryhmän potilaiden osalta syklin tunnisteeksi määriteltiin Lastentaudit_saapuminen, johon viitataan itse saapumiseditorissa syklimäärittelyjen arvojen siirtämiseksi saapumiseditoriin. Potilaiden kertymismäärittelyksi valittiin potilasryhmän kohdalla prosentuaalinen esitystapa aiempien ryhmien tapaan ja itse kertymistapahtumakin määriteltiin ei-kumulatiiviseksi. Aikavälimäärittelyiden sekä kertymismäärittelyjen osalta taulukko muodostui kuvan 76 mukaiseksi.



The image shows a screenshot of a software window titled "Table for Lastentaudit_sapuminen". The window contains a table with two columns: "Time (Hours)" and "Qty / %". The table has five rows of data. The first row is highlighted. The window has standard Windows-style window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

Time (Hours)	Qty / %
5	7.1
9	21.4
13	41.1
17	26.8
24	3.6

KUVA 76 Aikaväli- ja kertymismäärittelyt lastentautien osalta

7 RAKENNETUN SIMULOINTIMALLIN VALIDOINTI

Validointi vaihe on mallin luotettavuuden osalta erittäin tärkeä vaihe. Validoinnin tarkoituksena on selvittää millä tasolla ja kuinka tarkasti rakennettu malli vastaa reaalijärjestelmää. Tietenkin validointia tapahtuu koko mallin kehityksen ajan mutta mallin ollessa valmis pitäisi pystyä varmistamaan että malli todella toimii halutulla tavalla, jotta sen avulla saatuihin tuloksiin voitaisiin jatkossa luottaa.

Mallin validointiin ei ole olemassa mitään tiettyä testiä, jolla voitaisiin suoraan osoittaa mallin oikeanlainen toiminta. Validointi on pikemminkin prosessi, jossa mallintaja tekee päätelmiä mallin tarkkuudesta perustuen joihinkin saatavilla oleviin todisteisiin. Todisteiden kerääminen mallin oikeanlaisuuden todistamiseksi toteutetaan hyvin useasti tarkastelemalla mallin rakennetta (esimerkiksi algoritmeja, toimintalogiikkaa ja riippuvuussuhteita) sekä testamalla mallia ja tarkastelemalla lopuksi mallista saatuja tuloksia. Jos mallin antamat tulokset vastaavat reaalijärjestelmän vastaavia arvoja, voidaan mallin sanoa olevan validi.

Tämän työn puitteissa mallin validointi suoritettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen osa käsitti mallin tarkastelun sekä rakenteen että toimintalogiikan osalta (verifiointi). Mallin toimintaa käytiin läpi projektiryhmän kanssa, joka koostui sekä päivystyspoliklinikan henkilökunnasta että teknologian osaajista ja mallin rakenteen ja logiikan todettiin vastaavan reaalijärjestelmän toimintaa.

Mallin toimintalogiikan, rakenteen ja riippuvuussuhteiden tarkastelun jälkeen oli vuorossa validoinnin toinen vaihe. Tässä vaiheessa vertailtiin mallin antamia vasteita reaaliaineistosta tilastollisen analyysin perusteella määriteltä-

hin arvoihin. Tarkastelupisteeksi otettiin potilaiden keskimääräinen läpivirtausaika, joka oli samalla myös projektiryhmän keskuudessa valittu tärkein kohdemuuttuja. Läpivirtausajan tarkastelun katsottiin riittävän mallin validoimiseksi, koska se kokonaisuudessaan määrittää järjestelmän toiminnan tehokkuuden. Läpivirtausaika määräytyy mallin alkupisteen (saapuminen) ja loppupisteen (poistuminen) välisenä erotuksena ja pitää näin ollen sisällään jo potilasryhmäkohtaisen käyttäytymisen (eri prosessivaiheet) päivystysalueella. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmän toiminnan, alku- ja loppupisteen välillä (potilasryhmien väliset yhteiset ja yksilölliset prosessivaiheet), pitää olla oikeanlaista, jotta läpivirtausaika mallin antamien vasteiden ja reaaliaineiston välillä olisi tietyllä tarkkuustasolla yhtenevät. Tämän perusteella mallia validoitaessa tarkastellaan ainoastaan keskimääräistä läpivirtausaikaa (kaikkien potilaiden osalta). Keskimääräinen läpivirtausaika koko potilasmassasta määräytyy seuraavasti:

$$\text{keskimääräinen läpivirtausaika} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p(t)_i, \quad p(t)_i = \text{potilaan } i \text{ aika järjestelmässä.}$$

Nyt on selvillä mallin validointiperuste, joten siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan validointiajojen tarkempia määrittelyjä. Tärkein määrittely liittyy mallin ja reaaliaineiston väliseen eroon. Mallin halutaan yleisesti toimivan mahdollisimman tarkasti, joten hyväksyttävän virheen suuruus on päätettävä ennen ajojen suorittamista. Keski-Suomen keskussairaalan simulointimallin virhemarginaaliksi määriteltiin 5 %. Tämä on yleisesti hyväksyttävä virheraja, jolloin aineistojen ei katsota vielä merkittävästi eroavan toisistaan. Virheen suuruutta tämän työn puitteissa tutkittiin luottamusvälitarkastelulla (CI 95 %).

Tarkkuustason määrittelyn lisäksi tehtiin vielä lisämäärittelyjä liittyen hajoontaan. Koska toimenpideaikojen määrittely malliin oli suoritettu keinotekoisesti, perustuen kuitenkin olemassa oleviin käytäntöihin, ilmeni tällä tavalla määritellyssä aineistossa datan osalta virheitä, jotka aiheuttivat mallin toiminnassa vääristymiä. Tämän vuoksi dataa jouduttiin osaltaan käsittelemään (poistettiin virheellisiä ylipitkiä arvoja), jonka perusteella validointivaiheessa tehtiin lähtökohtainen oletus siitä, että hajonnat mallin ja reaaliaineiston välillä ovat erisuuret.

Kun tarvittavat määrittelyt oli suoritettu, ryhdyttiin itse validointiajojen tekoon. Mallia ajettiin edellä mainituin ehdoin 30 kertaa. Ajoissa aikayksiköksi valittiin minuutti ja tarkkuudeksi yksi, jolloin ajot suoritettiin minuutin tarkkuudella. Lämmittelyajoa jokaisen replican osalta suoritettiin 48 tuntia eli kaksi täyttä vuorokautta ja itse ajo suoritettiin seitsemän arkipäivän eli viikon jaksoissa. Ajojen tulokset olivat kuvan 77 mukaiset.

REPLICATION ANALYSIS (Sample size 30)

Statistic	Avg	Median	Min	Max	Std Dev	Low 90% CI	High 90% CI
Läpivirtausaika kaikki potilaat - Average Value	249.23	234.95	184.81	351.70	45.93	234.98	263.47
Läpivirtausaika kaikki potilaat - Maximum Value	815.93	812.50	635.00	1090.00	123.30	777.68	854.18
Läpivirtausaika kaikki potilaat - Minimum Value	13.50	13.50	7.00	21.00	3.70	12.35	14.64
Läpivirtausaika kaikki potilaat - Number Of Observations	302	304	242	313	12.06	298.25	305.74

KUVA 77 Simulointiajojen tulokset läpivirtausajan osalta

Kuten kuvasta 77 voidaan havaita, on **mallin antama keskimääräinen läpivirtausaika 249,23 minuuttia**. Tämän lisäksi luottamusvälitarkastelun avulla (Low 95 %, High 95 %) saatiin selville viiden prosentin virheen sallimat ala- ja ylärajat, jonka väliin reaaliaineistosta analysoidun keskimääräisen läpivirtausajan tulisi sopia, jotta asetetut ehdot täyttyisivät ja mallin voitaisiin todeta olevan validi tarpeeksi tarkalla tasolla.

Aineistosta suoritettiin läpivirtausajan analysointia SPSS-tilastotyökalulla ja keskimääräiseksi **läpivirtausajaksi saatiin 255,19 minuuttia**. Nyt voidaan heti huomata, että aineistosta saatu keskimääräinen läpivirtausaika sopii määritellylle välille ja **virhettä syntyy ainoastaan n. 2,34 %**. Tämän perusteella **mallin voidaan todeta toimivan oikeanlaisesti ja olevan validi** ja sen antamiin tuloksiin voidaan jatkossa luottaa.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä tarkasteltiin terveydenhuollon tietoteknisiä ratkaisuja ja tietojenkäsittelyä sekä toiminnan tutkimisen osalta että käytännön toimien osalta. Nämä molemmat asiat ovat erittäin ajankohtaisia meneillään olevassa NOVA-projektissa, jonka tarkoituksena on hyödyntää toimintojen tehostamisessa tietoteknisiä ratkaisuja tehokkaasti molemmilla osa-alueilla. Käytännön töissä teknologisilla ratkaisuilla pyritään automatisoimaan prosessin eri vaiheita ja helpottamaan hoitohenkilökunnan toimintamalleja, vapauttaen henkilökunnan työpanoksen varsinaiseen hoitotyöhön entistä tehokkaammin. Tieteellisen tutkimuksen osalta tietoteknis pohjaisia menetelmiä hyödynnetään muun muassa simuloinnissa, joka toimii erityisenä testausalustana etsittäessä optimaalisia prosessikuvauksia tai resursointia.

Tällä hetkellä terveydenhuollon tietojenkäsittely ja tietojärjestelmät ovat melko pirstaleiset ja koostuvat yksikkökohtaisista ratkaisuista johtaen siihen, että tiedonsiirto eri järjestelmien ja samalla eri yksiköiden välillä ei ole mitenkään toimivaa ja standardoitua. Tämän lisäksi jo tietyn yksikön sisällä potilasprosessin eri vaiheissa käytettävät järjestelmät saattavat olla kykenemättömiä yhtenevään tiedonkäsittelyyn johtaen usein toiminnan tehottomuuteen ja hidastumiseen potilasprosessin aikana. Työtä tämän ongelman parissa on ryhdytty toki jo tekemään, erityisesti liittyen eri yksiköiden välisen tiedonsiirron ja käsittelyn standardointiin. NOVA-projekti vie automatisoinnin vielä tarkemmalle tasolle, kohdistuen tietojärjestelmän kehittämisen erityisesti päivystysalueelle.

Tietojenkäsittelyn ja tietojärjestelmien lisäksi uusien tietoteknisten innovaatioiden, erityisesti langattoman teknologian, hyödyntämien on vielä toistaiseksi melko vähäistä. Tällä hetkellä potilaan elintoimintojen tietojen kerääminen tapahtuu pääasiallisesti vielä kaapeleiden avulla, joka vaikeuttaa potilaan

liikuttelua ja hoitohenkilökunnan toimintaa jonkin verran. Tämän lisäksi potilaiden ja resurssien reaaliaikaista seuranta ei vielä hyödynnetä parhaalla mahdollisella tavalla vaikka teknologian tuomat edut ovat selvästi olemassa. Tässäkin asiassa on kuitenkin tapahtumassa muutosta, johon pyritään vastaamaan myös NOVA-projektin tiimoilta.

Toiminnan tutkimuksen osalta ollaan myös hyödyntämässä tietoteknisiä menetelmiä aiempaa tehokkaammin, käyttäen tutkimisessa hyväksi muun muassa tietokonesimulointia. Simulointia on kotimaan rajojen ulkopuolella hyödynnetty melko laajasti hyväksi terveydenhuollon alalla ja erityisesti viime vuosien aikana menetelmä on alkanut vakiinnuttaa asemaansa hyödyllisenä informaation tuottajana ja päätöksenteon tukimenetelmänä. Suomessa ollaan vielä toistaiseksi melko lailla "lapsen kengissä" kyseisen menetelmän suhteen. NOVA-projektin ja tämän työn puitteissa tähän pyritään kuitenkin tuomaan muutosta käyttämällä kyseistä menetelmää toimintojen tutkimisessa.

Suoritettujen tutkimusten sekä niistä saatujen tulosten valossa voidaan turvallisesti mielin todeta, että simuloinnilla on saatu hyödyllisiä tuloksia aikaan ja se on osoittautunut erittäin tehokkaaksi päätöksenteon tukivälineeksi, jonka avulla on mahdollista selvittää tiettyjen olosuhteiden vallitessa tehtyjen muutoksien vaikutuksia valittuihin kohdemuuttujiin. Jotta simulointia voitaisiin hyödyntää ja tuloksia saada aikaan, on aluksi kehitettävä reaalijärjestelmästä malli, joka mahdollistaa toimintojen tutkimisen. Mallin kehitysvaihe on tulevaisuuden kannalta erittäin tärkeä ja osaltaan myös herkkä vaihe sillä mallin luotettavuuden kannalta mallin pitää toimia hyväksytyllä, oikeanlaisella (reaalijärjestelmää vastaavalla) tavalla.

Tässä työssä keskityttiin juuri oikeanlaisen ja reaalijärjestelmää vastaavan mallin kehittämiseen sekä sen oikeanlaisuuden osoittamiseen. Työssä kuvattiin melko tarkalla tasolla, tiettyä hierarkkisuuutta noudattaen, mallin kehityksen jokin tärkeä vaihe ja määrittely. Mallin rakennus oli erittäin työläs ja monimutkainen, johtuen erityisesti reaalijärjestelmän laajuudesta ja kompleksisesta rakenteesta. Mallin kehityksessä törmättiin muutamaan otteeseen myös haasteisiin, jotka osaltaan hidastivat mallin kehitystä.

Mallin kehityksessä törmättiin muun muassa kerätyn datan liian karkeaan tarkkuuteen. Tämä on usein aiemminkin havaittu ongelma, joka varsinkin tässä projektissa korostui toimenpideaikojen määrittelyn osalta. Data kerättiin erillisen havainnointilomakkeen avulla, johon oli määritelty tietyt aikaleimapistet. Lomaketta muotoillessa ei kuitenkaan osattu huomioda tarkkaan varsinaisten toimenpideaikojen alku- ja loppuhetkiä ja tämä johti osaltaan toimenpideaikojen keinotekoiseen määrittelyyn. Totta on kyllä se, että toimenpiteen varsinaisen keston määrittäminen on yleensäkin vaikeata mutta lomakkeen tarkempi määrittely aikaleimojen osalta olisi nopeuttanut mallin rakennusprosessia.

Toimenpideaikojen määrittäminen suoritettiin loppujen lopuksi olemassa olevien käytäntöjen pohjalta ja aineiston tarkemman käsittelyn perusteella pystyttiin määrittämään suhteellisen realistiset toimenpideaajat eri vaiheisiin. Näiden toimenpidemuuttujien luonnin jälkeen seuraavaksi havaittiin tiettyjen toimintojen osalta liian karkean tason kuvaus (laboratoriotutkimukset ja rönt-

gentutkimukset), joka johti mallin liian karkeaan tarkkuustasoon ja mallin antamien vasteiden vääristymään. Tämän johdosta toimintoja tarkennettiin tarvittavin osin ja aineisto näitä tarkennuksia varten hankittiin ko. prosessin vaiheista (laboratoriosta ja röntgenistä). Tämän jälkeen päästiin taas kehityksessä eteenpäin ja kohti mallin oikeanlaista toimintaa.

Kun tarvittavat tarkennukset oli saatu tehtyä ja ongelmat ratkaistua suoritettiin mallin oikeanlaisuuden todistaminen. Tässä käytettiin tarkastelupisteenä keskimääräistä läpivirtausaikaa (kaikkien potilaiden osalta laskettu keskimääräinen läpivirtausaika). Mallin antamia vasteita verrattiin reaaliaineistosta tilastollisesti määriteltyihin arvoihin ja tulosten perusteella oli huomattavissa, että malli toimii oikealla tavalla ja on siis näin ollen validi.

Simulointimallin ollessa validi, voidaan jatkossa luottaa mallin antamiin vasteisiin ja ajojen tuloksiin. Tämän perusteella mallia voidaan käyttää toiminnan tehostamisessa päätöksenteon tukivälineenä hyvin monella eri tavalla. Mallin avulla voidaan tarkastella esimerkiksi resurssien kohdentamista, eri prosessikuvausten vaikutusta, kustannuksia sekä käyttää mallin antamaa informaatiota hyväksi myös päivystysalueen tietojärjestelmässä.

9 RAKENNETUN SIMULOINTIMALLIN JATKOKEHITYS

Tässä työssä keskityttiin pääasiallisesti erikoissairaanhoidon päivystyksen simulointimallin kehittämiseen. Työn tavoitteena oli luoda pohja jatkotyölle, jonka perustana kehitetty simulointimalli hyvin laajasti tulee toimimaan.

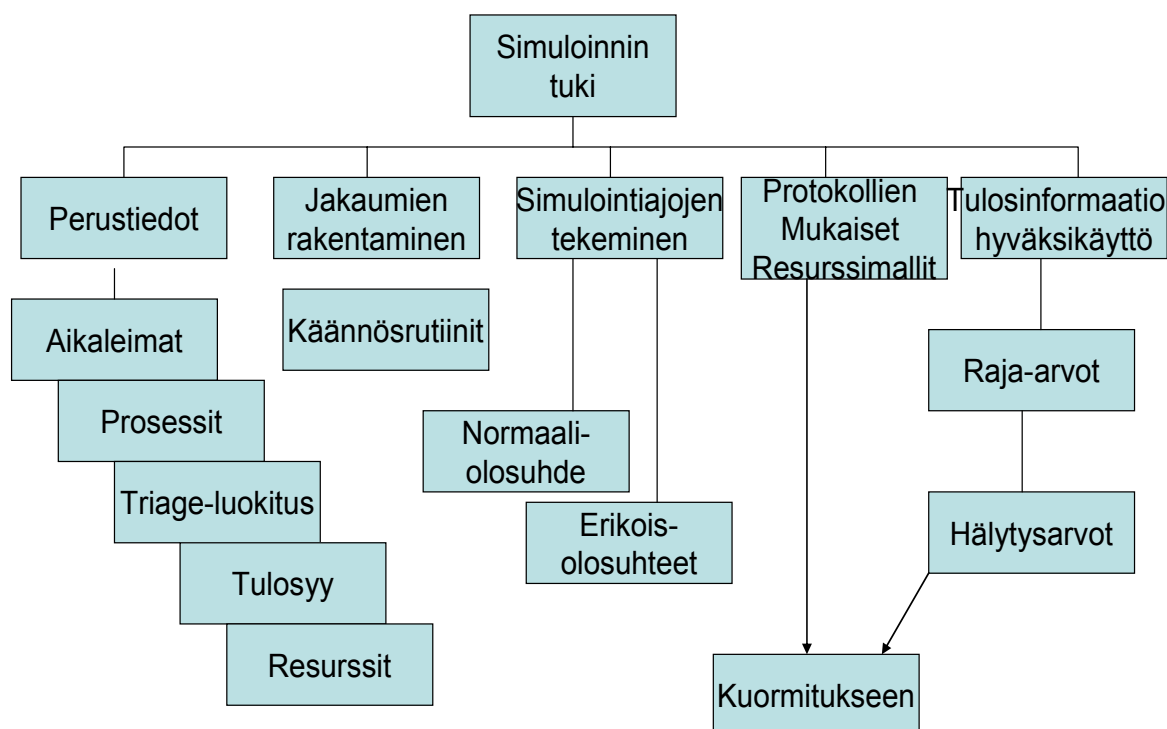
Ensimmäisessä vaiheessa kehitettyä mallia tullaan hyödyntämään resurssien allokoinnissa. Tällä hetkellä käytössä ovat tietyt resurssit ja henkilöstöä ei lähitulevaisuudessa ole tarkoitus lisätä, joten toiminnan tehostamiseksi henkilöstöä tulee kohdentaa eri tavoin suhteutettuna eri ajankohtina oleviin potilasvirtoihin. Resurssien allokointia varten kehitellään vaihtoehtoisia skenaarioita ja myöhemmässä vaiheessa ryhdytään käyttämään apuna myös optimointia, jolloin syöte optimointimalliin saadaan simulointiajojen perusteella.

Resurssien kohdentamisen lisäksi mallia ryhdytään käyttämään vaihtoehtoisten prosessikuvausten testaamiseen valiten niistä parhaiten toimivat käytännön työhön sovellettavaksi. Tämä on osa NOVA-projektin tavoittelemaa toiminnan tehostamista resurssien allokoinnin ohella.

Resurssien kohdentaminen sekä vaihtoehtoisten prosessikuvausten testaaminen ovat kuitenkin hyvin perinteisiä mallin hyödyntämiskeinoja ja antavat oleellista informaatiota ainoastaan odotusaikojen ja läpivirtausajan näkökulmasta. Näiden kohdemuuttujien lisäksi asiaa voidaan tarkastella myös hie- man eri näkökulmasta, nimittäin kustannusten näkökulmasta. Päivystysalueelle on kehitteillä uusi kustannuspohjainen potilaslaskutusjärjestelmä ja tämän puitteissa rakennettua mallia on tarkoitus käyttää apuna myös ns. toimintapohjaisessa kustannusanalyysissä (ABC, Active-Based-Costing).

Kaiken tämän suorittaminen rakennetun mallin avulla on erittäin työlästä, jos toimenpiteet pitää tehdä käsityönä (määrittää tarvittavat muuttujat, parametrit, arvot malliin käsin). Tämän vuoksi jatkossa keskitytään myös muodostamaan rakennetun mallin pohjalta erillinen päätöksenteon työkalu, jonka avulla määrittelyjen tekeminen helpottuu ja kuka tahansa voi tehdä tarvittavat määrittelyt. Tämä työkalu on tarkoitus liittää lisäksi osaksi uutta rakentuvaa päivystysalueen tietojärjestelmää.

Simuloinnin kehittäminen päätöksenteon tukityökaluksi sekä integrointi osaksi päivystysalueen tietojärjestelmää ei kuitenkaan ole kovin yksinkertaista vaan vaatii vielä paljon lisämäärittelyjä ja komponentteja tällä hetkellä rakennetun mallin lisäksi. Tämän hetkinen simulointimalli toimii vain pohjana työkalun toiminnalle ja vaatii tällä hetkellä vielä oman asiantuntijan erilaisia prosessikuvauksia ja resursointimäärittelyksiä tutkittaessa. Mitä simulointityökalu tulee tarvitsemaan tietojärjestelmältä ja miten sitä voidaan käyttää hoitotoimintaa ohjaavassa järjestelmässä? Tarkastellaan tätä kuvan 78 avulla.



KUVA 78 Simulointi osana päivystysalueen tietojärjestelmää

Perustietoina tietojärjestelmästä tarvitaan eri toimenpiteiden määrittämistä varten aikaleimat, joista rakennetaan erillisten käänösrutiinien avulla automaattisesti tilastotyökalun avulla toimenpiteille matemaattiset jakaumat. Aikaleimat saadaan kerättyä langattoman paikannusjärjestelmän avulla, joka tallentaa aikaleimat erilliseen tietokantaan.

Tämän lisäksi ajojen suorittamista varten oleellista tietoa ovat käytössä olevat prosessit, joihin potilaat ohjataan tietyin perustein sekä triage ja tulosyy tieto (%). Tämä informaatio on tarvittaessa saatavissa triage-ryhmän suorittaman kirjauksen perusteella erikseen määritetystä tallennuspaikasta. Oleellista on nimenomaan saada malliin sisällytettyä tiettyihin mallin moduuleihin prosentuaaliset todennäköisyysarvot. Viimeisenä tärkeänä perusosana on vielä resurssien määrittäminen hoitoryhmä- ja vuorokohtaisesti. Tämä informaatio on myös saatavilla työvuorolistojen perusteella. Se voidaan syöttää käsin erillisen käyttöliittymän avulla.

Kun edellä mainitut perustiedot on malliin määritelty, voidaan ryhtyä suorittamaan varsinaisia ajoja. Ajoilla voidaan hakea ennustemalleja sekä normaaliolosuhteiden vallitessa että erikoisskenaarioiden tapauksissa. Erikoisskenaarioilla voidaan testata esimerkiksi toimintamalleja ja toimintaa onnettomuustilanteissa, jne. Se mihin ratkaisuja voidaan hakea, ovat esimerkiksi resurssin suunnittelu sekä vaihtoehtoisten toimintamallien etsiminen (määriteltyjen joukosta) huonosti toimivien prosessivaiheiden ratkaisemiseksi.

Simuloinnin antamaa tulostietoa voidaan kuitenkin käyttää hyväksi myös itse toiminnan ohjauksessa ja tässä vaiheessa simulointi integroituu osaksi päivystysalueen tietojärjestelmää ja linkittyy hyvin tiiviisti kuormitukseen. Simuloinnilla voidaan hakea nimittäin raja-arvoja tiettyihin prosessin vaiheisiin. Simuloinnin avulla voidaan määrittää toiminnan ohjauksessa, jonojen muodostuessa liian suuriksi tai käyttöasteen noustessa liian korkeaksi, vaadittavat hälytysarvot varsinaiseen toiminnanohjausjärjestelmään. Eli ne arvot, jonka jälkeen potilaat ohjataan muualle tai lisää resursseja hälytetään paikalle.

Tämän lisäksi tavoitteena on tutkia simuloinnin soveltuvuutta potilaille annettavan informaation käytössä. Visiona on, että potilaalle voitaisiin määritellä, potilaan saapuessa päivystykseen, arvio ajasta kuinka kauan kestää ennen kuin hänen on mahdollista päästä tiettyyn toimenpiteeseen (lääkärin vastaanotolle, jne.).

LÄHTEET

- Aharonson-Daniel, L., Paul, R.J. and Hedley, A.J. (1996), Management of Queues in Out-patient Departments: The Use of Computer Simulation. *Journal of Management in Medicine*, Vol.10, No 6, pp.50-58.
- Alasaarela, E. (2003), Tulevaisuuden terveysteknologiat ja -järjestelmät. Tekes raportti.
- Alasaarela, E. et al. (2003), Wireless hospital technologies and their short range applications. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering – WC2003, Sydney, Australia.
- Allen, P. O., Ballash, D. W., and Kimball, G. (1997), Simulation Provides Surprising Staffing and Operation Improvements at Family Practice Clinics. In *Proceedings of the 1997 Annual HIMSS Conference 4*, pp.211-227.
- Altinel, K. and E. Ulas, E. (1996), Simulation modeling for emergency bed requirement planning. *Annals of Operations Research*, Vol.67, pp.183-210.
- Alvarez, A.M. and Centeno, M.A. (1999), Enhancing Simulation Models for Emergency Rooms Using VBA. In *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*, 1685-1693.
- Amara, R. et al. (2003), *Health and Health Care 2010 – Forecast and Challenge*. The Institute for the Future. A Wiley Company: Princeton.
- Anderson, J.G., and Anderson, M.M. (2005), Computer-Based Physician Entry in a Hospital: A Simulation Study, SCS, <http://www.scs.org/scsarchive/getDoc.cfm?id=2033> (refereed: May 13, 2005).
- Arthur, J. L. and Ravindran, A. (1981), A Multiple Nurse Scheduling Model. *AIIE Transactions*, Vol.13, No 1, pp.55-60.
- Asplin, B.R., Magid, D.J., Rhodes, K.V., Solberg, L.I., Lurie, N., and Camargo, C.A. Jr. (2003), A conceptual model of emergency department crowding, *Ann Emerg Med*, Vol.42, pp.173-180.
- Baesler, F.F., and Sepúlveda, J.A. (2001), Multi-Objective Simulation Optimization for a Cancer Treatment Center. In *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, Association for Computing Machinery, New York, pp.1405-1411.
- Bagust, A., M. Place, and Posnett, J.W. (1999), Dynamics of Bed Use in Accommodating Emergency Admissions: Stochastic Simulation Model. *BMJ*, Vol.319, pp.155-158.
- Baker, K. R. (1976), Workforce Allocation in Cyclical Scheduling Problems. *Operational Research Quarterly*, Vol.27, No. 1, 155-167.
- Benneyan, J. C., Horowitz, M. I., and Terceiro, M. B. (1994), Using Computer Simulation to Help Reduce Patient Waits . In *Proceedings of the 1994 Annual HIMSS Conference*, pp.323-342.
- Benneyan, J.C. (1997), An Introduction to Using Computer Simulation in Healthcare: Patient Wait Case Study. *Journal of the Society for Health Systems*, Vol.5, No. 3, pp.1-15.

- Berger, T. et al. (2001), Brain-implantable biomimetic electronics as the Next Era in Neural Prosthetics. In Proceedings of the IEEE, Vol. 89, No. 7, pp.993-1012.
- Blake, J. and Carter, M. W. (1996), An analysis of Emergency Room Wait Time Issues via Computer Simulation. INFOR, Vol. 34, No. 4, pp. 263-273.
- Blasak R.E., Armel W.S., Starks D.W., and Hayduk M.C. (2003), The use of Simulation to Evaluate Hospital Operations between the Emergency Department and a Medical Telemetry Unit. In Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, Association for Computing Machinery, New York.
- Brailsford, S.C., L. Churilov, and Liew, S-K. (2005), Treating Ailing Emergency Departments With Simulation: An Integrated Perspective. <http://www.scs.org/scsarchive/getDoc.cfm?id=2025> (refereed: March 20, 2005).
- CardioMEMS (2005), <http://www.cardiomems.com/technology.htm>, refereed: October 10, 2005).
- Centeno, M.A., M. L Garcia, N. DeCario, and Rivera, C. (1995), Reducing Time in an Emergency Room via a Fast-Track. In Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, pp.1048-1053.
- Centeno, M.A., E. López, M.A. Lee, Carrillo, M., and Ogazon, T. (2001), Challenges of Simulating Hospital Facilities. In Proceedings of the Twelfth Annual Conference of the Production and Operations Management Society, Orlando, Fl.
- Centeno, M., Giachetti, R. and Linn, R. (2003), A Simulation-ILP Based Tool for Scheduling ER Staff. In Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, pp.1930-1938.
- Chan, B. and Metzger, J. (1993), Process improvement in the emergency department: lessons learned from case studies in two urban teaching hospitals. Journal of the Society for Health Systems.
- Chick, S., Sánchez, P. J., Ferrin, D. and Morrice, D. J. (2003), Simulating Six Sigma Improvement Ideas for a Hospital Emergency Department. In Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, Informs Simulation Society, pp.1926-1929.
- Chin, L., and Fleisher, G. (1998), Planning Model of Resource Utilization in an Academic Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care*, Vol. 14, No. 1, pp. 4-9.
- Connelly, L.G., and Bair, A.E. (2004), Discrete Event Simulation of Emergency Department Activity: A Platform for System-level Operations Research. *Academic Emergency Medicine*, Vol. 11, pp. 1177-1185.
- Conway, J. et al. (2000), Wearable Computer as a Multi-parametric Monitor for Physiological Signals. *IEEE*, pp. 236-242.
- Cooper, K., R. Davies, P. Roderick, D. Chase, and Raftery, J. (2002), The Development of a Simulation Model of the Treatment of Coronary Heart Disease. *Health Care Manag Sci*, Vol. 5, pp. 259-267.
- Cote, M.J. (1999), Patient Flow and Resource Utilization in an Outpatient Clinic. *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 33, pp. 231-245.

- Dawson, K. A., et al. (1994), How to Conduct a Successful Emergency Center Staffing Simulation Study. In Proceedings of the 1994 Annual HIMSS Conference, Vol. 3, pp. 273–289.
- DELFOI (2003), CASE: TAYS Finn Medi Delta automaatiolaboratorion simulointi.
- Derlet, R.W., Richards, J.R. (2000), Overcrowding in the nation's emergency departments: complex causes and disturbing effects. *Ann Emerg Med*, Vol. 35, pp. 63–68.
- Derlet, R., Richards J, Kravitz R. (2001), Frequent overcrowding in U.S. emergency departments. *Acad Emerg Med*, Vol. 8, pp. 151–155.
- Derlet, R.W. (2002), Overcrowding in emergency departments: increased demand and decreased capacity. *Ann Emerg Med*, Vol. 39, pp. 430–432.
- Draeger, M. (1992), An Emergency Department Simulation Model Used to Evaluate Alternative Nurse Staffing and Patient Population Scenarios. In 1992 Winter Simulation Conference Proceedings. IEEE, Arlington, VA, pp. 1057-1064.
- Dumas, M.B. (1984), Simulation modeling for hospital bed planning. *Simulation*, Vol. 8, pp. 69-78.
- Dumas, M.B. (1985), Hospital bed utilization: an implemented simulation approach to adjusting and maintaining levels. *Health Services Research*, Vol. 20, pp. 43-61.
- Edwards, R.H., J.E. Clague, J. Barlow, M. Clarke, P.G. Reed, and Rada, R. (1994), Operations research survey and computer simulation of waiting times in two medical outpatient clinic structures. *Health Care Analysis: HCA. Journal of Health Philosophy and Policy*, Vol. 2, No. 2, pp. 164-169.
- Elbeyli, S., and Krishnan, P. (2000), In-Patient Flow Analysis Using Pro-Model™ Simulation Package. Food and Resource Economics Department.
- El-Darzi, E., C. Vasilakis, T. Chausalet, and Millard, P.H. (1998), A Simulation Modeling Approach to Evaluating Length of Stay Occupancy, Emptiness and Bed Blocking in a Hospital Geriatric Department. *Health Care Manag Sci*, Vol. 1, No. 2, pp. 143–149.
- Erdem, H.I., T. Demirel, and Onut, S. (2005), An Efficient Appointment System Design for Outpatient Clinic Using Computer Simulation. SCS, <http://www.scs.org/scsarchive/getDoc.cfm?id=1781> (refereed: May 4, 2005).
- Evans, G.W., T.B. Evans, and Unger, E. (1996), A Simulation Model for Evaluating Personnel Schedules in a Hospital Emergency Department. In Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference.
- Everett, J.E. (2002), A Decision Support Simulation Model for the Management of an Elective Surgery Waiting System. *Health Care Manag Sci*, Vol. 5, No. 2, pp. 89-95.
- Farrington, P. A., Nembhard, H. B., Sturrock, D. T. and Evans, G. W. (1999), A Tutorial on Simulation in Health Care: Applications and Issues. In Pro-

- ceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. Informs Simulation Society, pp. 49-55.
- Freedman, R. (1994), Reduction of Average Length of Stay in the Emergency Room Using Discrete Simulation. In Proceedings of the Simulation in Health Sciences Conference, pp. 6-8.
- Friedman, C. (1995), Where is the science in medical informatics?. *JAMA*, Vol. 2, No. 1, pp. 65-67.
- Glick, N.G., C.C. Blacmore, and Zelman, W.N. (2000), Extending Simulation Modeling to Active-Based Costing for Clinical Procedures. *Journal of Medical Systems*, Vol. 24, No. 2.
- Gonzales, C., Gonzales, M., Rios, N. (1997), Improving the Quality of Service in an Emergency Room Using Simulation-animation and Total Quality Management. *Computers and Engng*, Vol. 33, no. 1-2, pp. 97-100.
- Groothuis, S., A. Hasman, P.E.J. van Pol, N.H.M.K. Lencer, J.J.J. Janssen, J.D.M. -J. Jans, J.L.M. Stappers, W.R.M. Dassen, P.A.F.M. Doevendans, and van Merode, G.G. (2004), Predicting Capacities Required in Cardiology Units for Heart Failure Patients via Simulation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Vol. 74, pp. 129-141.
- Groothuis, S., G.G. van Merode, Y.J.M. Koppelman, and Hasman, A. (2005), Simulation at the Emergency Department. <http://www.scs.org/scsarchive/getDoc.cfm?id=2037> (refereed: February 2, 2005).
- Hancock, W. M. and Chan, T. J. (1988), Productivity and Staffing of Hospital Units with Uncertainty in the Demand for Service. *IIE Transactions*, Vol. 20, No. 4, pp. 346-353.
- Hashimoto, F.S. Bell. (1996), Improving Outpatient Clinic Staffing and Scheduling with Computer Simulation. *Gen. Intern. Med.* 11(3), 182-184.
- Healy, K., Withers, D. and Nelson, B. (1997), Success Stories in Simulation in Health Care. In Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, Informs Simulation Society, pp. 1280-1285.
- Hendershott, T. H. (1995), Resource Allocation/ Capacity Planning Using Simulation in the Laboratory. In Proceedings of the 1995 Annual HIMSS Conference, Vol. 2, pp. 363-370.
- Huarng, F., and Lee, M.H. (1996), Using Simulation in Out-Patient Queues: A Case Study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, Vol. 9, No. 6, pp. 21-25.
- Huddy, J. McKay, J. and Culp, K. (1999), Computer simulation: making better operational and architectural ED design decisions. *J Emerg Nurs*, Vol. 25, pp. 307-310.
- Huebner, D. and Miller, L. (1996), Business Process Reengineering of an Outpatient Clinic Using Simulation. In Proceedings of the 1996 Annual HIMSS Conference, Vol. 1, pp. 87-100.
- Iskander, W. H., and Carter, D. (1991), A Simulation Model for a Same Day Care Facility at a University Hospital. In Proceedings of the Winter Simulation Conference, pp. 846-853.

- Isken, M. W. & Hancock, W. (1998), Tactical Staff Scheduling Analysis for Hospital Ancillary Units. *Journal of the Society for Health Systems*, Vol. 5, No. 4, pp. 11-23.
- Kalton, A. G., Singh, M. R., August, D. A., Parin, C. M., and Othman, E. J. (1997), Using Simulation to Improve the Operational Efficiency of a Multi-Disciplinary Clinic. *Journal of the Society for Health Systems*, vol. 5, No. 3, pp. 43-62.
- Khan, Z. A. (1991), A Note on a Network Model for Nursing Staff Scheduling Problems. *Information and Decisions Technologies*, Vol. 17, pp. 63-69.
- Kilmer, R.A., A.E. Smith, and Shuman, L.J. (1997), An Emergency Department Simulation and a Neural Network Metamodel. *J Soc Health Syst.*, Vol. 5, No 3, pp. 63-79.
- Kirtland, A., J. Lockwood, K. Poisker, L. Stamp, and Wolfe, P. (1995), Simulating an Emergency Department is as Much Fun as. In *Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference*, pp. 1039-1042.
- Korpela, M. and Saranto, K. (1999), *Tietotekniikka ja tiedonhallinta sosiaali- ja terveydenhuollossa*, WSOY, Helsinki.
- Kraitsik, M., and Bossmeyer, A. (1992), Simulation Applied to Planning an Emergency Department Expansion. In *Proceedings of the 1992 SCS Western Multiconference session on Simulation in Healthcare Services*, pp. 19-27.
- Kuhn, K. and Giuse, D. (2001), From hospital information systems to health information systems. *Methods of Information in Medicine*, Vol. 40, pp. 275-287.
- Kumar, A. and Kapur, R. (1989), Discrete Simulation Application - Scheduling Staff for the Emergency Room. In *1989 Winter Simulation Conference Proceedings*. IEEE, Washington, DC, pp. 1112-1120.
- Lane, D.C., C. Monefeldt, and Husemann, E. (2003), Client Involvement in Simulation Model Building: Hints and Insights from a Case Study in a London Hospital. *Health Care Manag Sci*, Vol. 6, No. 2, pp. 105-116.
- Lange, V. (1997), Blueprints Designed to Improve Quality of Care Using simulation Tools, <http://www.medmodel.com/stories.html> (refereed: October 10, 2005).
- Levy, J. L., Watford, B. A., & Owen, V. T. (1989), Simulation Analysis of an Out-patient Services Facility. *Journal of the Society for Health Systems*, Vol. 1, No. 2, pp. 35-49.
- Lopez-Valcarcel, B.G. and Perez, P.B. (1994), Evaluation of alternative functional designs in an emergency department by means of simulation. *Simulation*, Vol. 63, No. 1, pp. 20-29.
- Lowery, J.C. (1991), Design and Validation of Methodologies for Determining Critical Care Bed Requirements, *Health Services Organization and Policy*, University of Michigan.
- Lowery, J. (1996), Design of Hospital Admissions Scheduling System Using Simulation. In *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, Coronado, California, United States, pp. 1199-1204.

- Mahachek, A. R. (1992), An introduction to patient flow simulation for health-care managers. *Journal of the Society for Health Systems*, Vol. 3, No. 3, pp. 73-81.
- Martin E., Grønhaug, R., and Haugene, K. (2003), Proposals to Reduce Over-Crowding, Lengthy Stays and Improve Patient Care: Study of the Geriatric Department in Norway's Largest Hospital. In *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 1876-1881.
- Martinez-Garcia, A.I., and Mendez-Olague, R. (2005), Process Improvement with Simulation in the Health Sector, <http://www.eu-lat.org/eHealth/Martinez-and-Mendez.pdf> (refereed: April 20, 2005).
- McCabe, J.B. (2001), Emergency department overcrowding: a national crisis. *Acad Med*, Vol. 76, pp. 672-674.
- McGuire, F. (1994), An Emergency Department Simulation Model Used to Evaluate Alternative Nurse Staffing and Patient Population Scenarios. In *1994 Winter Simulation Conference Proceedings*, IEEE, Orlando, FL.
- McGuire, F. (1997), Using Simulation to Reduce Length of Stay in Emergency Departments. *J Soc Health Syst*, Vol. 5, pp. 81-90.
- Merkle, J.F. (2005), Computer Simulation: A Methodology to Improve the Efficiency in the Brooke Army Medical Center Family Clinic, <http://www.ache.org/membership/AdvtoFellow/CASERPTS/merkle00.cfm> (refereed: January 24, 2005).
- Moreno, L., R.M. Agilar, C.A. Martin, J.D. Pinero, J.I. Estevez, J.F. Sigut, J.L. Sanchez, and Jimenez, V.I. (1999), Patient-Centered Simulation Tool for Aiding in Hospital Management. *Simulation Practice and Theory*, Vol. 7, pp. 373-393.
- Morrison, B.P., and Bird, B.C. (2003), A Methodology for Front Office and Patient Care Processes in Ambulatory Health Care. In *Proceedings of the 2003 Winter Simulating Conference*.
- Nykänen, P. (2000), Decision support systems from a health informatics perspective, Tampere University, Department of Computer and Information Sciences.
- Nykänen, P. (2003), Terveysthuollon tietojärjestelmät, <http://www.cs.uta.fi/reports/bsarja/B-2003-7.pdf> (refereed: October, 2005).
- Paksuniemi, M. et al. (2004), Wireless sensor and data transmission needs and available technologies for patient monitoring in the operation room and intensive care unit. *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*.
- Pitt, M. (1997), A generalized simulation system to support strategic resource planning in healthcare. In *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 1155-1162.
- Puurttinen, M., Hyttinen, J., Malmivuo, J. (2003), Effect of Interelectrode Distance on ECG Potentials - Modeling Approach vs. Clinical Data. *International Journal of Bioelectromagnetism*, Vol. 5, No. 1.

- Ramis, F.J., J.L. Palma, and Baesler, F.F. (2001), In Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. ed. B.A. Peters, J.S. Smith, D.J. Medeiros, and M.W. Rohrer, eds.
- Ratcliffe, J., T. Young, M. Buxton, T. Eldabi, R. Paul, A. Burroughs, G. Papatheodoridis, and Rolles, K. (2001), A Simulation Modeling Approach to Evaluating Alternative Policies for the Management of the Waiting List for Liver Transplantation. *Health Care Manag Sci*, Vol. 4, pp. 117-124.
- Richard, J.M. (1997), *Animated Simulation: Determining Cost Effective Nurse Staffing for an Acute Care Unit*. Storming Media.
- Richardson, L.D., Asplin, B.R., and Lowe, R.A. (2002), Emergency department crowding as a health policy issue: past development, future directions. *Ann Emerg Med*, Vol. 40, pp. 388-393.
- Riley, L.A. (1999), Applied Simulation as a Decision Support System Tool: The Design of a New Internal Medicine Facility. In Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 1-6.
- Ritondo, M., and Freedman, R. (1993), The Effects of Procedure Scheduling On Emergency Room Throughput: A Simulation Study. In Proceedings of the 1993 SCS Western Simulation Multiconference on Simulation in the Health Sciences and Services, pp. 8-11.
- Rossetti, M.D., G.F. Trzcinski, and Syverud, S.A. (1999), Emergency Department Simulation and Determination of Optimal Attending Physician Staffing Schedules. In Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 1532-1540.
- Ruohonen, T. (2004), *Poliklinikan toiminnan simulointi*. Jyväskylän yliopisto. Tietotekniikan laitoksen pro gradu-työ.
- Saunders, C.E., P.K. Makens, and Leblanc, L.J. (1989), Modeling Emergency Department Operations Using Advanced Computer Simulation Systems. *Ann Emerg Med*, Vol. 18, No. 2, pp. 134-140.
- Sinreich, D. and Marmor, Y.N. (2004), *A Simple and Intuitive Tool for Analyzing Emergency Department Operations*, Haifa, Israel.
- Su, S., and Shih, C-L. (2003), Modeling an Emergency Medical Services System Using Computer Simulation. *International Journal of Medical Informatics* Vol. 72, pp. 57-72.
- Tanaka, K., J. Sato, J. Guo, A. Takada, and Yoshihara, H. (2004), A Simulation Model of Hospital Management Based on Cost Accounting Analysis According to Disease. *Journal of Medical Systems*, Vol. 28, pp. 689- 710.
- Taylor, S., and Kuljis, J. (2001), *Simulation in Health Care Management: Modeling an Outpatient Clinic*. Operational Research Society.
- Tine, H. M. and Ramayana, A. (1982), On Manpower Scheduling Algorithms. *SIAM Review*. Society for Industrial and Applied Mathematics, Vol. 24, No. 3, pp. 275-287.
- Triola, M.M., and Holzman, R.S. (2004), Computer Simulation of Pathogen Transmission in the Medical Intensive Care Unit: A Comparison of Two Probabilistic Methods. *MEDINFO*, pp. 1277-1281.

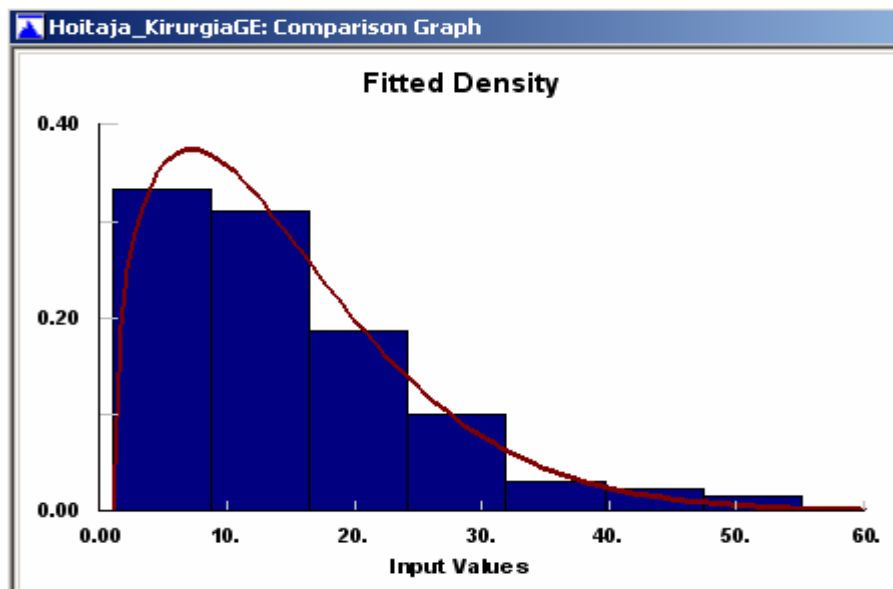
- Trzeciak, S., and Rivers, E.P. (2003), Emergency department overcrowding in the United States: an emerging threat to patient safety and public health. *Emerg Med J*, Vol. 20, pp. 402-405.
- Van Merode, G.G., Groothuis, S., Schoenmakers, M. and Boersna, H.H. (2002), Simulation Studies and the Alignment of Interests. *Health Care Manag Sci*, Vol. 5, No. 2, pp. 97-102.
- Velianoff, G.D. (2002), Overcrowding and diversion in the emergency department: the health care safety net unravels. *Nurs Clin North Am*, Vol. 37, pp. 59-66.
- Vemuri, S. (1984), Simulated Analysis of Patient Waiting Time in an Outpatient Pharmacy. *American Journal of Hospital Pharmacy*, Vol. 41, No. 6, pp. 1127-1130.
- Vissers, J.M. (1995), Patient Flow Based Allocation of Hospital Resources. *IMA J Math Appl Med Biol*, Vol. 12, no. 3-4, pp. 259-274.
- Vissilacopoulos, G. A. (1985), Simulation model for bed allocation to hospital inpatient departments. *Simulation*, Vol. 45, pp. 233-241.
- Weng, M. L. and Houshmand, A.A. (1999), Healthcare simulation: a case study at a local clinic. In *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*, Cincinnati, USA, pp. 1577-1584.
- Wilt, A. and Goddin, D. (1989), Health Care Case Study: Simulating Staffing Needs and Work Flow in an Outpatient Diagnostic Center. *Industrial Engineering*, pp. 22-26.
- Wright, M.B. (1987), The application of a surgical bed simulation model. *European Journal of Operational Research*, vol. 32, pp. 32-36.

LIITE 2

KirurgiaGE

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
Weibull[1., 1.4, 15.2]	100
Gamma[1., 1.92, 7.12]	21.3
Inverse Gaussian[1., 16., 13.6]	16.9
Pearson 6[1., 27.8, 2.58, 6.17]	12.7
Inverse Weibull[1., 1.21, 0.146]	12.5
Lognormal[1., 2.33, 0.797]	9.74
Pearson 5[1., 1.65, 12.2]	8.15
LogLogistic[1., 2.12, 10.5]	6.34
Beta[1., 1.43e+006, 1.87, 1.95e+005]	4.52
Erlang[1., 2., 7.12]	4.2
Exponential[1., 13.6]	5.54e-003
Rayleigh[1., 12.2]	6.57e-007
Pareto[1., 0.411]	0.
Johnson SB[1., 35.5, 0.565, 0.767]	0.
Triangular[0., 55.7, 5.18]	0.
Uniform[1., 55.]	0.
Chi Squared[1., 11.3]	0.
Power Function[1., 55.6, 0.599]	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



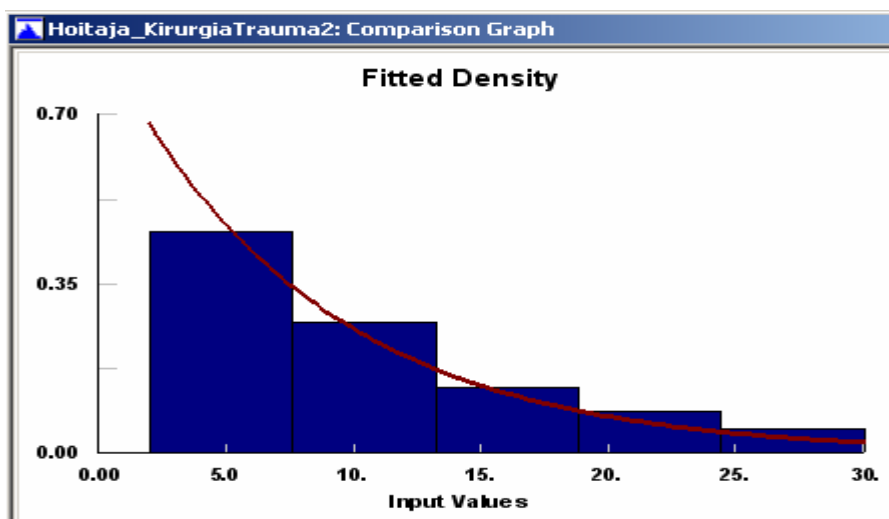
Hoitajakontaktiin määritetyn Weibull-jakauman graafinen esitys

KirurgiaTrauma

KirurgiaTrauman osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat ovat seuraavat:

distribution	rank
Exponential(2., 8.24)	100
Inverse Weibull(2., 1.28, 0.243)	25.6
Pearson 5(2., 1.67, 7.47)	11.3
Weibull(2., 1.33, 9.33)	9.22
Inverse Gaussian(2., 9.78, 8.24)	6.79
LogLogistic(2., 2.01, 6.21)	3.42
Lognormal(2., 1.83, 0.822)	2.63
Pearson 6(2., 20.6, 2.28, 6.5)	2.57
Gamma(2., 1.92, 4.3)	0.845
Beta(2., 6.37e+003, 1.73, 1.29e+003)	0.554
Power Function(2., 30.2, 0.661)	0.271
Pareto(2., 0.703)	2.21e-002
Triangular(1., 31.8, 4.65)	0.
Erlang(2., 2., 4.3)	0.
Rayleigh(2., 7.68)	0.
Uniform(2., 30.)	0.
Chi Squared(2., 7.18)	0.
Johnson SB(2., 19.2, 0.362, 0.686)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



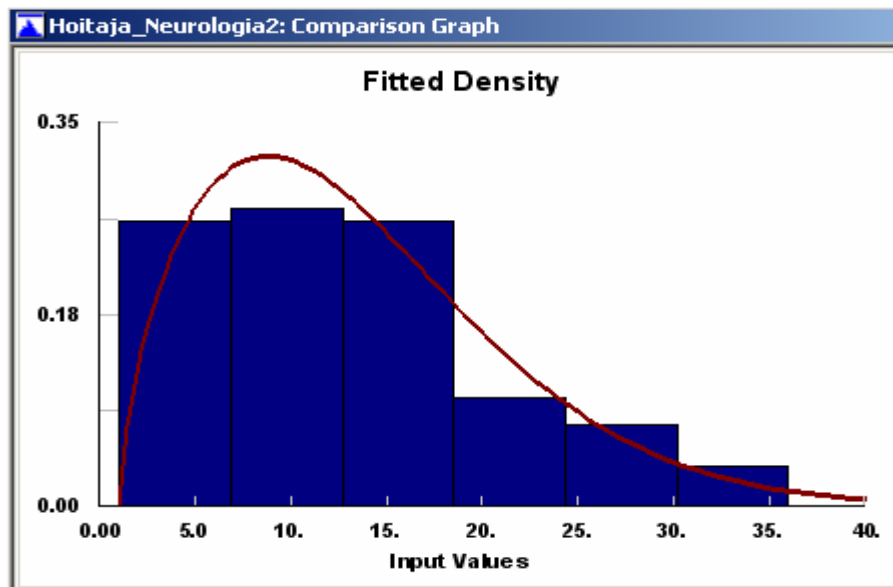
Hoitajakontaktiin parhaiten sopivan exponentiaalijakauman graafinen esitys

Neurologia

Neurologian osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat ovat seuraavat:

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
Weibull(1., 1.63, 14.)	99.6
Pearson 6(1., 36.3, 2.91, 9.38)	46.4
Lognormal(1., 2.29, 0.734)	38.3
Gamma(1., 2.59, 4.71)	28.1
Beta(1., 134, 2.13, 20.6)	25.2
LogLogistic(1., 2.41, 10.4)	15.4
Inverse Gaussian(1., 17.6, 12.2)	3.36
Triangular(0., 38.4, 4.74)	1.6
Inverse Weibull(1., 1.17, 0.149)	0.95
Pearson 5(1., 1.7, 12.3)	0.868
Rayleigh(1., 10.5)	0.463
Exponential(1., 12.2)	0.347
Erlang(1., 3., 4.71)	0.
Pareto(1., 0.424)	0.
Power Function(1., 36., 0.793)	0.
Uniform(1., 36.)	0.
Chi Squared(1., 10.9)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



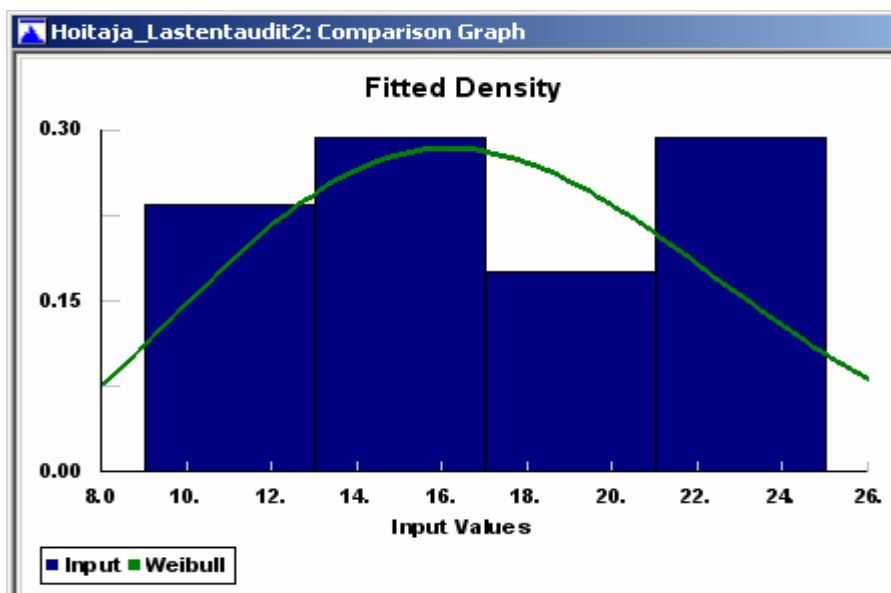
Hoitajakontaktiin parhaiten sopivan Weibull-jakauman graafinen esitys

Lastentaudit

Lastentautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat ovat seuraavat:

distribution	rank
Weibull(5., 2.44, 13.9)	99.4
LogLogistic(5., 3.2, 11.4)	95.2
Gamma(5., 4.19, 2.93)	95.
Pearson 6(5., 345, 4.35, 123)	93.5
Erlang(5., 4., 3.07)	90.5
Rayleigh(5., 9.53)	78.7
Lognormal(5., 2.39, 0.528)	56.9
Chi Squared(5., 11.8)	46.3
Power Function(5., 25.1, 1.63)	46.
Pearson 5(5., 3.52, 33.)	25.5
Beta(5., 25., 2.02, 1.71)	18.9
Inverse Weibull(5., 1.86, 0.121)	15.5
Triangular(5., 26.8, 24.2)	6.41
Uniform(5., 25.)	4.38
Exponential(5., 12.3)	1.85
Pareto(5., 0.844)	7.5e-002
Inverse Gaussian	no fit
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



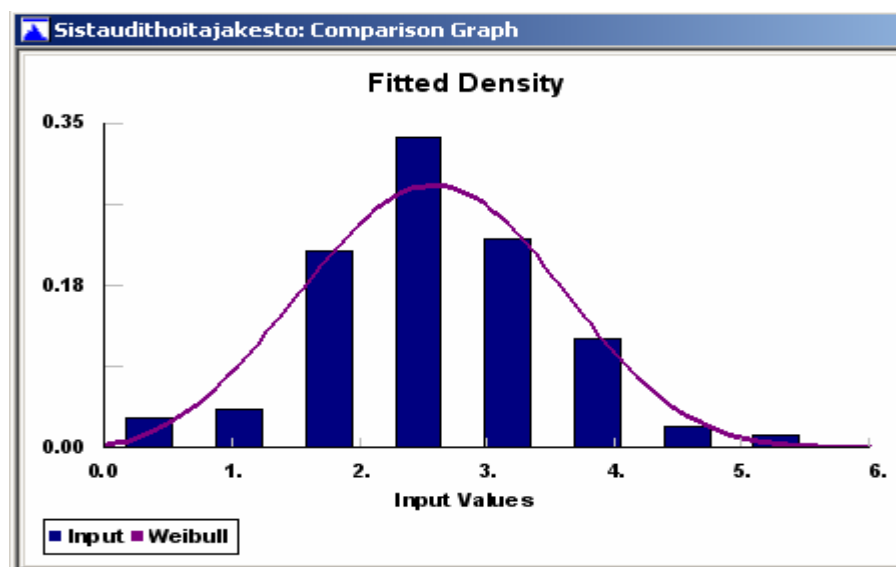
Hoitajakontaktiin parhaiten sopivan Weibull-jakauman graafinen esitys

Sisätaudit

Sisätautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat ovat seuraavat:

distribution	rank
Weibull[-0.251, 3.3, 3.16]	56.8
Lognormal[-7.63, 2.32, 8.99e-002]	44.3
Pearson 5[-9.29, 168, 1.99e+003]	41.5
Gamma[-2.76, 33., 0.162]	33.8
Erlang[-2.76, 33., 0.162]	31.8
LogLogistic[-13.9, 31.8, 16.5]	19.9
Beta[0., 5.62, 3.84, 4.42]	18.6
Inverse Gaussian[-7.78, 1.32e+003, 10.4]	15.9
Normal[2.59, 0.922]	15.
Johnson SU[2.57, 2.9, -4.72e-003, 3.31]	11.3
Logistic[2.58, 0.519]	6.99
Pearson 6[0., 74., 7.89, 225]	2.92
Extreme Value IA[2.15, 0.871]	2.79e-002
Triangular[-4.6e-002, 5.68, 2.3]	1.37e-003
Extreme Value IB[3.07, 1.01]	8.48e-004
Exponential[0., 2.59]	0.
Uniform[0., 5.62]	0.
Chi Squared[0., 3.37]	0.
Power Function[0., 5.62, 1.2]	0.
Rayleigh[-9.02e+152, 6.38e+152]	0.
Inverse Weibull	no fit
Johnson SB	no fit
Pareto	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



Hoitajakontaktiin parhaiten sopivan Weibull-jakauman graafinen esitys

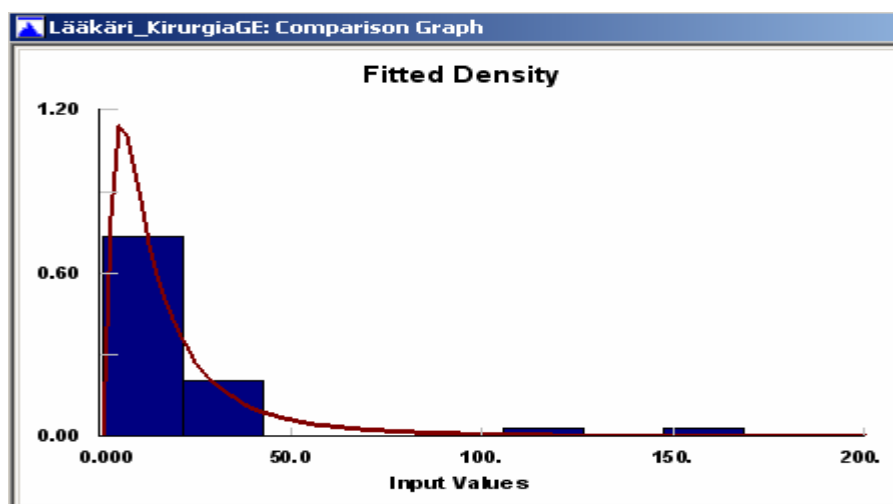
LIITE 3

KirurgiaGE

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
LogLogistic(1., 1.79, 11.)	95.3
Lognormal(1., 2.48, 0.981)	52.9
Inverse Gaussian(1., 13.7, 21.)	45.6
Pearson 6(1., 5.95e-002, 210, 1.51)	40.5
Pearson 5(1., 1.5, 12.4)	38.9
Inverse Weibull(1., 1.33, 0.131)	31.5
Weibull(1., 0.898, 20.2)	26.7
Johnson SB(1., 202, 2.17, 0.81)	14.2
Erlang(1., 1., 20.5)	10.7
Exponential(1., 21.)	7.86
Gamma(1., 1.02, 20.5)	6.41
Beta(1., 5.01e+006, 0.999, 2.35e+005)	2.83
Power Function(1., 211, 0.349)	7.44e-006
Pareto(1., 0.397)	5.62e-006
Triangular(0., 174, 0.)	0.
Rayleigh(1., 27.8)	0.
Uniform(1., 168)	0.
Chi Squared(1., 12.9)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen

MedModel-ohjelmistoon ei ole käytettäviin jakaumamäärittämiin otettu mukaan Loglogis-tista jakaumaa, joten tässä tapauksessa simulointimalliin sijoitettavaksi jakaumaksi valittiin seuraavaksi toimenpidettä parhaiten kuvaava jakauma eli Lognormal. Tarkastellaan jakaumaa vielä graafisesti.



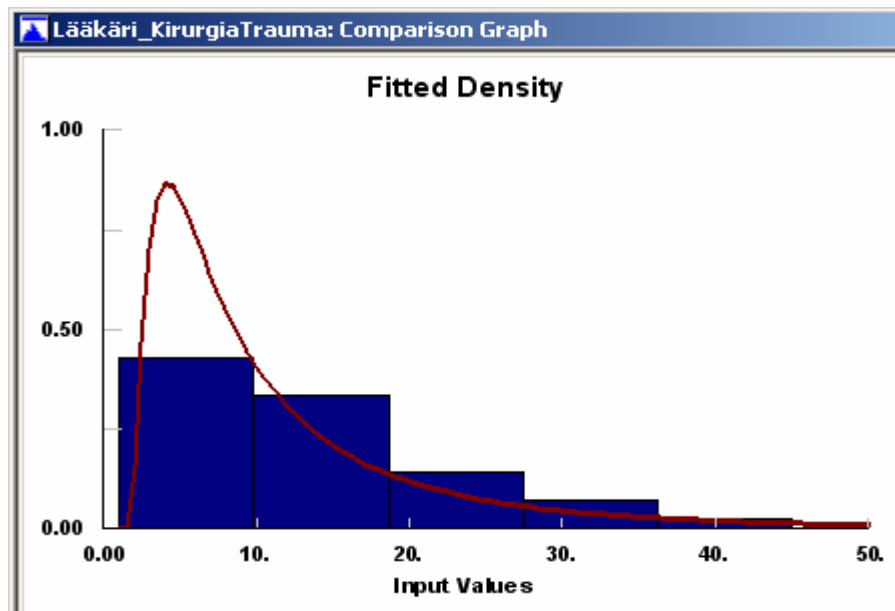
Lääkärikontaktia parhaiten kuvaavan Lognormal-jakauman graafinen esitys

KirurgiaTrauma

KirurgiaTrauman osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat lääkärikontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Inverse Gaussian(1., 10.2, 11.2)	75.3
Lognormal(1., 2.09, 0.883)	64.
Inverse Weibull(1., 1.09, 0.195)	61.8
Weibull(1., 1.28, 12.4)	56.6
Pearson 6(1., 27.9, 2.07, 5.98)	43.2
Exponential(1., 11.2)	40.9
Pearson 5(1., 1.34, 7.17)	39.7
LogLogistic(1., 1.95, 8.27)	35.7
Gamma(1., 1.69, 6.63)	30.6
Beta(1., 3.86e+003, 1.68, 580)	20.
Erlang(1., 2., 6.63)	0.58
Triangular(0., 46.8, 1.11)	5.55e-002
Rayleigh(1., 10.5)	5.81e-003
Power Function(1., 61.1, 0.499)	4.61e-004
Chi Squared(1., 9.07)	3.12e-004
Pareto(1., 0.455)	2.63e-006
Uniform(1., 45.)	0.
Johnson SB(1., 37.3, 0.967, 0.827)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen lääkärikontaktiin



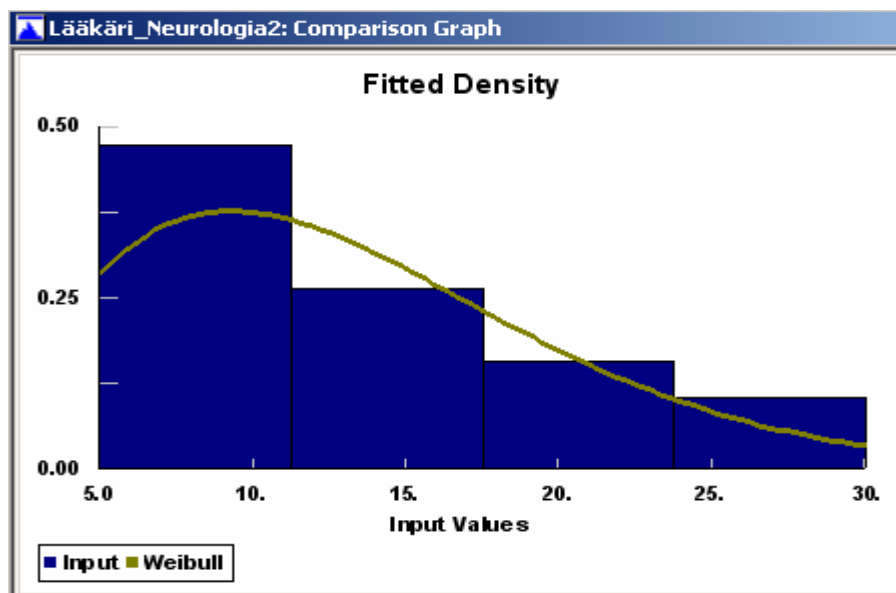
Lääkärikontaktia parhaiten kuvaavan käänneisen Gaussian-jakauman graafinen esitys

Neurologia

Neurologian osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat lääkärikontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Weibull(2., 1.66, 12.8)	79.
Gamma(2., 2.26, 5.04)	64.
Erlang(2., 2., 5.71)	63.3
Triangular(2., 33.8, 3.67)	56.2
Pearson 6(2., 1.22e+003, 2.46, 267)	54.5
LogLogistic(2., 2.26, 9.55)	52.8
Beta(2., 30., 1.63, 2.71)	41.
Rayleigh(2., 9.5)	40.9
Lognormal(2., 2.2, 0.739)	34.8
Inverse Gaussian(2., 16.8, 11.4)	23.1
Pearson 5(2., 1.92, 13.)	16.5
Inverse Weibull(2., 1.38, 0.163)	16.1
Exponential(2., 11.4)	16.
Power Function(2., 31.7, 0.839)	5.33
Uniform(2., 30.)	2.23
Chi Squared(2., 9.99)	0.837
Pareto(2., 0.572)	2.14e-002
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen lääkärikontaktiin



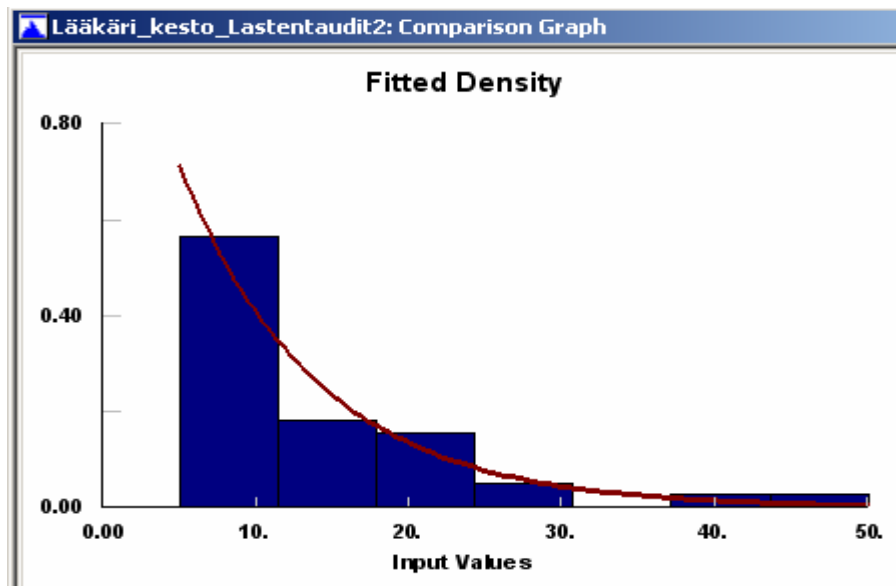
Lääkärikontaktia parhaiten kuvaavan käännteisen Weibull-jakauman graafinen esitys

Lastentaudit

Lastentautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat lääkärikontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Exponential(5., 9.03)	100
Inverse Weibull(5., 1.69, 0.167)	0.419
Weibull(5., 1.38, 11.8)	0.369
Pearson 5(5., 2.6, 17.5)	0.141
LogLogistic(5., 2.54, 7.93)	0.128
Pearson 6(5., 0.951, 21.5, 2.9)	0.1
Pareto(5., 1.15)	8.15e-002
Lognormal(5., 2.11, 0.678)	6.47e-002
Inverse Gaussian(5., 26.8, 9.03)	1.32e-002
Beta(5., 8.63e+003, 2.13, 1.72e+003)	6.08e-003
Chi Squared(5., 9.27)	3.59e-005
Rayleigh(5., 9.85)	9.94e-007
Erlang(5., 6., 1.5)	9.66e-007
Gamma(5., 6.01, 1.5)	9.04e-007
Power Function(5., 54., 0.563)	0.
Triangular(4., 51.7, 4.)	0.
Uniform(5., 50.)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen lääkärikontaktiin



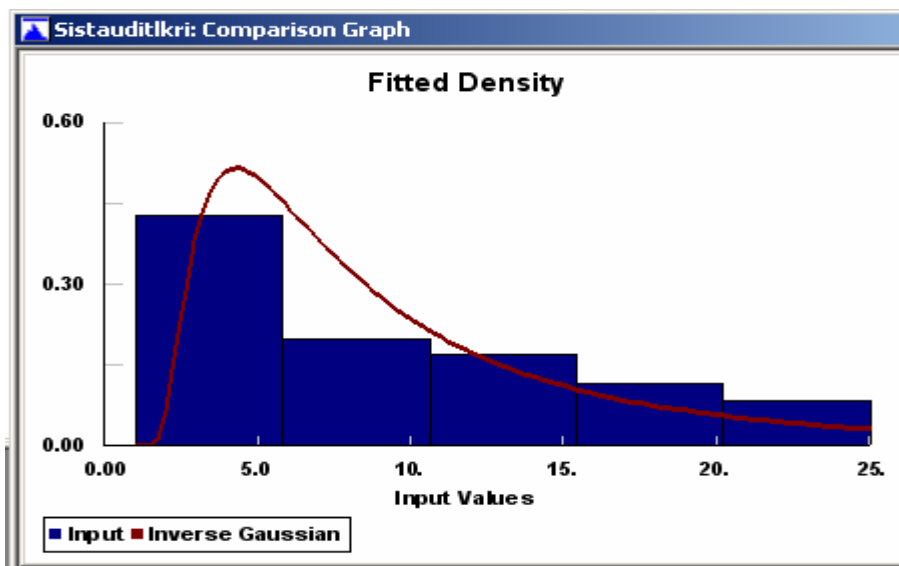
Lääkärikontaktia parhaiten kuvaavan Exponentiaali-jakauman graafinen esitys

Sisätaudit

Sisätautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat lääkärikontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Inverse Gaussian(1., 11.2, 9.57)	67.6
Triangular(0., 28., 3.2)	44.5
Pearson 5(1., 1.48, 7.62)	42.2
Lognormal(1., 2.02, 0.807)	33.
Inverse Weibull(1., 1.12, 0.204)	28.7
Erlang(1., 2., 4.33)	20.7
Weibull(1., 1.54, 11.)	15.5
LogLogistic(1., 2.13, 7.84)	13.6
Beta(1., 25., 1.26, 1.89)	12.8
Pearson 6(1., 1.17e+003, 2.15, 259)	11.9
Gamma(1., 2.21, 4.33)	10.
Power Function(1., 25.5, 0.845)	6.56
Exponential(1., 9.57)	5.38
Uniform(1., 25.)	0.36
Rayleigh(1., 8.34)	0.196
Chi Squared(1., 8.48)	1.18e-002
Pareto(1., 0.472)	3.65e-006
Johnson SB(1., 22., 0.222, 0.663)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen lääkärikontaktiin



Lääkärikontaktia parhaiten kuvaavan käänteisen Gaussian-jakauman graafinen esitys

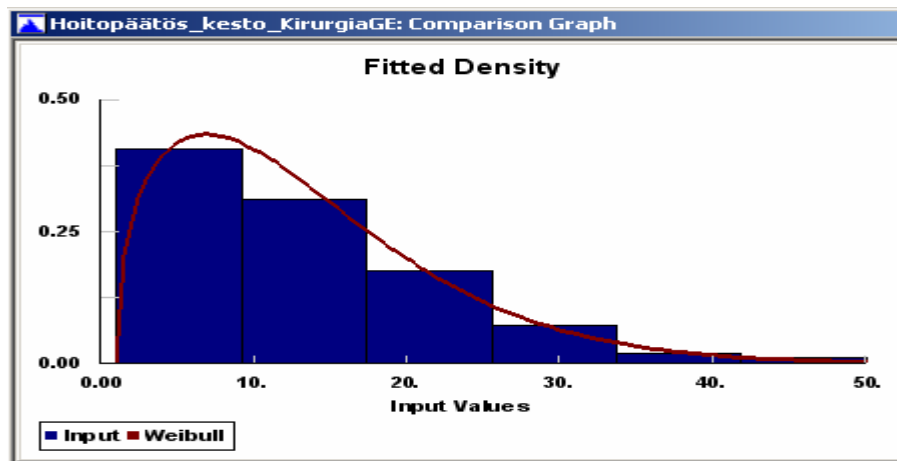
LIITE 4

KirurgiaGE

KirurgiaGE:n osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat hoitopäätöskontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Weibull(1., 1.42, 13.8)	100
Inverse Weibull(1., 1.3, 0.156)	49.7
Erlang(1., 2., 5.87)	41.5
Inverse Gaussian(1., 16.5, 12.2)	28.6
Pearson 5(1., 1.83, 12.9)	22.8
Lognormal(1., 2.24, 0.77)	20.4
Pearson 6(1., 27.7, 2.64, 6.83)	20.
Gamma(1., 2.08, 5.87)	16.5
LogLogistic(1., 2.17, 9.46)	10.2
Beta(1., 1.17e+006, 1.94, 1.81e+005)	6.45
Exponential(1., 12.2)	0.
Triangular(0., 50.8, 4.23)	0.
Pareto(1., 0.43)	0.
Johnson SB(1., 27.4, 0.542, 0.852)	0.
Rayleigh(1., 11.)	0.
Uniform(1., 50.)	0.
Chi Squared(1., 10.4)	0.
Power Function(1., 59.3, 0.549)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen hoitopäätöskontaktiin



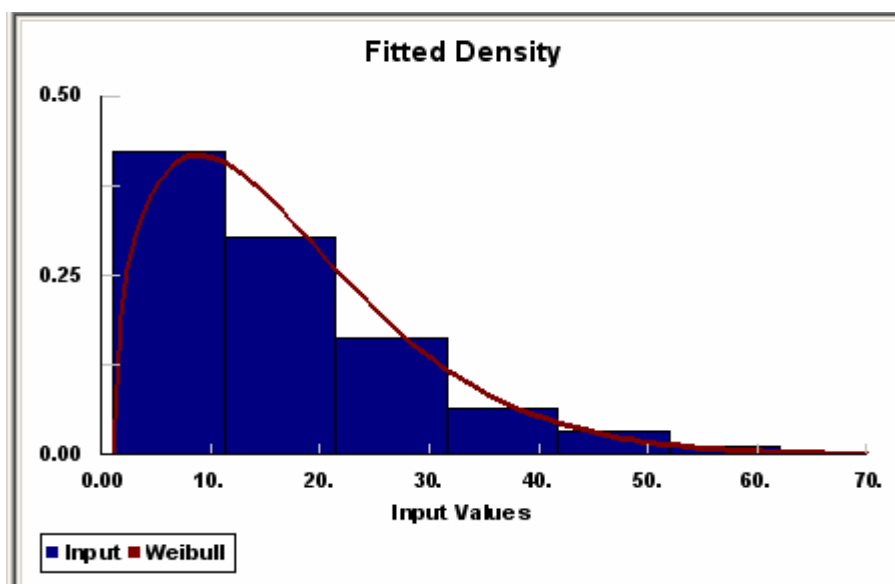
Hoitopäätöskontaktia parhaiten kuvaavan Weibull-jakauman graafinen esitys

KirurgiaTrauma

KirurgiaTrauman osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat hoitopäätöskontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Weibull(1., 1.44, 17.9)	96.8
Pearson 6(1., 1.25e+004, 1.86, 1.42e+003)	81.6
Beta(1., 120, 1.63, 10.3)	51.5
Gamma(1., 1.99, 7.97)	51.1
Erlang(1., 2., 7.97)	49.4
Lognormal(1., 2.49, 0.836)	36.
Johnson SB(1., 101, 1.99, 1.03)	31.3
LogLogistic(1., 2.09, 12.8)	19.7
Inverse Gaussian(1., 16.3, 15.9)	2.56
Exponential(1., 15.9)	0.804
Inverse Weibull(1., 1.06, 0.128)	0.584
Pearson 5(1., 1.36, 10.9)	0.455
Triangular(0., 63.2, 2.75)	2.4e-002
Pareto(1., 0.392)	0.
Rayleigh(1., 14.1)	0.
Uniform(1., 62.)	0.
Chi Squared(1., 13.1)	0.
Power Function(1., 72.7, 0.562)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen hoitopäätöskontaktiin



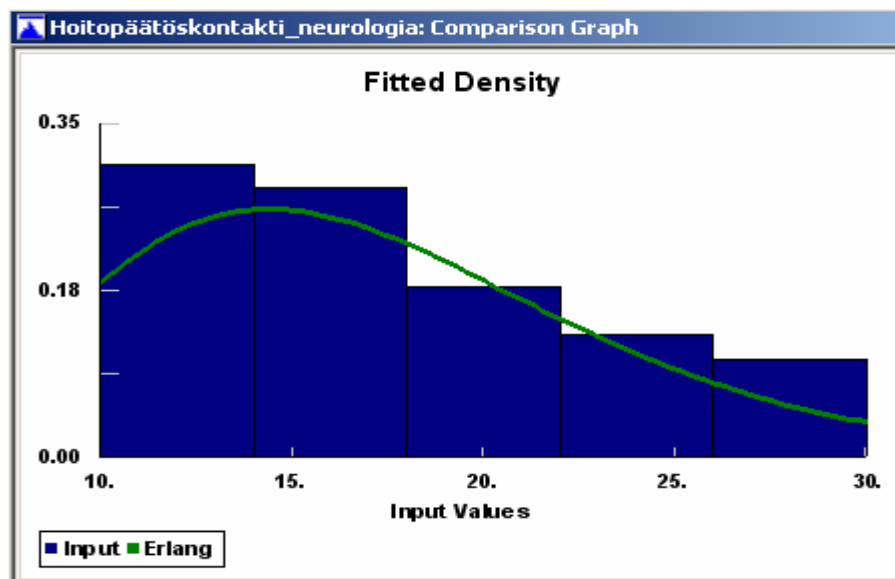
Hoitopäätöskontaktia parhaiten kuvaavan Weibull-jakauman graafinen esitys

Neurologia

Neurologian osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat hoitopäätöskontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Erlang(1., 6., 2.69)	100
LogLogistic(1., 4.07, 14.8)	80.5
Gamma(1., 6.28, 2.57)	76.5
Pearson 6(1., 23.6, 10.3, 16.1)	61.5
Weibull(1., 2.66, 18.2)	59.8
Lognormal(1., 2.7, 0.404)	57.9
Inverse Gaussian(1., 92.5, 16.1)	57.1
Pearson 5(1., 6.48, 89.1)	41.5
Triangular(1., 34.6, 13.9)	28.8
Inverse Weibull(1., 2.85, 8.21e-002)	25.9
Johnson SB(1., 138, 4.59, 2.18)	23.5
Chi Squared(1., 15.9)	17.9
Rayleigh(1., 12.3)	17.
Beta(1., 30., 3.61, 3.46)	6.66
Power Function(1., 32.5, 1.33)	0.146
Uniform(1., 30.)	2.29e-002
Exponential(1., 16.1)	9.63e-006
Pareto(1., 0.361)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen hoitopäätöskontaktiin



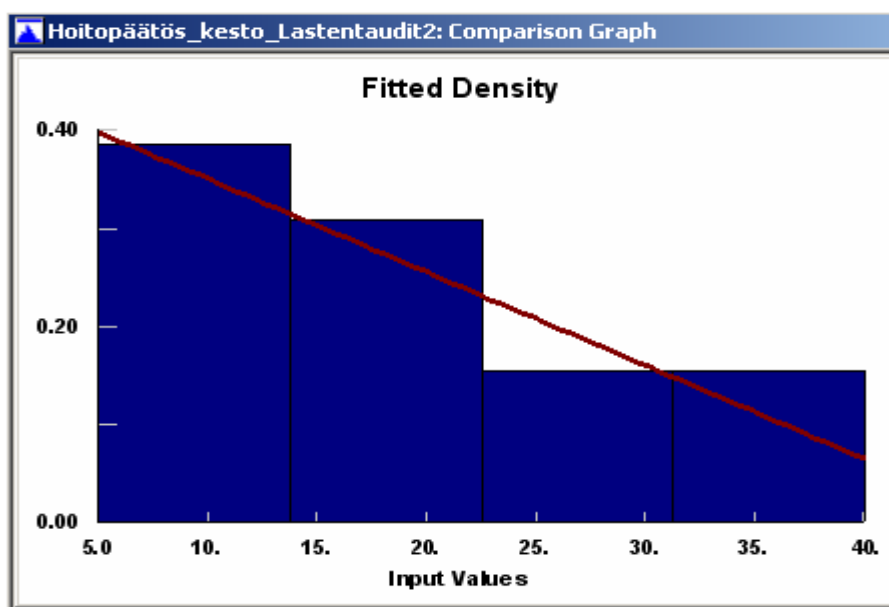
Hoitopäätöskontaktia parhaiten kuvaavan Erlang-jakauman graafinen esitys

Lastentaudit

Lastentautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat hoitopäätöskontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Triangular(4., 46.9, 4.)	100
Erlang(5., 1., 13.6)	42.
Gamma(5., 1., 13.6)	42.
Exponential(5., 13.6)	42.
Weibull(5., 1.77, 19.)	1.19
Pareto(5., 0.908)	1.17
Pearson 6(5., 40.6, 3.35, 9.)	0.828
Beta(5., 40., 1.6, 2.1)	0.711
LogLogistic(5., 2.44, 14.1)	0.694
Lognormal(5., 2.62, 0.677)	0.675
Uniform(5., 40.)	0.621
Inverse Weibull(5., 1.55, 0.103)	0.513
Pearson 5(5., 2.31, 25.)	0.498
Rayleigh(5., 13.8)	0.275
Johnson SB(5., 51., 0.873, 1.01)	0.196
Power Function(5., 41., 1.03)	0.161
Inverse Gaussian(5., 53.8, 13.6)	3.08e-002
Chi Squared(5., 14.7)	2.52e-003

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen hoitopäätöskontaktiin



Hoitopäätöskontaktia parhaiten kuvaavan Triangular-jakauman graafinen esitys

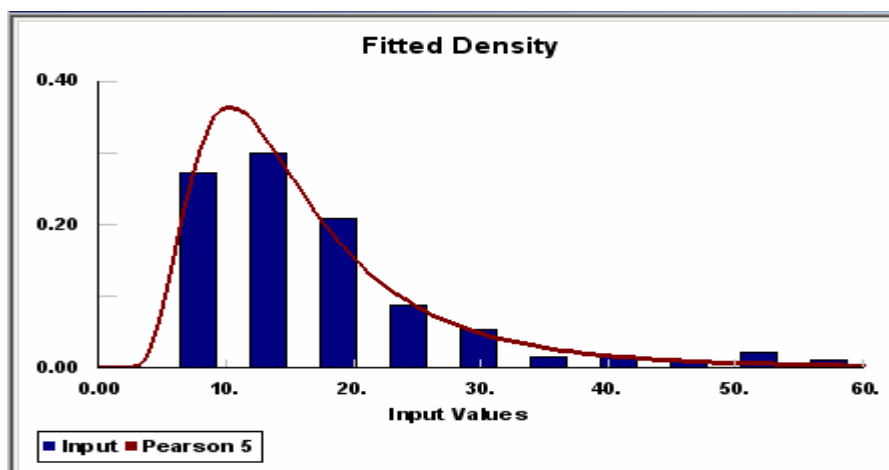
Sisätaudit

Sisätautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat hoitopäätöskontaktin kestolle ovat seuraavat:

distribution	rank
Inverse Weibull[-9.18, 3.71, 4.75e-002]	100.
Pearson 5[-0.515, 4.15, 55.7]	90.9
Johnson SU[3.81, 2.56, -2.92, 1.39]	76.9
Lognormal[2.67, 2.44, 0.675]	75.3
Inverse Gaussian[1.96, 31.3, 15.1]	65.5
Pearson 6[5., 31.5, 2.25, 6.72]	55.2
LogLogistic[5., 2.11, 9.2]	47.2
Gamma[4.73, 1.49, 8.29]	30.7
Weibull[4.9, 1.2, 12.9]	14.4
Beta[5., 1.46e+005, 1.65, 1.95e+004]	8.12
Erlang[4.73, 2., 6.15]	5.09
Extreme Value IA[12.8, 6.65]	0.854
Exponential[5., 12.]	2.92e-002
Chi Squared[-18.7, 35.5]	7.38e-003
Logistic[15.3, 5.17]	3.52e-003
Rayleigh[1.04, 13.5]	5.12e-005
Normal[17., 10.5]	0.
Pareto[5., 0.931]	0.
Triangular[5., 60.6, 5.]	0.
Uniform[5., 60.]	0.
Extreme Value IB[23.1, 14.4]	0.
Power Function[4.98, 60.6, 0.502]	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen hoitopäätöskontaktiin

Sopivin jakauma hoitopäätöskontaktia kuvaamaan sisätautien osalta olisi käännteinen Weibull mutta koska Medmodel-ohjelmiston käytettäviin jakaumamäärittelyihin ei ko. jakauma kuulu, käytetään simulointimallissa toiseksi parasta jakaumamäärittelyä eli Pearson 5:sta. Kuvassa 50 on Pearson 5-jakauman graafinen esitys.



Hoitopäätöskontaktia kuvaavan Pearson 5-jakauman graafinen esitys

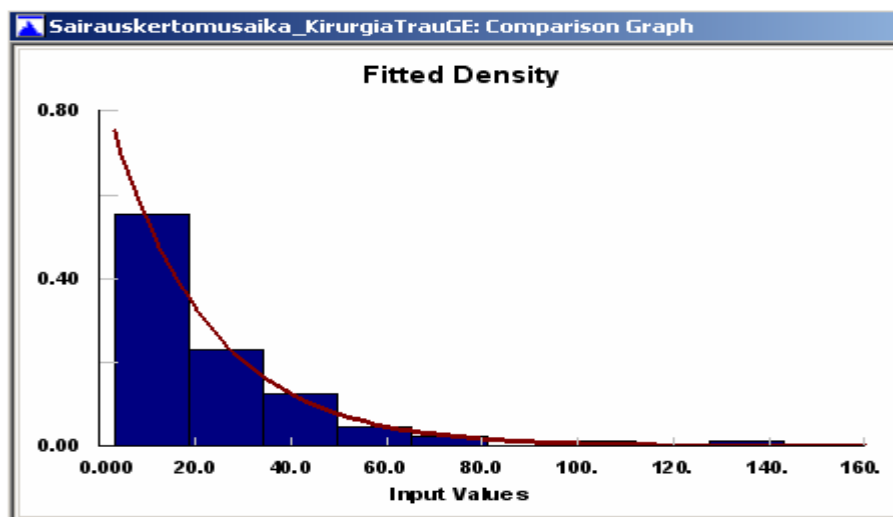
LIITE 5

KirurgiaGE

KirurgiaGE:n osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat sairauskertomuksen kirjoitusvaiheeseen olivat seuraavat:

distribution	rank
Exponential(3., 20.7)	100
Lognormal(3., 2.57, 1.02)	56.1
Weibull(3., 1.05, 21.7)	39.1
Inverse Gaussian(3., 12.6, 20.7)	34.8
LogLogistic(3., 1.69, 13.4)	25.4
Pearson 6(3., 210, 1.3, 14.)	20.4
Gamma(3., 1.24, 16.7)	14.9
Inverse Weibull(3., 1., 0.128)	9.3
Beta(3., 455, 1.12, 22.6)	8.87
Pearson 5(3., 1.11, 8.66)	8.12
Erlang(3., 1., 16.7)	3.7
Triangular(2., 145, 3.64)	0.
Pareto(3., 0.581)	0.
Johnson SB(3., 91.2, 1.42, 0.822)	0.
Rayleigh(3., 21.9)	0.
Uniform(3., 143)	0.
Chi Squared(3., 14.1)	0.
Power Function(3., 158, 0.405)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen sairauskertomuksen kirjoitusvaiheeseen



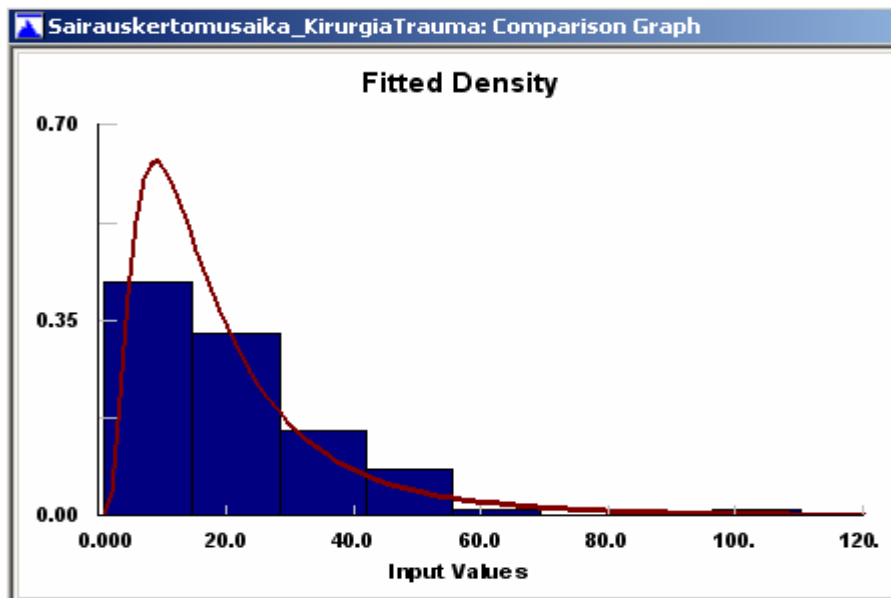
Sairauskertomuksen kirjoitusvaihetta kuvaavan exponentiaali-jakauman graafinen esitys

KirurgiaTrauma

KirurgiaTrauman osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat sairauskertomuksen kirjoitusvaiheeseen olivat seuraavat:

distribution	rank
Lognormal(1., 2.69, 0.795)	100
Pearson 6(1., 67., 2.31, 8.84)	53.2
LogLogistic(1., 2.18, 15.)	47.3
Weibull(1., 1.35, 21.8)	45.9
Gamma(1., 1.96, 9.91)	28.4
Inverse Gaussian(1., 23.5, 19.4)	27.9
Beta(1., 110, 1.67, 7.88)	16.1
Erlang(1., 2., 9.91)	14.8
Pearson 5(1., 1.68, 17.9)	4.8
Inverse Weibull(1., 1.24, 0.102)	1.42
Exponential(1., 19.4)	0.
Triangular(0., 111, 1.14)	0.
Pareto(1., 0.367)	0.
Johnson SB(1., 55., 0.632, 0.771)	0.
Rayleigh(1., 18.1)	0.
Uniform(1., 110)	0.
Chi Squared(1., 15.7)	0.
Power Function(1., 388, 0.306)	0.

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen sairauskertomuksen kirjoitusvaiheeseen



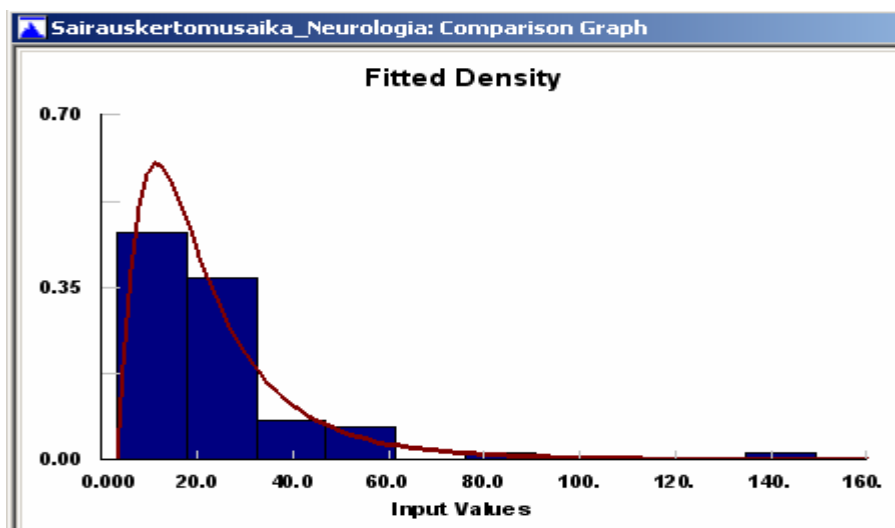
Sairauskertomuksen kirjoitusvaihetta kuvaavan exponentiaali-jakauman graafinen esitys

Neurologia

Neurologian osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat sairaukertomuksen kirjoitusvaiheeseen olivat seuraavat:

distribution	rank
Pearson 6(3., 32.3, 2.5, 4.88)	86.6
Lognormal(3., 2.7, 0.846)	63.5
LogLogistic(3., 2.12, 15.2)	57.6
Gamma(3., 1.65, 12.6)	34.6
Weibull(3., 1.2, 22.6)	19.6
Inverse Gaussian(3., 19.9, 20.8)	14.
Beta(3., 716, 1.52, 49.7)	11.9
Pearson 5(3., 1.46, 14.8)	1.9
Inverse Weibull(3., 1.13, 0.104)	1.7
Exponential(3., 20.8)	1.37
Erlang(3., 2., 12.6)	6.59e-003
Triangular(2., 151, 3.96)	0.
Pareto(3., 0.551)	0.
Power Function(3., 377, 0.31)	0.
Rayleigh(3., 21.)	0.
Uniform(3., 149)	0.
Chi Squared(3., 15.9)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen sairaukertomuksen kirjoitusvaiheeseen



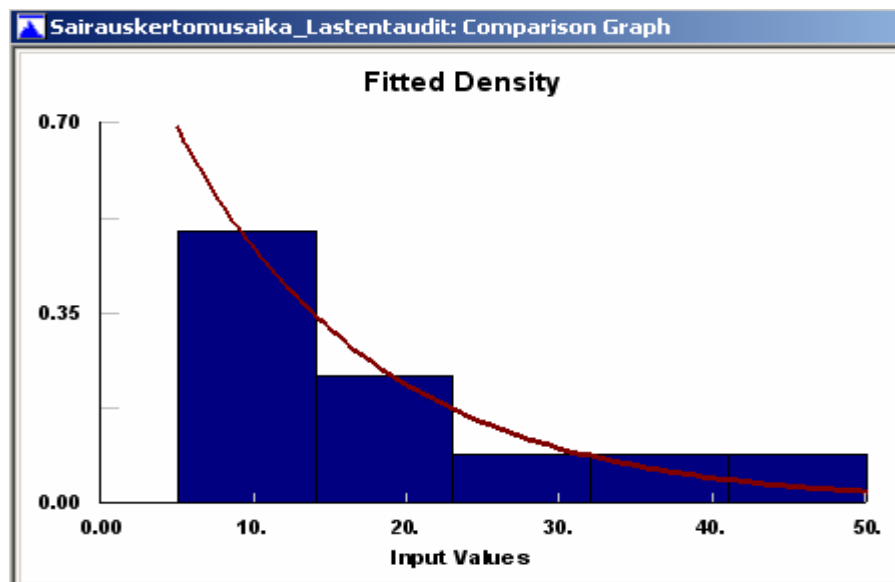
Sairaukertomuksen kirjoitusvaihetta kuvaavan exponentiaali-jakauman graafinen esitys

Lastentaudit

Lastentautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat sairauksettomuuden kirjoitusvaiheeseen olivat seuraavat:

distribution	rank
Exponential(5., 13.1)	100
Pearson 5(5., 1.2, 7.08)	73.1
Inverse Weibull(5., 1.04, 0.172)	65.8
Inverse Gaussian(5., 10.8, 13.1)	44.6
Lognormal(5., 2.25, 0.963)	15.
LogLogistic(5., 1.76, 9.56)	9.75
Pearson 6(5., 34.9, 1.74, 5.2)	7.38
Weibull(5., 1.17, 15.2)	7.37
Beta(5., 50., 0.914, 1.99)	3.45
Gamma(5., 1.7, 7.67)	1.46
Triangular(4., 53.9, 4.)	0.903
Pareto(5., 0.944)	0.747
Power Function(5., 50.7, 0.635)	0.466
Erlang(5., 2., 7.67)	2.86e-002
Rayleigh(5., 13.4)	4.6e-005
Uniform(5., 50.)	0.
Chi Squared(5., 10.4)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen sairauksettomuuden kirjoitusvaiheeseen



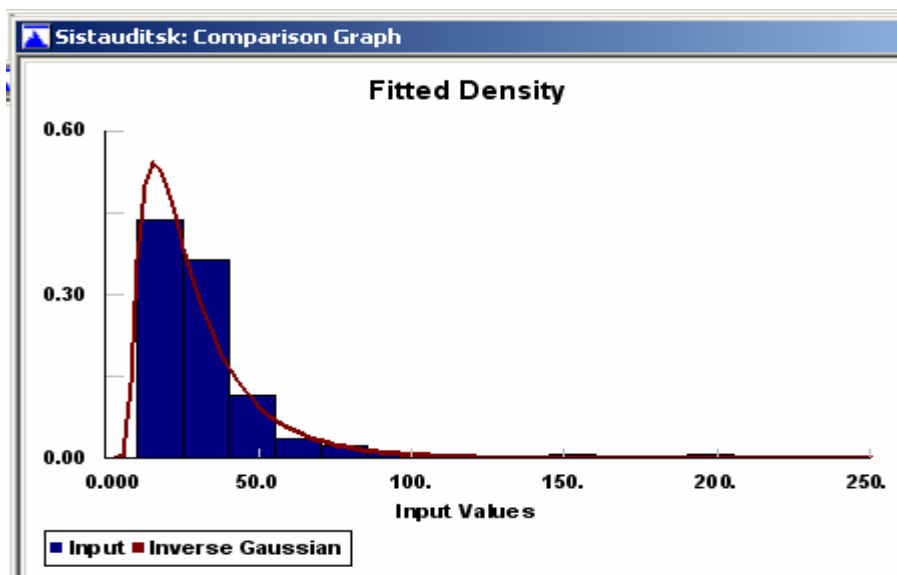
Sairauksettomuuden kirjoitusvaihetta kuvaavan exponentiaali-jakauman graafinen esitys

Sisätaudit

Sisätautien osalta kerätystä havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat sairauksettomuuden kirjoitusvaiheeseen olivat seuraavat:

Auto::Fit of Distributions	
distribution	rank
Inverse Gaussian(3., 49.9, 26.8)	85.4
Lognormal(3., 3.06, 0.653)	72.6
Pearson 6(3., 10.5, 7.6, 3.99)	55.2
LogLogistic(3., 2.68, 21.)	36.2
Erlang(3., 2., 13.4)	26.6
Gamma(3., 2.31, 11.6)	16.7
Pearson 5(3., 2.68, 46.8)	8.71
Weibull(3., 1.39, 29.7)	2.12
Inverse Weibull(3., 1.7, 6.46e-002)	1.05
Exponential(3., 26.8)	2.25e-007
Triangular(3., 206, 9.16)	0.
Pareto(3., 0.473)	0.
Beta(3., 4.44e+003, 0.85, 96.)	0.
Power Function(3., 241, 0.414)	0.
Rayleigh(3., 25.1)	0.
Uniform(3., 205)	0.
Chi Squared(3., 22.2)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen sairauksettomuuden kirjoitusvaiheeseen



Sairauksettomuuden kirjoitusvaihetta kuvaavan Inverse Gaussian -jakauman graafinen esitys

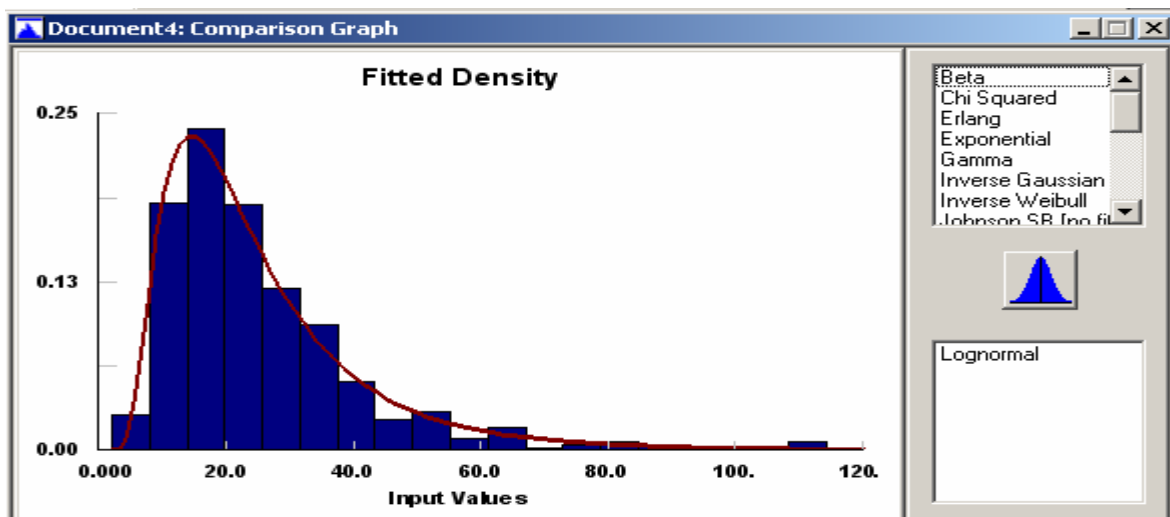
LIITE 6

Tutkimusten tilaus-näytteenotto suoritettu

Laboratorion omasta havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat tutkimuksen tilauksen ja näytteenoton päättymisen väliselle ajalle olivat seuraavat:

distribution	rank
Lognormal[2., 2.95, 0.649]	100
LogLogistic[2., 2.74, 19.2]	43.7
Pearson 6[2., 32.2, 4.27, 6.85]	15.7
Inverse Gaussian[2., 44.1, 23.5]	1.04
Gamma[2., 2.6, 9.03]	6.32e-005
Pearson 5[2., 2.39, 36.7]	1.85e-005
Exponential[2., 23.5]	0.
Pareto[2., 0.422]	0.
Beta[2., 475, 2.4, 45.7]	0.
Erlang[2., 3., 9.03]	0.
Triangular[1., 114, 10.4]	0.
Uniform[2., 114]	0.
Weibull[2., 1.55, 26.5]	0.
Power Function[2., 114, 0.566]	0.
Rayleigh[2., 20.5]	0.
Inverse Weibull[2., 1.41, 7.25e-002]	0.
Chi Squared[2., 20.2]	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen



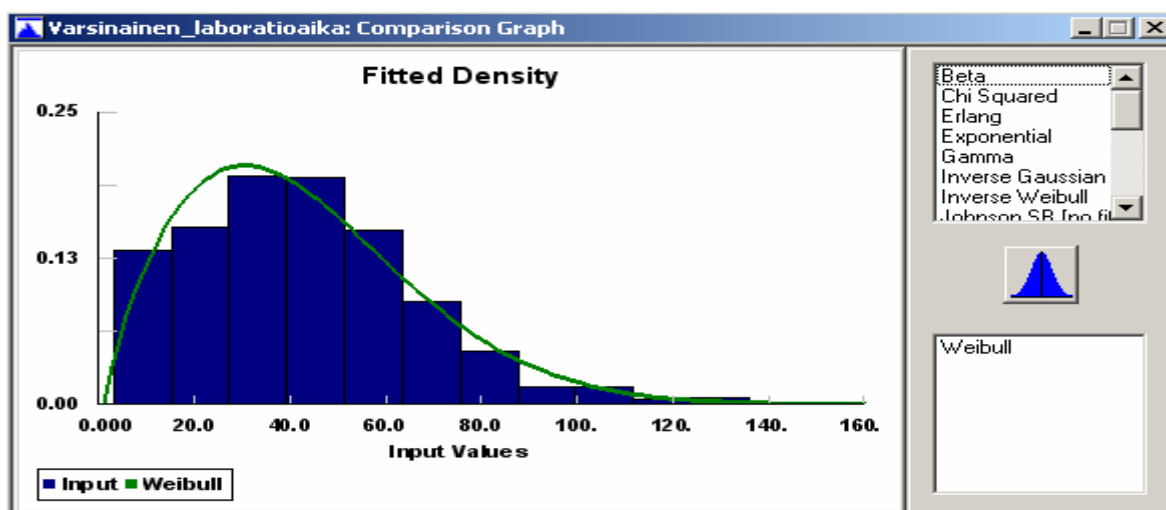
Tutkimusten tilausten ja näytteenoton valmistumisen välistä aikaa kuvaavan Lognormaali-jakauman graafinen esitys

Näytteen käsittelyaika laboratoriossa

Laboratorion omasta havainnointiaineistosta Stat:Fit tilasto-ohjelmalla saadut jakaumat näytteen käsittelyajalle olivat seuraavat:

distribution	rank
Weibull(1., 1.78, 47.1)	100
Beta(1., 160, 1.92, 5.37)	6.2
Erlang(1., 3., 14.)	4.75
Rayleigh(1., 34.3)	1.09
Gamma(1., 2.53, 16.6)	7.23e-003
Pearson 6(1., 2.31e+003, 2.66, 150)	6.21e-004
Exponential(1., 41.9)	0.
Pareto(1., 0.281)	0.
Inverse Gaussian(1., 57.7, 41.9)	0.
LogLogistic(1., 2.52, 36.7)	0.
Lognormal(1., 3.53, 0.725)	0.
Uniform(1., 160)	0.
Pearson 5(1., 1.64, 39.8)	0.
Power Function(1., 162, 0.643)	0.
Triangular(1., 160, 10.6)	0.
Inverse Weibull(1., 1.14, 4.36e-002)	0.
Chi Squared(1., 35.)	0.
Johnson SB	no fit

Stat:Fit-ohjelman antamat jakaumat luokiteltuna parametreineen näytteen käsittelyajalle laboratoriossa



Tutkimusten tilausten ja näytteenoton valmistumisen välistä aikaa kuvaavan Weibull-jakauman graafinen esitys