

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Kalev Mõttus

HAIGLATE JA HOOLEKANDEASUTUSTE  
EVAKUATSIOONI MODELLEERIMINE JÄRVAMAA  
ASUTUSTE NÄITEL

Lõputöö

Juhendaja:

Kadi Luht, MSc

Kaasjuhendaja:

Vadim Ivanov

Tallinn 2012

## ANNOTATSIOON

|   |  |
|---|--|
| Kolledž: Päästekolledž  | Kuu ja aasta: Mai 2012   |
| <p>Töö pealkiri: Haiglate ja hoolekandeesutuste evakuatsiooni modelleerimine Järvamaa asutuste näitel</p> <p>Töö pealkiri võõrkeeles: The evacuation modelling in hospitals and welfare institutions case study of Järvamaa County.</p>   |  |
| Töö autor: Kalev Mõttus   | Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri: |
| <p>Lühikokkuvõte: Antud töö on kirjutatud teemal „Haiglate ja hoolekandeesutuste evakuatsiooni modelleerimine Järvamaa asutuste näitel“. Töö põhiosa pikkus on 41 lehekülge. Lõputöö sisaldab 8 tabelit ja 4 joonist.</p> <p>Eestis on aastate jooksul toimunud palju traagilisi õnnetusi hoolekandeesutustes. Tänapäeval on võimalik arvuti programmi abil evakuatsiooni läbiviimise kitsaskohtade väljatoomiseks teostada evakuatsiooni modelleerimist ilma füüsilise evakuatsiooni läbi tegemata. Lõputöö eesmärgiks oli hinnata <i>Pathfinder</i> 2012 programmi kasutatavust Eesti hoolekandeesutustes ja anda ülevaade võimalikust evakuatsiooniajast, sest täies mahus evakuatsiooniooniõppust ei ole võimalik nendes hoonetes teha klientide vanuse ja tervisliku seisundi tõttu. Eesmärgini jõudmiseks uuris autor Eesti siseriiklikke seadusi ja määrusi, eesti ja võõrkeelset erialast kirjandust ning viis läbi hoolekandeesutuste klientide ning päästjate liikumiskiiruse määramiseks vajalikud mõõtmised. Uurimismeetoditest kasutati statistilise andmeanalüüsi meetodeid, dokumendianalüüsi ning matemaatilisi- statistilisi meetodeid.</p> <p>Läbiviidud uuringu tulemusena selgus, et <i>Pathfinder</i> 2012 on evakuatsiooni olukordade simulatsioonide loomiseks sobilik vahend. Lõputöö tulemusena koostas autor erinevaid tabeleid ja jooniseid ning tegi ettepanekuid olukorra parandamiseks.</p> |  |
| Võtmesõnad: Evakuatsioon, modelleerimine, hoolekandeesutus, liikumiskiirus  |  |
| Võõrkeelsed võtmesõnad: Evacuation, modelling, welfare institutions, velocity   |  |
| Säilitamise koht:   |  |
| Kaitsmisele lubatud   |  |
| Kolledži direktor: Margus Möldri  | Allkiri:   |
| <p>Vastab lõputöö nõuetele</p> <p>Juhendaja: Kadi Luht</p> <p>Allkiri:</p>  |  |

# SISUKORD

|  |           |
|--|-----------|
| <b>MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>SISSEJUHATUS .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1. EVAKUATSIOON TERVISHOIU- JA HOOLEKANDEASUTUSTES .....</b>                    | <b>9</b>  |
| 1.1. Seadusandlus/regulatsioon.....  | 9         |
| 1.2. Evakuatsiooni spetsiifika tervishoiu- ja hoolekande asutustes.....            | 11        |
| <b>2. PROGRAMMI TUTVUSTUS JA VÕIMALUSED.....</b>                                   | <b>15</b> |
| 2.1 Programmi võimalused.....  | 15        |
| 2.2 Modelleerimine.....  | 16        |
| 2.3 Liikumine.....   | 17        |
| 2.4 Failiformaadid.....  | 17        |
| <b>3. EVAKUATSIOONI MODELLEERIMINE JÄRVAMAA KAHE HOOLEKANDEASUTUSE NÄITEL.....</b> | <b>19</b> |
| 3.1 Metoodika .....  | 19        |
| 3.2 Modelleerimisel kasutatavad andmed.....  | 20        |
| 3.3 SA Koeru Hooldekeskus.....   | 24        |
| 3.4 Modelleerimise tulemus.....  | 27        |
| 3.5 SA Järvamaa Haigla Hooldushaigla .....   | 28        |
| 3.6 Modelleerimise tulemus.....  | 30        |
| <b>4. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ETTEPANEKUD.....</b>                                    | <b>32</b> |
| 4.1 SA Koeru Hooldekodu .....  | 32        |
| 4.2 SA Paide haigla Hooldushaigla .....  | 33        |

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 4.2 | Reaalse õppuse ja modelleerimise tulemuste võrdlus ..... | 34        |
| 4.3 | Ettepanekud .....  | 35        |
|     | <b>KOKKUVÕTE.....</b>                                    | <b>36</b> |
|     | <b>SUMMARY .....</b>                                     | <b>38</b> |
|     | <b>VIIDATUD ALLIKATE LOETELU.....</b>                    | <b>39</b> |
|     | <b>TABELITE JA JOONISTE LOETELU.....</b>                 | <b>41</b> |

## MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

Dementsus - enamikul juhtudel aeglane või järkjärguline vaimse võimekuse kaotus. Sellest annavad märku mälu ja mõtlemisvõime vähenemine, varasemate käepäraste oskuste kahanemine, süvenev isiksuse muutus kuni selle hääbumiseni ja käitumishäired. (Linnamägi, Saks, Vörk, Lääts, Braschinsky 2008:7)

Evakuatsioon - inimeste sunnitud väljumine ruumist või hoonest ohutusse kohta kas tulekahju, muu õnnetusjuhtumi või ohtliku olukorra tekke korral. (Eesti standard EVS 812-1:2005 „Ehitiste tuleohutus. Osa 1: Sõnavara“, (Eesti standardikeskus) punkt 3.25)

Hoolekandeaustus - päevaselt või ööpäevaselt tegutsev asutus, kus viibivatele isikutele tagatakse hooldamine, vajadusel ka ravi, põetamine, kasvatamine ja arendamine (Sotsiaalhoolekande seadus, 08.02.1995)

Tuletõkkeseksioon - ehitise osa, mis on teistest ehitise osadest eraldatud nii, et tule levik välja- ja sissepoole seda ehitise osa on ettenähtud aja jooksul takistatud, kusjuures selline ehitise osa võib hõlmata ühte või mitut korrust (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded Vastu võetud 27.10.2004 nr 315 [RT I 2004, 75, 525](#) jõustumine 01.01.2005)

Tulekahju aste – määrab päästeressursside hulga vastavale sündmusele reageerimiseks („Päästeameti kohalike päästeasutuste väljasõidukorra ja väljasõiduplaani vormi kinnitamine“ muutmine, Peadirektori 26.02.2007 käskkiri nr 39)

Tulepüsivuse klass – ehitise tuleohutust iseloomustav näitaja (Eesti standard EVS 812-1:2005 „Ehitiste tuleohutus. Osa 1: Sõnavara“, (Eesti standardikeskus) punkt 3.234)

ESTER - Estonian Emergency Radio või Eesti EriRaadio;

ATS – Automaatne tulekahju signalisatsioon;

PTJ – Päästetöö juht;

HK – Häirekeskus;

EVS – Eesti Standardikeskus;

ref – refereering;

SA – sihtasutus;

DXF – projekteerimisprogrammi failformaad;

FDS – tulekahjudünaamika simulatsiooni programmi failiformaad;

PTH - Pathfinder'i programmi failiformaad;

PDF - e-dokumentide formaad;

JPG – pildifailiformaad;

VLC – Video vaatamise programm;

## SISSEJUHATUS

Eestis on aastate jooksul toimunud palju traagilisi õnnetusi hoolekandeesutustes. Hoolekandeesutuste tulekahjude korral on riskid väga suured ja eeldada võib paljude kannatanute olemasolu (Päästeamet...2011). Sotsiaalministeeriumi andmetel on Eestis 2011 aasta seisuga 124 hoolekandeesutust, haigekassa poolt rahastatavaid haiglaid 19 ning erihooldekodusid 20 (Hooldamine 06.04.2012; Haiglavõrgu arengukava, vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 02.04.2003; AS Hoolekandeteenused tegevuskoht 06.04.2012). Hoolekandeesutuste kliendid on erivajadustega, mistõttu on oluline hinnata nende hoonete evakuatsioonitõhusust, aga samas ei saa ega tohi tekitada ebamugavusi ning lisaprobleeme nende asutuste klientidele.

Päästeamet sekkub Eesti-Šveitsi koostööprogrammist rahastatavaks projekti raames Eesti haiglate ning üld- ja erihooldekodude tuleohutusalasest probleemkohtadesse, suunamaks olemasolevat situatsiooni paremuse suunas. Projekti üldeesmärgiks on tõsta Eesti haiglate ja hooldekodude tuleohutust, vähendada ohtu haiglate ja hooldekodude töötajate, klientide ja külastajate elule ja tervisele ning langetada varalise kahju tekkimise tõenäosus. („Eesti-Šveitsi koostööprogramm“ 03.04.2012)

Tänapäeval on võimalik arvuti abil teostada evakuatsiooni modelleerimist. Modelleerimise eesmärk on välja tuua kitsaskohtasid, mis võivad tekkida tulekahju korral mingis konkreetses hoones, ilma füüsilise evakuatsiooni läbi viimata. Seda kõike eeldusel, et on olemas kõik evakuatsiooni iseloomustavad näitajad nii ehituslikud kui ka käitumuslikud.

Autor peab teemat oluliseks lähtudes asjaolust, et päästetööd hoolekandeesutustes on raskendatud seoses suure hulga liikumisraskustega inimestega. Sageli on hoolekandeesutuste puhul tegemist vanade hoonetega, mille ehituslikud eripärad on evakuatsiooni seisukohalt lähtudes ebasoodsad. Modelleerimise käigus on võimalik

saada eelvaade hoone evakuatsioonivõimekusest ning on saab hinnata hoonete evakuatsiooniteede kasutatavust.

Teema on aktuaalne kuna kiiresti arenevate innovaatiliste võimalustega saab tänapäeval modelleerida hoone evakuatsiooni tuues välja võimalikud probleemid ning kitsaskohad evakuatsiooniõppust läbiviimata. Sellised programmid on loodud keerulise arhitektuurse lahenduse ja/või suurte inimhulkade hoonete evakuatsiooni hindamiseks. Autor soovib hinnata, kas on võimalik selliseid programme rakendada ka ravi- ja hoolekandeesutuste evakuatsiooni hindamiseks. Autor valis oma töös kasutatavaks simulatsiooniprogrammi *Pathfinder* 2012 ning modelleeris evakuatsiooni protsessi kahes Järvamaa hoolekandeesutuses.

Tuginedes eelnevale on lõputöö põhieesmärgiks tõestada *Pathfinder* 2012 evakuatsiooni simuleerimise programm on kasutatav Eesti hoolekandeesutustes ning anda ülevaade võimalikust evakuatsiooniajast.

Selleks, et jõuda püstitatud eesmärgini, on autor esitanud järgmised uurimisülesanded:

- anda ülevaade hoolekandeesutuste evakuatsiooni eripäradest;
- anda ülevaade *Pathfinder* kasutamisevõimalustest;
- tutvustada programmi *Pathfinder* põhialuseid võimalikule kasutajale;
- hinnata kahe Järvamaa hoolekandeesutuse evakuatsioonivõimalusi *Pathfinder* programmi kasutades;
- analüüsida modelleerimise tulemusi.

Uurimismeetoditest kasutatakse lõputöös statistilise andmeanalüüsi meetodeid, dokumendianalüüsi ning matemaatilisi- statistilisi meetodeid.



# 1. EVAKUATSIOON TERVISHOIU- JA HOOLEKANDEASUTUSTES

## 1.1. Seadusandlus/regulatsioon

Eestis on erinevat tüüpi ravi- ja hoolekandeadususi, millele on kehtestatud erinevaid tervisekaitse ja tuleohutusalasid nõudeid. Järgnevat annab autor neist lühikese ülevaate.

Sotsiaalhoolekande seaduse (edaspidi SotS) mõistes on hoolekandeadused (Sotsiaalhoolekande seadus, 08.02.1995):

- 1) päevakeskus – päevast hooldamist osutav asutus;
- 2) tugikodu – kodus elavatele puuetega isikutele päevast või perioodilist ööpäevast hooldamist osutav asutus;
- 3) varjupaik – isikutele ajutist ööpäevast abi ja tuge ning kaitset pakkuv asutus;
- 4) asenduskodu – lastele asenduskoduteenuse osutamise koht;
- 5) noortekodu – asenduskodust, erivajadustega õpilaste koolist või koolkodust pärit või vanemliku hoolitsuseta jäänud üle 15-aastastele noortele elamiseks ja rehabilitatsiooniks loodud asutus;
- 6) üldhooldekodu – vanuritele ja puuetega isikutele elamiseks, hooldamiseks ja rehabilitatsiooniks loodud asutus;
- 7) koolkodu – puuetega kooliealistele lastele elamiseks, hooldamiseks, arendamiseks ja õpetamiseks loodud asutus;
- 8) sotsiaalse rehabilitatsiooni keskus – erivajadustega isikutele aktiivseks rehabiliteerimiseks loodud asutus;
- 9) erihooldekodu – teenuse osutaja omandis või kasutuses olevad ruumid ja territoorium, kus osutatakse kogukonnas elamise teenust või ööpäevaringset erihooldusteenust.

Tervishoiuteenuste korraldamise seaduse mõistes jagunevad haiglad järgnevalt (Tervishoiuteenuste korraldamise seadus, 09.05.2001):

- 1) piirkondlik haigla;
- 2) keskhaigla;
- 3) üldhaigla;
- 4) kohalik haigla;
- 5) erihaigla;
- 6) taastusravihaigla;
- 7) hooldushaigla.

Sotsiaalministri määruse nr 103 „Haigla liikide nõuded“ mõistes osutavad hooldushaiglad järgnevaid teenuseid (Sotsiaalministri määrus, 19.08.2004):

- Hooldushaiglas osutatakse kõiki statsionaarseid ja ambulatoorseid hooldusravi tervishoiuteenuseid.
- Hooldusravi tervishoiuteenus on teenus, mida osutatakse haigele, kellel on püsiv tervisekahjustus ja väljakujunenud funktsionaalne häire, kellel puudub perspektiiv tervenemiseks ning toimetulekuvõime oluliseks paranemiseks.
- Hooldusravi tervishoiuteenuseid võib osutada üldhaiglas, keskhaiglas, piirkondlikus haiglas, taastusravihaiglas ja kohalikus haiglas, kui on olemas sotsiaalministri määruse nr 103 §-s 74 kehtestatud nõuetele vastavad tingimused.

Tuleohutuse seadus (edaspidi TS) § 2 ütleb, et tuleohutusnõue on seaduse mõistes tehniline norm või tegevuse piirang, mille eesmärk on tagada ehitise töö või isiku tegevuse tuleohutus ning tulekahju puhkemise korral evakuatsiooni ja päästetöö võimalikkus. TS § 3 sätestab kohustusi tuleohutuse tagamisel. Tuleohutusnõuete ülesandeks on vältida tulekahju tekkimist, takistada selle ulatust, tagada ehituslikud meetmed selle avastamiseks ja piiramiseks ning tekitada tingimused efektiivseks evakuatsiooniks ja päästetöö läbiviimiseks ning tagada inimeste valmisolek võimalikuks tulekahjuks. TS § 6 lõike 1 tulenevalt peab piiratud kinnisasjalt või ehitisest olema tagatud evakuatsioon ja kergesti läbitav evakuatsiooni tee. (Tuleohutuse seadus, 05.05.2010)

Tuleohutuse seisukohalt evakuatsiooniks nimetatakse inimeste sunnitud väljumist ruumist või hoonest ohutusse kohta kas tulekahju, nii õnnetusjuhtumi või ohtliku olukorra tekke puhul (Eesti standard EVS 812-1:2005:5). Lihtsustatult öeldes evakuatsioonina võib käsitleda inimeste väljumist hoonest või hoone osas paiknevasse ohutusse kohta ehk evakuatsioon ühest tuletõkkeseksioonist teise.

Vabariigi Valitsuse 27.10.2004 määruse nr 315 (edaspidi VV määrus nr 315) kohaselt, olulisteks tuleohutusnõueteks loetakse nõudeid, mis tagavad, et võimaliku tulekahju puhkemise korral: säilib ettenähtud aja jooksul ehitise kandevõime; on ehitises tule tekkimine ja levik takistatud; on ehitises suitsu tekkimine ja levik takistatud; on inimestel võimalik ehitisest evakueerida, on võimalik inimesi ehitisest evakueerida; on arvestatud päästemeeskondade ohutuse ja nende tegutsemisvõimalustega. VV määruse nr 315 § 24 lõike 2 kohaselt ei tohi tulekahju korral evakuatsiooniteel kogu evakueerimisaja jooksul tekkida kasutajate evakuatsiooni takistavat temperatuurimuudatust, suitsukontsentratsiooni ega muid takistavaid asjaolusid. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded, vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 27.10.2004)

## 1.2. Evakuatsiooni spetsiifika tervishoiu- ja hoolekande asutustes

Evakuatsiooni tingimused tervishoiu- ja hoolekande asutustes on ilmselgelt raskemad tavapäraste kogunemishoonetega võrreldes ning vajavad suuremat tähelepanu.

Tänapäeval eristatakse kolme põhilist evakuatsiooni strateegiat (Pahhutsi 2011:14):

- Massiline evakuatsioon – ehitise kõikide kasutajate väljumine.
- Etapiline evakuatsioon – ehitiste kasutajate järk-järguline eemaldumine tulekahju tekkekohast.
- Passiivne evakuatsioon – evakuatsioon, mille puhul tulekahju korral võimalusel jäädakse kohale ning oodatakse päästmist.

Loetelust esimene strateegia on massiline evakuatsioon. Nagu selgub nimetusest, siis strateegia eeldab ehitisest kõikide kasutajate väljumist samaaegselt, vastasel juhul

selline evakuatsioonistrateegia võib olla klassifitseeritud nagu etapiline. Erialases kirjanduses märgitakse, et antud evakuatsiooni strateegia on iseloomulik kogunemishoonetele. Antud strateegia puhul määravad evakuatsiooni lõppaja kasutajate liikumiskiirus ning evakuatsioonipääsude mõõtmelised karakteristikud. (Pahhutsi 2011:15)

Tervishoiu- ja hoolekandeesutustes tuleb üldjuhul arvestada etapilise evakuatsiooni strateegiaga. Etapiline evakuatsioon on evakuatsioon tule eest tulest mittehaaratud sektsiooni või ruumi samal korrusel. Vastavalt antud käsitlusele, evakuatsioonistrateegia ei eelda ehitisest väljumist ning on ideoloogiliselt suunatud korruga ümberpaiknevate inimeste arvu minimiseerimisele. Selliselt vähendatakse koormust evakuatsioonipääsudele, mis mõjutab positiivselt evakuatsiooni, vähendades protsessi ajalist kestvus. (Pahhutsi 2011:15)

Lisaks tuleb kindlasti arvestada ka passiivse evakuatsiooni võimalusega tulenevalt evakueeritavate inimeste liikumisvõimest ning kinniste osakondadega, kust inimesed iseseisvalt väljuda ei saa. Mille puhul kõrgematel korrustel viibivad ratastooli kasutavad inimesed ning voodihaiged ei ole võimelised iseseisvalt hoonest või tuletõkkesektsioonist lahkuma. Automaatse tulekahju signalisatsiooni seadmed peavad peatama igapäevaselt kasutatavad liftid ning ainukeseks liikumisteks jäävad tulekahjuolukorras evakuatsiooni trepid. Majandus- ja kommunikatsiooniministri määruse nr. 14 28.11.2002 kohaselt on nõutud liikumispuudega inimeste hoone eri korrustel või eri tasapindadel vahel liikumise jaoks liftid, aga ilmaliftita iseseisvat väljumisvõimalust nõutud ei ole.

Kolmas evakuatsioonistrateegia on passiivne evakuatsioon. Nimetuses peegeldub strateegia olemus, mis näeb ette tulekahju korral jäämist ohutusse kohta „/.../“ kus ehituslike ja tehnosüsteemsete meetmete abil on loodud tingimused, mis tagavad adekvaatse aja, mille jooksul tulekahju avastatakse ning kustutakse enne kui ta hakkab ohustama hoones viibijaid“ (National Fire Protection Association 2000:33-37, ref Pahhutsi 2011).

Erialases kirjanduses märgitakse kokkuvõtlikult, et peamine tunnus, mis eristab tervishoiuasutusi teistest hoonetest on - patsientide suutmatus iseseisvalt evakueeruda ilma personali abita (Directorate... 1995 pt 20, ref Pahhutsi 2011). Üldiselt, taoliseks teguriteks on nn „inimlik faktor“, mis määrab evakuatsiooni aja, selle teadvustamise, arusaamise ja tegevuse etappidel, mis tervikuna moodustavad evakuatsiooni viiteaja (Pahhutsi 2011:18).

Asutuste kasutajate suutmatus iseseisvalt evakueeruda tähendab ühtlasi personali suurt mõju ja rolli evakuatsiooni korraldamisel. Personalil ülesanne ei piirdu vaid administratiivsete funktsioonide täitmisega, vaid eeldab ka otsest füüsilist sekkumist asutuse kasutajate ümberpaigutamiseks (Pahhutsi 2011:21).

Vastavalt erialasele kirjandusele, on tervishoiu- ja hoolekande asutustele iseloomulik, võrreldes teiste asutuste liikidega, pikem evakuatsiooni viiteaeg. Teatud juhtudel võib evakuatsiooni viiteaeg moodustada rohkem kui kaheksa minutit (ATS häirekellade kasutamisel evakuatsiooni teavitussüsteemina). Kiireim reageerimine tagatakse operatori juhitava evakuatsiooni juhtimissüsteemi kasutamisel. Tuginedes eeltoodule, võib järeldada, et viiteaja suurust määravad nii tehnosüsteemsete lahenduste kasutus kui ka inimeste enda käitumine (Pahhutsi 2011:18-19).

Ööpäevased hoolekandeasutused on üldjuhul eraldi lastele, vanuritele, puudega inimestele ja teistele sotsiaalselt mitte toimetulevatele isikutele (Sotsiaalhoolekande seadus, 08.02.1995). Antud töös ei käsitle autor evakuatsiooni modelleerimisel eelpool mainitud sihtgruppidest lapsi kuna SA Koeru Hooldekeskuses ja AS Järvamaa Haigla Hooldushaiglas ei ole alaealisi kliente. Eelpool mainitud asutustes on patsientide näol tegemist vanurite, raske puudega (-tega) või püsiva tervisekahjustusega inimestega.

M. Rodt ja M. Fabisch (2011:237) on jaotanud eakad inimesed kolme gruppi:

1. eakad, kes suudavad ennast ise päästa;
2. eakad, kes vajavad osaliselt abistamist;
3. eakad, kes vajavad vältimatut abi.

Kui teise ja kolmandasse gruppi kuuluvaid inimesi ehk ise ennast mitte päästa suutvaid inimesi on rohkem kui 25%, siis tekib vajadus eridisaini ja organiseeritud evakuatsiooni käsitluse järele (Rost, Fabish 2011: 238).

Mitmekorruselistes hooldusasutustes, nagu näiteks SA Koeru Hooldekeskus, on liikumisraskustega inimeste jaoks korrustevaheliseks liikumiseks paigaldatud liftid (Nõuded liikumis-, nägemis- ja kuulmispuudega inimeste liikumisvõimaluste tagamiseks üldkasutatavates ehitistes, vastu võetud Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusega 28.11.2002) (edaspidi: MKM Määrus nr 14). Tulekahju korral peavad liftid seiskuma ning inimestel ei ole võimalik hoone korruste vahel liikumiseks enam lifte kasutada. (Eesti standard EVS 81-73:2005 „Liftide valmistamise ja paigaldamise eeskirjad. Osa 73: Liftide käitumine tulekahju korral“, (Eesti standardikeskus) punkt 5.11.). Seega ei ole neil võimalik väljuda tavapärasest liikumisteed kasutades.

## 2. PROGRAMMI TUTVUSTUS JA VÕIMALUSED

Peatükis antakse ülevaade *Pathfinder* programmi ülesehitusest ning võimalustest tuginedes programmi tootjapoolsetele andmetele.

### 2.1 Programmi võimalused

*Pathfinder* pakub vahendeid, tegemaks kindlaid otsuseid evakuatsiooniteede kohta, arvestades sealjuures hoonesisest paigutust ning tuletõrjesüsteemi ülesehitust. Mitmed simulatsiooni režiimid ning muudetavad elanike omadused (vanus, kiirus, liikumispuue jne) võimaldavad kergesti katsetada erinevaid stsenaariume ning arvutada eeldatavat evakuatsiooniaega (New...15.03.2012).

*Pathfinder* on isiku-põhine simulaator – iga elaniku jaoks on individuaalsed/isiklikud parameetrid ning iga indiviid teeb simulatsiooni käigus otsuseid iseseisvalt (New...15.03.2012).

Lisaks jalakäija liikumise simulaatorile pakub *Pathfinder* integreeritud kasutajaliidest ning 3D graafikaga visualiseerimist. *Pathfinder* võimaldab hinnata evakuatsiooniradu kiiremini kui teised samalaadsed programmid. Samuti pakub ta teistest sarnastest programmidest reaalsemat graafikat (New...15.03.2012).

Sujuvalt ja dünaamiliselt on võimalik vaadata korraga isegi tuhandeid evakueeritavaid inimesi erinevate nurkade alt reaajas. *Pathfinder* on võimeline salvestama kõrge resolutsiooniga ekraanipildid ja filmid, et neid hiljem ükskõik millisest arvutist vaadata (New...15.03.2012).

Programmi võimalused (New...15.03.2012):

- võimalik saada kasu moodsast isikupõhisest simulatsiooni tehnikast, mida esitatakse täpselt ning sujuvas 3D keskkonnas;
- saab kergelt kasutada 2- ja 3D DXF, FDS ja PTH failide „põhjasid“ (geomeetriat);
- saab kasutada mitmeid simulatsioone, vaadates neid erinevatelt külgedelt ning eri nurkade alt;
- kergesti muudetavad isikute omadused (liikumiskiirus jms) ja välimus;
- võimalik kiiresti luua simulatsiooni mudeleid *Pathfinder*i sisseehitatud joonistamise võimalusega;
- kõrgkvaliteetne 3D graafikaga;
- võimalus vaadata detailseid graafikuid/tabeleid ruumide asustatavuse ja uste kasutatavuse kohta.

## 2.2 Modelleerimine

Kuna tihtipeale kulub enamus evakuatsiooniplaanide valmistamise ajast ebatähtsatele geomeetria töödele (seinad, põrandad, ukSED), siis on *Pathfinder*isse kaasatud mitmed võimsad omadused säästmaks aega ja vältimaks mitmekordset tööd. Olemasolevaid DXF, FDS ja PTH faile saab kiiresti muuta evakuatsioonimudeliteks, kasutades *Pathfinder*i innovatiivset põranda eraldamise tööriista. Evakuatsioonimudeleid, mis ühilduvad täpselt imporditud geomeetria/plaaniga, saab luua vaid ühe klikiga. Lisaks sellele aitab sisseehitatud joonistustööriist luua simulatsioonikäike eskiisist või korruse plaani pildist. Töötamine uste ja treppidega on samuti sujuv, graafilised tööriistad võimaldavad kiiresti lisada või muuta uksi ja treppe, samal ajal kontrollides nende asukohti ning mõõtmeid. (New...15.03.2012)

Inimeste lisamiseks mudelitesse on mitmeid võimalusi. Neid saab lisada nii üksikult kui ka gruppina, nii üksikutesse tubadesse kui ka tervele mudelile korraga. Iga inimese puhul saab kontrollida kiirust, viivitusi, suurust ning välimust. Võimalik on muuta need omadused konstantseteks või lasta ka programmil muuta neid sõltuvalt inimese olemusest (vana inimene liigub aeglaselt jms). Samuti saab inimestele omistada kindlate



varuväljapääsude kasutamist (võimaldab kiiremat evakueerumist, kui inimene on hoonega tuttav) ning saab määrata konkreetsed vahepunktid, mida inimene peab läbima. (New...15.03.2012)

## 2.3 Liikumine

Erinevalt voogudepõhistest simulaator-programmidest, võimaldab *Pathfinder* modelleerida iga üksiku isiku liikumist, tuginedes mängude ja arvutigraafika tööstuses kasutusel olevale tehnoloogiale (New...15.03.2012).

*Pathfinder* kasutab isikupõhist tehisintelligentsi. Igal inimesele on erinevad tunnused, eesmärgid ja arusaamad. See võimaldab suuremal hulgal inimestel organiseerida neid endeid „loomulikesse voolamise mustritesse“ (umbes nagu paanikas ikka, et suurem mass paneb ühele poole jooksu). Selle tulemusena paistab inimeste liikumine sujuv ja reaalne. (New...15.03.2012)

*Pathfinderis* ei liigu inimesed nagu „osakeste vool mööda kindlat rada“, vaid nad liiguvad mööda sujuvat 3D keskkonda. Iga sammu juures „mõtlevad“ inimesed ise, uurivad ümbritsevat keskkonda ning tegutsevad vastavalt oma tingimustele ja eesmärkidele (New...15.03.2012).

*Pathfinder* sisaldab võrrandeid, mis põhinevad uurimustel inimeste käitumisest tulekahju korral (SFPE Engineering Guide on Human Behavior in Fire) (New...15.03.2012).

## 2.4 Failiformaadid

Kasutatavate failide konverteerimiseks *Pathfinderile* sobivasse formaati on erinevaid võimalusi. Failide töötlemiseks kasutas autor järgnevat skeemi:

1. *Pathfinderile* sobivad DXF/FDS või PTH failiformaadid. Vaheformaadina kasutas autor laialt kasutatavat .pdf formaati, mille konverteerimiseks kasutas

autor vabavara konverteerijat „*Aide PDF to DXF converter*“. Antud konverteerimis programmi kasutades muudeti kõik vajalikud failid *Pathfinder*ile sobivasse DXF formaati.

2. *Pathfinder*i programmi kasutades tuli vastav fail importida programmi töökeskkonda (Fail >Import) ja siis avada vastav fail.

### 3. EVAKUATSIOONI MODELLEERIMINE JÄRVAMAA KAHE HOOLEKANDEASUTUSE NÄITEL

#### 3.1 Metoodika

Töö autor kasutas objekti kirjeldamiseks avalikult kättesaadavat infot (ehitusregister, SA Koeru Hooldekeskuse kodulehekülg) ja objekti esindaja infot ning paikvaatlust.

SA Koeru Hooldekeskuses jäädvustas autor klientide liikumiskiiruseid filmimise teel. Päästjate erinevaid liikumis- ja otsimisviise jäädvustas autor Koerus, Paides ja Põltsamaal. Koerus kasutatud klientide liikumiskiiruseid kasutas autor ka Paide Hooldushaigla evakuatsiooni modelleerimisel.

Saadud tulemused sisestas autor exceli tabelisse ja arvutas erinevate liikumisvõimekusega klientide ning päästjate liikumis- ja otsimisviiside keskmised kiirused ning lisas need hiljem *Pathfinderi* arvutiprogrammi.

Saadud materjali taasesitas autor videoprogrammidega (Vegas Movie Studio 11.0, Media Player Classic - Home Cinema, VLC), fikseerides klientide poolt teatud maa läbimiseks kulunud aega, autori mõõdetud distantsidel.

*Pathfinderi* programmis ruumide joonistamiseks kasutati kahte erinevat võimalust. SA Koeru Hooldekeskuse korrusteplaanid olid „pdf“ formaadis, mis said muudetud *Pathfinderis* avamiseks „jpg“ formaati. Pildiformaadiga failid sai kuvatud taustaks, et nende peale joonistada hooldekeskuste korrused. Paika oli vaja panna ka hoone mõõtkava ning hoone täpsemaks joonistamiseks tihendada põhjavõrgustikku. Osa „pdf„ formaadis faile sai muudetud konverteriga kohealt *Pathfinderile* loetavateks plaanideks, mis tunneb ruumid ära ja seetõttu on korruste joonistamine kiirem. Peale seda lisati evakuatsiooniteele jäävad ukсед, personal ning kliendid. Abivahenditega liikujate mõõtmed on võetud MKM Määrusest nr 14. Inimtüüpidele anti personaalsed

omadused ja liikumiskiirused. Peale seda tõsteti korrused üksteise peale ning lisati trepid.

### 3.2 Modelleerimisel kasutatavad andmed

SA Koeru Hooldekeskuse klientidest ja personalist parema ülevaate saamiseks koostas autor tabeli 1.

**Tabel 1. SA Koeru Hooldekeskuse klientide ja personali arv.**

| Märgistus  | Kirjeldus         | I korrus | II korrus | III korrus | IV korrus | Kokku |
|------------|-------------------|----------|-----------|------------|-----------|-------|
| roheline   | Käija             | 52       | 30        | 24         | 8         | 114   |
| must       | Pime              | 4        | 0         | 0          | 0         | 4     |
| kollane    | Rulaator/tugiraam | 1        | 8         | 16         | 6         | 31    |
| tumesinine | Ratastool         | 23       | 14        | 5          | 6         | 48    |
| punane     | Lamaja            | 2        | 7         | 5          | 4         | 18    |
| valge      | Personal päeval   | 29+1     | 15        | 10         | 5         | 60    |
| valge      | Personal öösel    | 3+1      | 2         | 2          | 1         | 9     |

Kokku oli paikvaatluse toimumise ajal SA Koeru Hooldekeskus 215 klienti ja 59 personali töötajat ning lisaks üks turvatöötaja, öisel ajal 8 personali töötajat ning üks turvatöötaja. Rohelise kliendi all mõistetakse inimest, kes saab iseseisvalt liikuda ning kõrvalist abi ei vaja (v.a III A korpus, dementsed kliendid). Musta puhul on tegemist pimedaga inimesega, kes ise liigub kuid vajab evakuatsioonil kõrvalist abi. Kollane on inimene, kes liigub rulaatori/tugiraami abil, tema liikumine on piiratud, treppidel iseseisvalt liikuda ei saa ning vajab evakuatsioonil kõrvalist abi. Sinise puhul on tegemist ratastoolis liikuva inimesega, kui ta aidatakse ratastooli ja tema liikumine on piiratud, treppidel iseseisvalt liikuda ei saa ning vajab evakuatsioonil kõrvalist abi. Punane on lamaja, kes ei ole võimeline ennast üldse aitama ning vajab evakuatsioonil kõrvalist abi.

AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla klientidest ja personalist parema ülevaate saamiseks koostas autor tabeli 2.

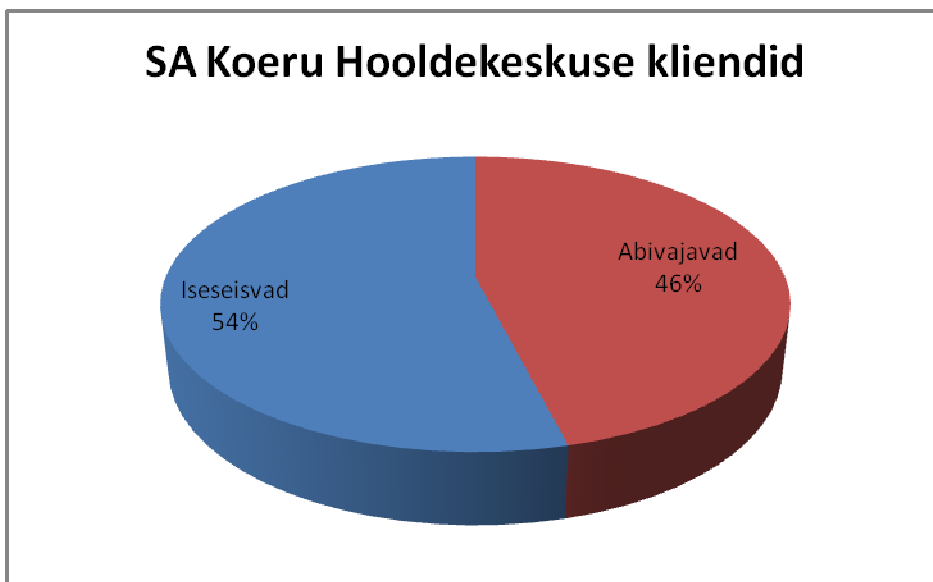
**Tabel 2. AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla klientide ja personali arv.**

| Märgistus  | Kirjeldus         | Kokku |
|------------|-------------------|-------|
| Roheline   | Käija             | 2     |
| Must       | Pime              | 2     |
| Kollane    | Rulaator/tugiraam | 6     |
| Tumesinine | Ratastool         | 1     |
| Punane     | Lamaja            | 11    |
| Valge      | Personal päeval   | 7     |
| Valge      | Personal öösel    | 3     |

Kokku oli paikvaatluse toimumise ajal AS Järvamaa Haigla Hoolduskeskuses 22 klienti ja 7 personali töötajat, öisel ajal 3 töötajat.

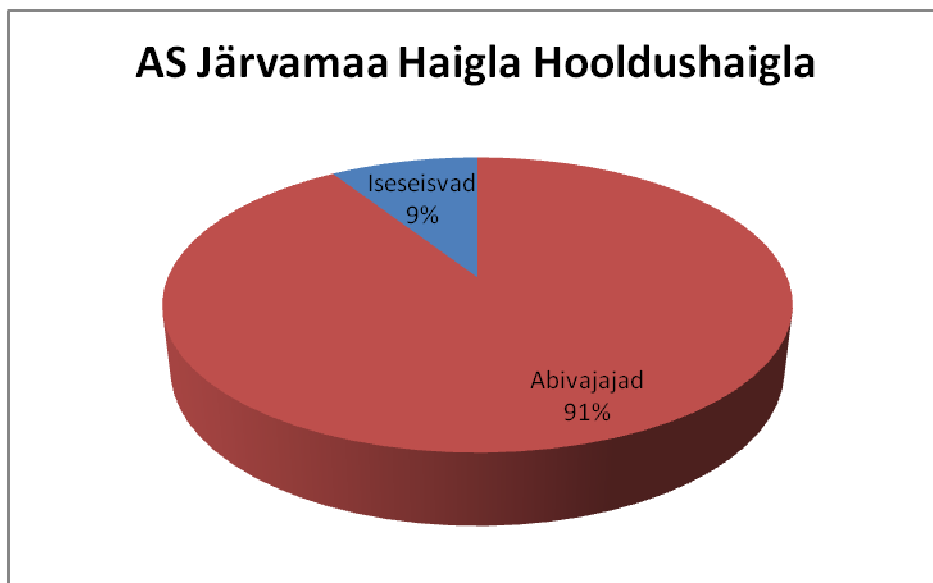
Tabelis 1, 2, esitatud andmeid kasutas autor programmis *Pathfinder* SA Koeru Hooldekeskuse ja AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla evakuatsiooni modelleerimiseks.

Lisaks eelpool toodud tabelile tõi töö autor välja klientide arvu (Joonis1 ja 2), kes on suutelised iseseisvalt evakueeruma massevakuatsiooni korral. Vastavalt teooriale punkt 1.2 on abivajavatele klientidele vajalik evakuatsiooni korral erilahenduste kasutamine. Suurel hulgal klientidel on diagnoositud dementsus.



**Joonis 1. SA Koeru Hooldekeskus klientide jaotumine liikumisvõime järgi.**

SA Koeru Hooldekeskuse 114 klienti on suutelised iseseisvalt evakueeruma massevakuatsiooni korral, 101 klienti ei ole võimelised iseseisvalt hoonest evakueeruma. 114 klienti on küll suutelised iseseisvalt evakueeruma kuid siin tuleb arvestada asjaoluga, et osa nendest klientidest ei ole dementsed, mis võib põhjustada iseseisvalt liikuvale inimesele siiski käitumuslikke probleeme evakuatsiooni korral, kuid seda on väga keeruline prognoosida ning seetõttu ei ole seda modelleerimisel eraldi faktorina arvestatud, aga on igapäevases liikumiskiiruses osaliselt ilmnev, sest videomaterjalilt on näha, et kliendid on ka tavaolukorras orientumisprobleemidega.



**Joonis 2. AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla patsientide jaotus liikumisvõime järgi.**

AS Järvamaa Haigla Hooldushaiglas on 2 klienti suutelised iseseisvalt evakueeruma massevakuatsiooni korral. 20 klienti, mis teeb kogu klientide hulgast 91% ei ole võimelised iseseisvalt hoonest evakueeruma ning vajavad kõrvalist abi.

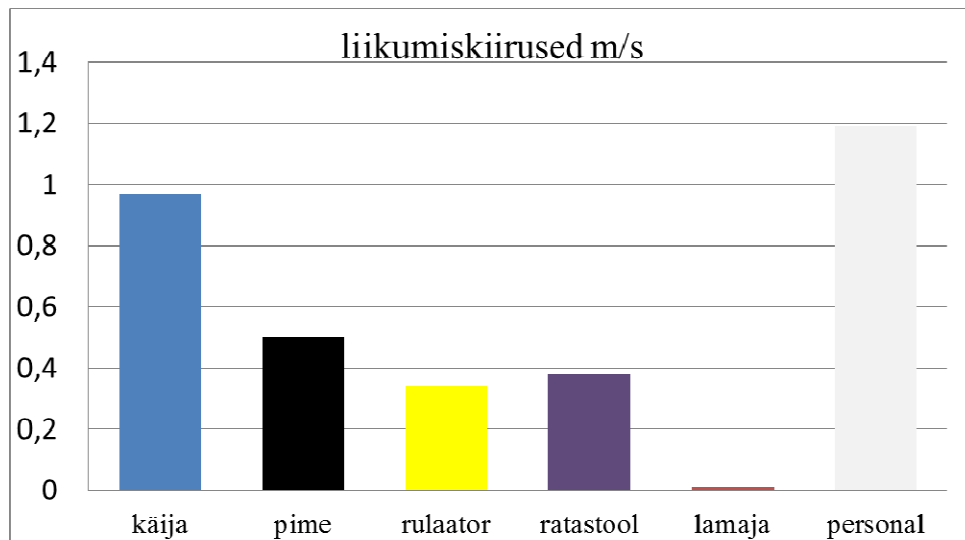
Modelleerimiseks vajalike andmete kogumiseks filmis autor Koeru Hooldekodus koridorides ja treppidel inimeste liikumist kaheksal korral ning fikseeris 227 erinevat liikumiskiirust. Filmimine toimus erinevatel päevadel ning kellaaegadel. Saadud andmete statistilisel töötlemisel saadi inimeste keskmised liikumiskiirused vastavalt nende liikumisvõimele ning liikumiskiirustele erinevates asukohtades (trepid, koridor).

Tabel 3. Aritmeetilised keskmised kiirused.

|                   |          | Keskvärtuse<br>usalduspiirkond<br>miinimum | Aritmeetiline keskmine | Keskvärtuse<br>usalduspiirkonna<br>maksimum |
|-------------------|----------|--|------------------------|---|
| Käib              | Roheline | 0,17m/s                                    | 0,97m/s                | 1,78m/s                                     |
| Pime              | Must     | 0,56 m/s*                                  | 0,56m/s*               | 0,56 m/s*                                   |
| Rulaator/tugiraam | Kollane  | 0,2m/s                                     | 0,34m/s                | 0,49m/s                                     |
| Ratastool         | Sinine   | 0,08m/s                                    | 0,38m/s                | 0,68m/s                                     |
| Lamaja            | Punane   | 0,0 m/s                                    | 0,0m/s                 | 0,0 m/s                                     |
| Personal          | Valge    | 1,19 m/s**                                 | 1,19m/s**              | 1,19 m/s**                                  |

\*(Rost, Fabish 2011: 243)

\*\*Patfhinder programm



Joonis 3. Klientide ning personali liikumiskiirused

Päästeressursside kohale jõudmise ajad ning saabumise järjekorrad on autori poolt välja toodud erinevaid asutusi (SA Koeru Hooldekeskus, AS Järvamaa Hooldushaigla) puudutavates peatükkides vastavalt nende asukohale päästekomandode suhtes.

Päästjate liikumiskiirused ning ruumide läbivaatamise ning päästjate abi vajavate inimeste evakueerimiskiiruste väljaselgitamiseks filmis autor seitsmel korral päästeasutuste plaanipäraseid suitsusukeldumisharjutusi Paide ja Põltsamaa komandodes. Saadud tulemuste statistilisel töötlemisel saadi tabelis 4 kajastatud päästjate keskmised liikumiskiirused suitsusukeldumise olukorras korrusmajas.

**Tabel 4. Päästjate liikumiskiirused hoones.**

|  | Keskväertuse<br>usalduspiirkond<br>miinimum | Aritmeetiline keskmine | Keskväertuse<br>usalduspiirkonna<br>maksimum |
|--|---|------------------------|--|
| Suitsusukelduja<br>liikumiskiirus                | 0,103m/s                                    | 0,122 m/s              | 0,141m/s                                     |
| Suitsusukelduja<br>liikumiskiirus<br>kannatanuga | 0,064m/s                                    | 0,072 m/s              | 0,093m/s                                     |
| Päästetöötaja<br>liikumiskiirus<br>hoones        | 0,674m/s                                    | 1,435 m/s              | 2,195m/s                                     |

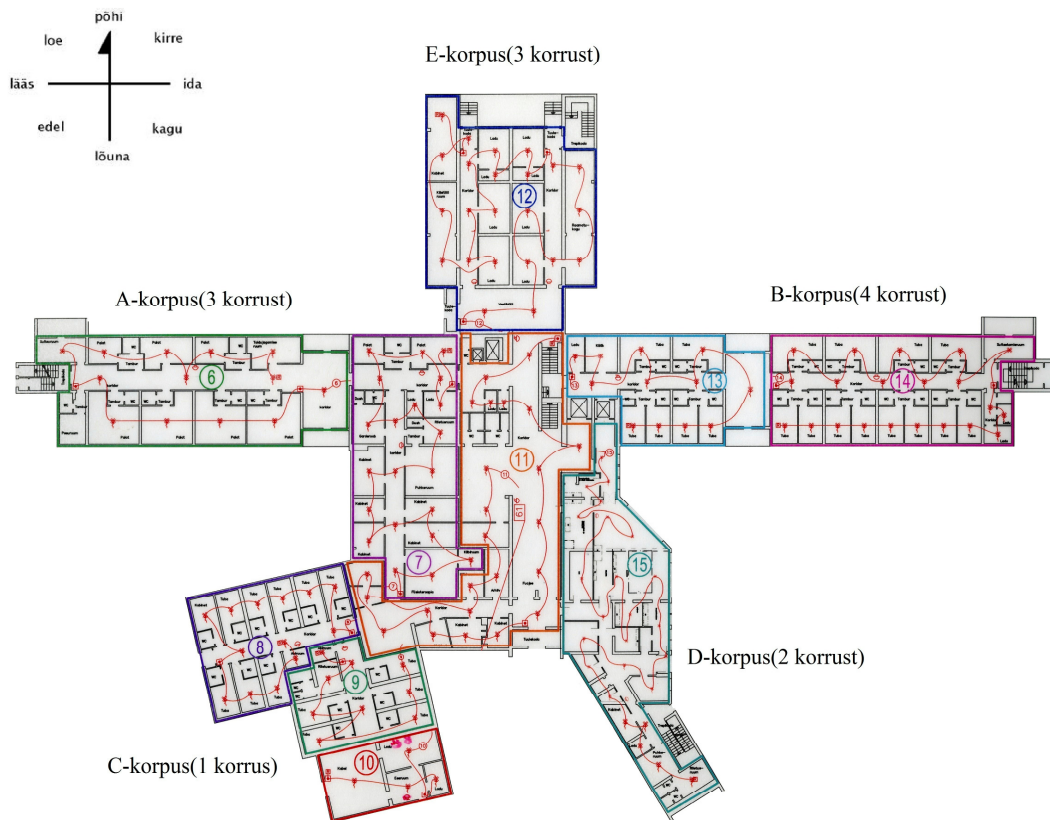
### 3.3 SA Koeru Hooldekeskus

SA Koeru Hooldekeskus koosneb üld- ja erihooldekodust, mis pakub nii üldhooldus-, hooldusravi-, erihooldus-, pansionaadi- kui ka avahoolduse teenust (SA...2012).

SA Koeru Hooldekeskuse hoonest parema ülevaate saamiseks koostas autor joonise 4 ning tabeli 5. Joonisel on välja toodud hoone eskiis pealtvaates. Tabelis 5 on välja toodud SA Koeru Hooldekeskus parameetrid ja olulised andmed.

Hooldekeskuse hoone on mitme tiivaga: ühe-, kahe, kolme- ja neljakorruseline. Majas on meditsiiniüksus, suur saal, raamatukogu, palju puhkenurki, avar söökla koos köögi ja abiruumidega ning 8 osakonda hooldusteenuste osutamiseks. Klientide majutamiseks on 1-, 2-, ja 4- kohalised toad. Eluruumi ei ole hoone D ja E korpustes. Ratastooli kasutataval klientidel võimaldavad majas ringi liikuda 3 lifti (SA...2012)





Joonis 4. SA Koeru Hooldekeskuse hoone eskiis pealt vaates

Tabel 5. SA Koeru Hooldekeskus parameetrid ja olulised andmed (operatiivkaart):

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| Aadress:          | Ida 2, Koeru vald, Koeru, Järvamaa |
| Ehitusaasta:      | 1986                               |
| Suletud netopind: | 8106,5 m <sup>2</sup>              |
| Kasutusotstarve:  | hooldekeskus                       |
| Kasutusviis:      | III kasutusviis                    |
| Tulepüsimusklass: | TP1                                |
| Korruselisus:     | 4 + kelder                         |
| Kasutajate arv:   | 275                                |
| Patsiente:        | 215                                |

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| Personal:                            | päeval 60, öösel 9 |
| Tuletõkkeseksioonid:                 | jah v.a C seksioon |
| Automaatne tulekahjusignalisatsioon: | jah                |
| Suitsueemaldus:                      | uksed, aknad       |
| Tuletõrje voolikusüsteem:            | kuivsüsteem        |
| Küte:                                | kaugküte           |

Olulised asjaolud, mis võivad raskendada võimalikke päästetöid ning evakuatsiooni SA Koeru Hooldekeskuse hoonekompleksis on: suur pindala; hoonetiibade keeruline paigutus; pikad koridorid; kitsad väljapääsud; palju väikeseid varjatud ruume; keeruline ruumide paigutus; korrustel lukustatud uksed, mille võtmed on ainult teatud personalitöötajatel; lamineeritud aknaklaasid osadel seksioonidel; suur hulk inimesi, kes iseseisvalt ei suuda liikuda ja treppidel käia.

Tabelite 6 ja 8 koostamisel on arvestatud järgnevate normdokumentidega:

- Päästeamet peadirektori 22.01.2007 käskkirja nr 17 „Päästeameti kohalike päästeasutuste väljasõidukorra ja väljasõiduplaani vormi kinnitamine“ muutmise 26.02.2007 nr 39;
- Päästeameti päästekomandode minimaalse valmisoleku tagamise korra kinnitamine. Päästeameti peadirektori käskkirja nr 193 (10.05.2012);
- Lääne-Eesti Päästkeskuse väljasõiduplaan;
- "Pääste ESTER operatiivraadiosides kasutatavate kutsungite ning nimetuste määramise juhend. Kinnitatud Päästeameti peadirektori käskkirjaga nr 26 (17.02.2009).

SA Koeru Hooldekeskus asub Koeru päästekomando reageerimispiirkonnas. Tulekahju korral SA Koeru Hooldekeskuses reageerivate päästejõudude ilmestamiseks sündmuse astmete kaupa koostas autor tabeli 6.

**Tabel 6. Koeru hooldekeskuse kolmanda ja neljanda astme tulekahju korral reageerivate jõudude kohalejõudmine.**

|          | Tehnika        | Meeskond | Kohalejõudmise aeg |
|----------|----------------|----------|--------------------|
| III aste | Koeru 11       | 1+1      | 3                  |
|          | Aravete 11     | 1+1      | 27                 |
|          | Koeru 21       | 0+1      | 3                  |
|          | Aravete 21     | 0+1      | 27                 |
|          | Paide 51       | 1        | 29                 |
|          | Järva-Jaani 21 | 0+2      | 15+12              |
|          | Maarja 11      | 1+2      | 27                 |
|          | Paide 11       | 0+3      | 29                 |
|          | Maarja 21      | 0+1      | 27                 |
|          | Paide 21       | 0+1      | 29                 |
|          | Vajangu 21     | 2        | 28                 |
| IV aste  | Jõgeva 11      | 1+3      | 33                 |
|          | Türi 11        | 1+2      | 38                 |

### 3.4 Modelleerimise tulemus

SA Koeru Hooldekeskuse evakuatsiooni modelleerimisel simuleeriti tulekahju A korpuse II korrusel. Korpuses on 28 klienti, kellest 7 lamajat, 13 ratastooliga, 5 rulaatoriga liikujat ja 3 käijat ning 1 töötaja. Teostati viis evakuatsiooni simulatsiooni. Evakuatsiooni tingimusi muudeti vastavalt inimeste võimalustele valida evakuatsiooniteed treppide kaudu või teise tuletõkkesektsiooni, et välja selgitada kõige mõistlikum evakuatsiooni võimalus eelpool mainitud liikumisvõimega inimeste asumisel antud korpuses. Lisaks katsetati modelleerimisel päästemattide kasutamise mõju lamavate haigete evakueerimise kiirusele:

1. Esimesel juhul teostati evakuatsiooni simulatsioon ilma asutuse personali abita. Päästjatele anti viiteajad vastavalt nende kohale jõudmisele, standardtoimingute teostamise ajakulule ning liikumiskiirustele suitsusukeldumisel ja kannatanu transportimisel. Inimesed, kes suudavad ise evakueeruda, valisid evakuatsioonitee ise. Kes ise liikuda ei saanud, transporditi päästjate abiga ohutusse kohta. Antud tingimustel kulus evakuatsiooniks 42 minutit 07 sekundit.
2. Teine simulatsioon: Evakuatsiooni tingimustes osales personal evakuatsiooni läbiviimisel. Muud tingimused jäid eelmise simulatsiooniga võrreldes samaks. Evakuatsiooniks kulus 30 minutit 45 sekundit.

Siitmaalt keskendub autor evakueerijatele (päästjad ja personal) erinevate evakueerimisteede andmisele leidmaks kõige kiiremaid evakueerimisvõimalusi.

3. Kolmas simulatsioon: Päästjad kasutasid evakuatsiooniks ainult lääne poolset tuletõkkeseksiooni ust. Evakuatsiooniks kulus 37 minutit 25 sekundit.
4. Neljas simulatsioon: päästjad kasutasid evakuatsiooniks ida poolset tuletõkkeseksiooni ust. Evakuatsiooniks kulus 43 minutit 18 sekundit.
5. Viies simulatsioon: tingimused jäid samaks, mis teisel simulatsioonil (siiani kõige kiirem tulemus) ainult lamavatele klientidele pandi vooditele alla päästematid ning nende klientide evakueerimise kiiruse ning vajaliku abistajate hulga arvestamisel kasutati (Rost, Fabish 2011:243) vastavat liikumiskiiruste tabelit. Antud tingimustel oli evakuatsiooni tulemuseks 16 min 06 sekundit.

### 3.5 SA Järvamaa Haigla Hooldushaigla

AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla ise ennast päästa mittesuutvaid inimesi on rohkem kui 80%, seetõttu pole tavapärase päästmise objektile võimalik ning tekib vajadus eridisaini ja organiseeritud evakuatsiooni järele (Rost, Fabish 2011: 238).

AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla hoonest parema ülevaate saamiseks koostas autor tabeli 7. Tabelis on välja toodud AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla parameetrid ja olulised andmed.

**Tabel 7. SA Järvamaa Haigla Hooldushaigla parameetrid ja olulised andmed (operatiivkaart):**

|                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Aadress:                             | Pärnu 12, Paide linn, Järvamaa      |
| Ehitusaasta:                         | -                                   |
| Suletud netopind:                    | 596,8m <sup>2</sup>                 |
| Kasutusotstarve:                     | hooldushaigla                       |
| Kasutusviis:                         | III kasutusviis                     |
| Tulepüsivusklass:                    | TP2                                 |
| Korruselisus:                        | 2                                   |
| Kasutajate arv:                      | 35                                  |
| Patsiente:                           | 22                                  |
| Personal:                            | päeval 7, öösel 3                   |
| Tuletõkkeseksioonid:                 | ei ole                              |
| Evakuatsiooni trepikoda              | ei ole, v.a redel teiselt korruselt |
| Automaatne tulekahjusignalisatsioon: | jah, ühendust häirekeskusega ei ole |
| Suitsueemaldus:                      | uksed, aknad                        |
| Tuletõrje voolikusüsteem:            | ei ole                              |
| Küte:                                | ahiküte, 13tk                       |

Asutus asub Paide päästekomando reageerimispiirkonnas. Reageerivate jõudude ilmestamiseks sündmuse astmete kaupa koostas autor tabeli 8.

**Tabel 8. Paide hooldushaigla kolmanda ja neljanda astme tulekahju korral reageerivate jõudude kohalejõudmine.**

| III aste | tehnika      | meeskond | kohalejõudmise aeg |
|----------|--------------|----------|--------------------|
|          | Paide 11     | 0+3      | 3                  |
|          | Türi 11      | 1+2      | 12                 |
|          | Paide 21     | 0+1      | 3                  |
|          | Paide 51     | 1        | 3                  |
|          | Koeru 11     | 1+1      | 29                 |
|          | Aravete 11   | 1+1      | 30                 |
|          | Türi 21      | 0+1      | 12                 |
|          | Koeru 21     | 0+1      | 29                 |
| IV aste  | Põltsamaa 11 | 0+4      | 35                 |
|          | Vändra 11    | 0+3      | 38                 |
|          | Aravete 21   | 0+1      | 30                 |

### 3.6 Modelleerimise tulemus

Esimesel juhul teostati evakuatsiooni simulatsioon ilma asutuse personali abita. Päästjatele anti viiteajad vastavalt nende kohale jõudmisele, standard toimingute teostamise ajakulule ning liikumiskiirustele suitsusukeldumisel ja kannatanu transportimisel. Inimesed, kes suudavad ise evakueeruda valisid evakuatsioonitee ise. Antud tingimustel kulus evakuatsiooniks 44 minutit 33 sekundit.

Siitmaalt keskendub autor evakueerijatele (päästjad ja personal) erinevate evakueerimisteede andmisele leidmaks kõige kiiremaid evakueerimisvõimalusi.

Teine simulatsioon: anti tingimused asutuse töötajatele, mille puhul personal suudab osa liikumisvõimetuid või selleks abi vajavaid kliente hoonest välja tuua. Simulatsiooni puhul lähenesid päästjad hoonele tavapärasest (õppustel harjutatud ning klientide transpordiks kasutatavat) teed pidi ning evakueerisid kõik kliendid sama välisukse kaudu. Antud tingimustel kulus evakuatsiooniks 30 minutit 17 sekundit.

Kolmas simulatsioon: erinevalt eelnevast kasutasid päästjad sisenemiseks ja evakuatsiooniks vähekasutatavat hoone küljeust. Muud tingimused olid eelmise

simulatsiooniga võrreldes samad. Antud tingimustel kulus evakuatsiooniks 24 minutit 34 sekundit.

Neljas simulatsioon: päästjate sisenemiseks ja evakuatsiooniks kasutati registratuuri ning külaliste vastuvõtu sissepääsu. Muud tingimused olid eelmiste simulatsioonidega võrreldes samad. Antud tingimustel kulus evakuatsiooniks 31 minutit 14 sekundit.

Viies simulatsioon: evakuatsiooni tingimused jäid samaks kui siiani kõige kiiremas lahenduses ainult lamavatele klientidele pandi vooditele alla päästematid ning nende klientide evakueerimise kiiruse ning vajaliku abistajate hulga arvestamisel kasutati (Rost, Fabish 2011:243) vastavat liikumiskiiruste tabelit. Antud tingimustel oli evakuatsiooni tulemuseks 12 minutit 56 sekundit.

## 4. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ETTEPANEKUD

Evakuatsiooni modelleerimisel on võimalik erinevate tingimuste loomisega luua ligilähedane olukord reaalsele evakuatsioonitingimustele. Kusjuures on modelleerimine sisuliselt ainukene võimalus teostada täisevakuatsiooni haiglates ja hoolekandeesutustes, kus on palju lamavaid ning liikumisraskustega kliente. Simulatsiooni programmi abil on võimalik välja selgitada võimalikud kitsaskohad evakuatsiooniteel.

### 4.1 SA Koeru Hooldekodu

Teostati 5 erinevat evakuatsiooni lahendust ning erinevate tingimuste loomisel saadi erinevate evakuatsiooniaegade tulemuste võrdlemisel teha järeldusi evakuatsiooniteede valikul ning personali osakaalu evakuatsiooni teostamisel. Esimeseks modelleerimise eemärgiks oli välja selgitada personali tegutsemise mõju evakuatsiooni ajale. Selleks loodi esimeses simulatsioonis olukord, kus evakuatsiooni teostasid ainult päästetöötajad. Evakuatsiooniks kulus 42 minutit 07 sekundit.

Teises simulatsioonis kaasati personal klientide evakueerimisele ning evakuatsiooni ajaks oli 30 minutit 45 sekundit. Seega oli personali osatähtsus evakuatsiooni teostamisel väga oluline. 11 minutit 22 sekundit kulus päästetöötajatel sektsiooni evakueerimiseks aega rohkem juhul kui personal evakuatsioonitegevuses ei osalenud.

Järgmiseks eesmärgiks oli välja selgitada kõige kiirema evakuatsiooni teekond sektsioonist. Selleks loodi olukord, kus evakuatsiooniks abi vajavad kliendid viidi hoonest välja kindla evakuatsiooniukse kaudu. Modelleerimise tulemused: Lääne poolse ukse kaudu 37 minutit 25 sekundit; idapoolse ukse kaudu 43 minutit 18 sekundit. Tulemuste erinevust mõjutas kõige rohkem abivajavate klientide asukoht sektsioonis. Viimases simulatsioonis lamavate klientide puhul kasutatud päästematid vähendasid



evakuatsiooniga oluliselt. Sellisel juhul sai simulatsiooniprogramm evakuatsiooni tulemuseks 16 min 06 sekundit, mis on oluliselt parem tulemus võrreldes teiste simulatsioonidega.

Antud tulemustest võib järeldada, et evakuatsiooni teostamisel tuleb arvestada lamavate haigete asukohtadega sektsioonis ning võimalusel valida evakuatsiooniks lamavate klientide välja toomiseks kõige lühem teekond, et lamavate klientide transporditeekond oleks võimalikult lühike.

## 4.2 SA Paide haigla Hooldushaigla

Teostati 5 erinevat simulatsiooni, mille puhul oli olulisemaks muutujaks päästjate sisenemistee hoonesse ning evakuatsioonil kasutatava välisukse valik.

Asutuse personali osaluseta kulus evakuatsiooniks rohkem aega kui teises simulatsioonis, kus evakuatsiooni teostasid nii personal kui päästjad. Antud asutuse puhul on personali osaluse ajaline määravus evakuatsiooni teostamisel väga oluline. Ilma personali abita kulus päästjatel korpuse evakuatsiooniks ca 14 minutit rohkem.

AS Paide Haigla Hooldushaigla simulatsioonide tulemusi analüüsid autor, et evakuatsiooniteede valik on olulise tähtsusega ning alati ei ole peauks kõige kiirema evakuatsiooni teostamiseks kõige parem valik. Paide Haigla Hooldushaigla puhul osutus kõige kiiremaks evakuatsiooni teeks vähekasutatav küljeuks, mille kaudu suudeti evakuatsioon teostada teistest võimalustest ca 5 minutit kiiremini. Teiste uste puhul olid omavahelised ajalised erinevused väiksemad: peaukse kaudu 30 minutit 17 sekundit; registratuuri kaudu 31 minutit 14 sekundit. Luues tingimused, kus lamavate klientide voodid on varustatud päästemattidega, saadi tulemuseks 12 minutit 56 sekundit, mis on eelnevatest modelleerimistest oluliselt parem tulemus.

Sarnaselt Koeru hooldekeskuse evakuatsiooni modelleerimisele on määrava tähtsusega evakueerimisel abi vajavate klientide asukoht hoones ning evakuatsiooniteekonna pikkus just mainitud klientide suhtes.

## 4.2 Reaalse õppuse ja modelleerimise tulemuste võrdlus

Et selgitada välja hooldekodudes teostatud õppuste ning modelleerimise tulemuste erinevused ning puudused kasutab autor analüüsi materjalina Koeru Hooldekeskuses OÜ Tartu Tuli poolt 22.09.2011 ja 04.10.2011 tehtud evakuatsiooniõppuste kokkuvõtete materjale. Õppuste peaesmärgiks oli kontrollida Sihtasutuse Koeru Hooldekeskus tuleohutusjuhendi vastavust eesmärgile ning hinnata käesolevas hoones töötavate isikute valmisolekut ja oskust tegutseda tulekahjuolukorras (Tammepuu 2011:2; Parveots, 2011:2).

Evakuatsiooni teostati kahel korral ühes korpuses erinevatel korrustel millest ühel korral imiteeriti öist olukorda Koeru Hooldekeskuses. Seega loodi olukord, kus tulekahju avastamise hetkel on objektil personaali hulk oluliselt väiksem kui päeval ajal. Öise õppuse imitatsioon viidi läbi päeval ajal (Tammepuu 2011:2; Parveots, 2011:2).

Antud õppuste kokkuvõtetmaterjalidest on võrdlusmaterjalina kasutatav väga väike osa. Õppused toimus 4B- korpuses ning sektsioonist evakueeriti inimesed õue või kõrvalsektsioonidesse. Kokkuvõtetest puuduvad numbrilised näitajad evakueeritavate ning evakuatsiooni teostavate isikute kohta. Seega puudub ülevaade, kas evakueeritavaid ning evakueerijaid oli igapäevase inimeste hulgaga arvestav hulk ning kas evakueeritavate isikute liikumisvõime määramisel arvestati reaalse tingimustega Koeru Hooldekeskuses. Õppuste kokkuvõtete andmetel teostati evakuatsioon päeval 4B-korpusest 9 minutiga ning öösel 3B-korpusest 14 minutit (Tammepuu 2011:4; Parveots 2011:4).

*Pathfinder* modelleerimis programm arvestab imitatsiooni käigus märgatavalt suurema hulga andmete ning asjaoludega. Olulisim osa puudutab inimeste liikumiskiirusi ning -võimet. Lisaks evakueerijate hulka ning nende andmetega seonduvat evakuatsiooni teostamise kiirust.

### 4.3 Ettepanekud

Simulatsioonide tulemuste evakuatsiooniaegadest võib järeldada, et nii SA Koeru Hooldekeskuse kui AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla evakuatsiooni korral on oluline personali tegutsemine evakuatsiooni läbiviimisel. Alustades koheselt sobivaid evakuatsiooniteid kasutades klientide väljatoomist, on võimalik säästa oluliselt evakuatsiooni aega. Seega on personali hulk ja tegevuste sihipärasus määrava tähtsusega tulekahju korral haiglates ja hoolekandeesutustes.

Tulekahju olukorras tuleb evakuatsiooniteede valikul alati arvestada liikumiskustega klientide asukohaga hoones või sektsioonis. Antud asjaolu arvestamine kiirendab evakuatsiooni läbiviimist oluliselt.

Päästemati kasutamine eriti just lamavate klientide puhul annab olulise ajalise eelise seoses väiksema abistajate hulga ning abivahendi kasutamisel kiirema liikumisega evakuatsiooni teostamisel, seda nii koridorides kui treppidel. Päästemattide kasutamine kiirendab oluliselt evakuatsiooni. Hoolekandeesutustes tuleks vastavate abivahendite kasutamine muuta lamavate klientide puhul kindlasti kohustuslikuks.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli tõestada *Pathfinder* 2012 evakuatsiooni simuleerimise programm on kasutatav Eesti hoolekandeesutustes ning anda ülevaade võimalikust evakuatsiooniajast. Selleks anti töös ülevaade *Pathfinder* 2012 kasutamisevõimalustest. Tutvustati programmi *Pathfinder* 2012 põhialuseid võimalikule kasutajale. Lisaks hinnati kahe Järvamaa hoolekandeesutuse evakuatsioonivõimalusi *Pathfinder* programmi kasutades ning analüüsiti tulemusi.

Uurimise tulemusena selgus, et *Pathfinder* 2012 on evakuatsiooni olukordade simulatsioonide loomiseks sobilik vahend. Seda just selliste hoonete puhul, kus reaalselt evakuatsiooniharjutust on väga raske teostada seoses hoonetes viibivate klientide vanuse ja tervisliku seisundiga.

Lisaks selgus uurimise käigus, et evakuatsiooni teostamisel haiglates ja hoolekandeesutustes on olulise tähtsusega: evakuatsiooniteede valik olenevalt liikumiskustega klientide asukohast sektsioonis või hoones; personali tegutsemine ning hulk evakuatsiooni teostamisel enne päästejõudude sündmuskohale saabumist; päästemati kasutamine lamavate klientide puhul.

Kaheks olulisemaks ettepanekuks kiirema evakuatsiooni teostamiseks haiglates ja hoolekandeesutustes peab autor modelleerimisprogrammide kasutamise kohustuslikuks muutmist sellistes asutustes ning päästemattide kasutusele võtmist lamavate klientide voodites. Lõputöö autori arvates kiirendaks mainitud meetmete rakendamine oluliselt haiglate ja hoolekandeesutuste evakuatsiooni.

Lisaks võiks rajatavate haiglate, hoolekandeesutuste ning üldkasutatavate hoonete ehitamise eel eskiisikavanditega teha modelleerimisprogrammiga evakuatsiooni simulatsioone, et ennetada võimalike kitsaskohtade teket hoone projekteerimisel.

Lõpetuseks võib ütelda, et lõputöö käigus läbi viidud uurimus ning evakuatsioonide modelleerimised võimaldasid leida parimaid evakuatsiooniteede valikuid ning päästemattide kasutamise tõhusus leidis modelleerimiste käigus kinnitust.

## SUMMARY

The evacuation modelling in hospitals and welfare institutions case study of Järvamaa County.

This thesis is written in Estonian on 41 pages. It has 8 charts and 4 diagrams.

There has been a lot of tragic accidents in social welfare institutions in Estonia. Nowadays it is possible to use evacuation program *Pathfinder* for modelling evacuation to point out bottlenecks of evacuation, without doing it physically.

The aim of the thesis was to rate the using of program *Pathfinder* 2012 in Estonian social welfare institutions and to give a review of possible evacuation time, because in these buildings it is not possible to make full evacuation training, due to age and health condition of clients. To reach the goal, author researched Estonian national laws and regulations, Estonian and foreign literature and conducted necessary measurements in social welfare institutions to set speed of clients and rescuers.

Statistical data analysis techniques, document analysis and mathematical-statistical methods were used for the research.

The conducted study showed that the *Pathfinder* 2012 is a suitable tool for creating simulations of evacuation situations. As the result of the thesis the author made suggestions for improvement of the situation.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

AS Hoolekandeteenused tegevuskoht.

[http://www.ensib.ee/public/erihooletanne/Erihoolekandeteenuste\\_osutajad\\_052012.pdf](http://www.ensib.ee/public/erihooletanne/Erihoolekandeteenuste_osutajad_052012.pdf) väljaotsitud 06.04.2012

Directorate Fire Services and Crisis Management. Fire Safety Concept. 1995. Health Care Buildings. The Hague.

Eesti standard EVS 81-73:2005 „Liftide valmistamise ja paigaldamise ohutuseeskirjad. Reisijate ja kaupade veoks mõeldud liftide eriotstarbelised rakendused. Osa 73: Liftide käitumine tulekahju korral“, (Eesti standardikeskus) punkt 5.11.

Eesti standard EVS 812-1:2005 „Ehitiste tuleohutus. Osa 1: Sõnavara“, (Eesti standardikeskus) punktid 3.214 ja 3.25.

Eesti-Šveitsi koostööprogramm. <http://www.rescue.ee/eesti%26%23169%3Bveitsi-koostooprogramm> välja otsitud 03.04.2012.

Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded, 27.10.2004, jõustunud 01.01.2005, Vabariigi Valitsuse määrus nr. 315, RT I 2005, 75, 525

Eriarstiabi ja haiglad. <http://www.sm.ee/tegevus/tervis/tervishoid-ja-ravimid/eriarstiabi-ja-haiglad.html> välja otsitud 15.03.2012.

Haiglavõrgu arengukava, Vastu võetud 02.04.2003 nr 105, RT I 2003, 35, 223, jõustumine 14.04.2003

Hooldamine. <http://www.sm.ee/sinule/eakale/hoolekandetasutused.html> välja otsitud 06.04.2012.

Jaskółowski, W., Kępka, P., 2011. *Emergency evacuation of people from buildings*. Warszawa.

Käerdi, H. 2005. Statistika. Sisekaitseakadeemia.

Luht, K., Valge, A., Kalamees, T., Just, A., Angelstok, F. 2011. Ehitusnõuete analüüs vastavalt haiglate ja hooldekodude eripäradele. Tallinn.

National Fire Protection Association. 2000. Fire protection handbook.

- New Release, Pathfinder 2011. <http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/> välja otsitud 15.03.2012
- Nõuded liikumis-, nägemis- ja kuulmispuudega inimeste liikumisvõimaluste tagamiseks üldkasutatavates ehitistes, 28.11.2002, jõustunud 01.01.2003 Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr.14 RTL 2002, 145, 2120
- Pahhutši, L. 2011. Etapilise evakuatsiooni lahendus tervishoiu- ja hoolekandeesutustes. Tallinn.
- Parveots, S. 2011. Evakuatsiooni ja tulekahju korral tegutsemise õppuse kokkuvõte SA Koeru Hooldekeskus. Tartu.
- „Päästeameti kohalike päästeasutuste väljasõidukorra ja väljasõiduplaani vormi kinnitamine“ muutmine, Päästeameti Peadirektori 26.02.2007 käskkiri nr 39, käsaadav PAI asutuse siseveebist, 09.02.2012.
- Päästeamet 2011. Riskianalüüs: Tulekahju, plahvatus või varing, mille tagajärjel saab vigastada palju inimesi. Kinnitatud Päästeameti peadirektori käskkirjaga nr 93, 03.05.2011.
- Rost, M., Fabish. M., 2011. Evacuation and human Behavior in Emergency Situations. SA Koeru Hooldekeskus. [www.koeruhk.ee/pages/hooldekeskus.php](http://www.koeruhk.ee/pages/hooldekeskus.php) välja otsitud 06.04.2012.
- SA Koeru Hooldekeskus. [www.rehabilitatsioon.invainfo.ee/index.php?1,86,6,82,9,744](http://www.rehabilitatsioon.invainfo.ee/index.php?1,86,6,82,9,744) . välja otsitud 06.04.2012.
- Sotsiaalhoolekande seadus, Vastu võetud 08.02.1995, RT I 1995, 21, 323, jõustumine 01.04.1995
- Tammepuu, K. 2011. Evakuatsiooni ja tulekahju korral tegutsemise õppuse kokkuvõte SA Koeru Hooldekeskus. Tartu.
- Tervishoiuteenuste korraldamise seadus, Vastu võetud 09.05.2001, RT I 2001, 50, 284, jõustumine 01.01.2002, osaliselt 1.01.2003 ja 1.01.2005.
- Tuleohutuse seadus 05.05.2010, jõustunud 01.09.2010 – RT I 2010, 24, 116



## TABELITE JA JOONISTE LOETELU

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1. SA Koeru Hooldekeskuse klientide ja personali arv. ....  | 20 |
| Tabel 2. AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla klientide ja personali arv. ....  | 21 |
| Tabel 3. Aritmeetilised keskmised kiirused.....   | 23 |
| Tabel 4. Päästjate liikumiskiirused hoones.....   | 24 |
| Tabel 5. SA Koeru Hooldekeskus parameetrid ja olulised andmed (operatiivkaart): ....                              | 25 |
| Tabel 6. Koeru hooldekeskuse kolmanda ja neljanda astme tulekahju korral reageerivate jõudude kohalejõudmine..... | 27 |
| Tabel 7. SA Järvamaa Haigla Hooldushaigla parameetrid ja olulised andmed (operatiivkaart): .....                  | 29 |
| Tabel 8. Paide hooldushaigla kolmanda ja neljanda astme tulekahju korral reageerivate jõudude kohalejõudmine..... | 30 |
|   |    |
| Joonis 1. SA Koeru Hooldekeskus klientide jaotumine liikumisvõime järgi.....                                      | 21 |
| Joonis 2. AS Järvamaa Haigla Hooldushaigla patsientide jaotus liikumisvõime järgi... ..                           | 22 |
| Joonis 3. Klientide ning personali liikumiskiirused.....  | 23 |
| Joonis 4. SA Koeru Hooldekeskuse hoone eskiis pealt vaates .....  | 25 |