

Alina Koppel

**PÄÄSTERIHMA ERGONOOMILISUSE
HINDAMISE METOODIKA
VÄLJATÖÖTAMINE**

LÕPUTÖÖ

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut

Moetööstus

Spetsialiseerumine- tekstiilitoodete tehnoloogia ja tootearendus

Juhendajad: Ada Traumann, *PhD*

Merje Beilmann, *MA*

Tallinn 2025

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Alina Koppel

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Päästerihma ergonoomilisuse hindamise metoodika väljatöötamine

1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;

2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, Alina Koppel

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt. Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja Ada Traumann

Juhendaja Merje Beilmann

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. TOOTE ERGONOOMILINE DISAIN	6
1.1. Ergonoomika	6
1.2. Toodete ergonoomilisuse hindamine	7
2. PÄÄSTEAMETI TULEKUSTUTUSVARUSTUS	13
2.1. Päästeamet	13
2.2. Tulekustutusjope.....	14
2.3. Tulekustutuspüksid.....	15
2.4. Päästerihma tutvustus	17
3. TOOTE ERGONOOMILISUSE HINDAMISMETOODIKA VÄLJATÖÖTAMINE	18
3.1. Andmete kogumine	18
3.2. Valimi moodustamine	19
3.3. Intervjuu eksperdiga	20
3.4. Hindamismetoodika väljatöötamine	21
3.4.1. Ergonoomiliste liigutuste valik	23
3.4.2. Küsimustiku väljatöötamine	25
3.5. Toote testimise tulemused ja analüüs	27
3.5.1. Vaatluse tulemused	27
3.5.2. Küsitluse tulemused	29
3.6. Järeldused ja ettepanekud.....	31
KOKKUVÕTE	33
SUMMARY	34
VIIDATUD ALLIKAD	36
LISAD	38
Lisa 1. Intervjuu küsimused	38
Lisa 2. Päästjate küsimustik pärast katseraja läbimist.....	40
Lisa 3. Päästerihma õige asetus roobal.....	44

SISSEJUHATUS

Ergonoomika on teadus, mis keskendub inimeste ja nende töökohtade, töövahendite ning ümbritseva keskkonna kohandamisele, et saavutada parem töövõimekus, ennetada vigastusi ja tagada hea tervis. [1] Tänapäeva töötingimustes on ergonoomika tähtsus järjest suurem, kuna see aitab vähendada tööalaseid vaevusi ning parandada töötajate heaolu ja töö kvaliteeti. Ergonoomilisi lahendusi rakendatakse eriti suurenenud riskide ja füüsilise koormuse korral, nagu näiteks päästeametis, kus töötajate töötingimused on sageli äärmuslikud ning see aitab ennetada vigastusi, tõsta tööohutust ja parandada reageerimisvõimet kriitilistes olukordades, kus kiire tegutsemine on eluliselt oluline.

Tallinna Tehnikakõrgkooli ja ettevõtte vahelise koostöölepingu raames on käimas uue toote prototüübi väljatöötamine, mille eesmärk on luua turvaline ja ergonoomiline lahendus abivahendina mitmesugustes olukordades kasutamiseks. Kuna toode on veel arendusjärgus, ei ole kõiki selle tugevusi ja nõrkusi täielikult kaardistatud. Seetõttu on oluline alustada põhjalike katsetustega, et hinnata rihma turvalisust, kasutusmugavust ning vastavust seatud nõuetele ja tellija ootustele. Hindamise käigus on vaja selgitada, kas seda toodet peab olema kahes erinevas pikkuses või üks suurus on piisavalt sobiv ja universaalne. Lisaks hindamise käigus selgub, kas toode vajab täiendavat arendust või on see valmis liikuma arenduse lõppjärku.

Teema aktuaalsus tuleneb Päästeameti ja päästjate poolsest vajadusest luua toode ehk abivahend selleks, et lihtsustada nende tööprotsesse päästetöödel lähtudes ergonoomikast ja turvalisusest. Varasemad uuringud päästjate varustuse kohta on keskendunud eelkõige kaitserõivastele ja raskemale päästevarustusele ning kuna tegemist on uue arendatava tootega Päästeametis, siis seda pole ka testitud. Uue meetodika väljatöötamine aitab uut toodet praktiliselt hinnata, võimaldades analüüsida selle sobivust konkreetsetes töötingimustes ning kasutusmugavust tööülesannete täitmisel.

Lõputöö keskendub päästjate igapäevatöös vajaliku varustuse olulisele osale – päästerihm – kasutusmugavuse hindamisele. Päästeametis töötamine nõuab päästjatelt suurt füüsilist vastupidavust, kiiret reageerimisvõimet ja täpsust, sageli väga ohtlikes ja ettearvamatutes tingimustes. Iga päästetöös kasutatav töövahend ja varustuselement peab toetama päästjate ülesannete täitmist, pakkudes käsitlemise mugavust vähendades füüsilist koormust ja samal ajal suurendades sooritamise ohutust.

Probleemiks on aga see, et päästerihma katsetamiseks puudub välja töötatud meetodika. Sellest tulenevalt on keeruline saavutada objektiivseid ja usaldusväärseid tulemusi, mis on hädavajalikud nii toote edasiseks täiustamiseks kui ka selle lõpliku hindamise jaoks. Seetõttu on antud uurimistöö esmaseks ülesandeks luua läbimõeldud ja süsteemne

hindamismetoodika, mis võimaldab hinnata päästerihma vastupidavust, ohutust ja ergonoomilisust.

Lõputöö eesmärk on luua hindamismetoodika, mis võimaldab hinnata esmanäidise vastavust uue kaitserõivakomplektiga ning analüüsida toote kasutusomadusi ja ohutust, simuleerides tööülesandeid realistlikes liikumismustrites ja kehaasendites. Fookuses on esmanäidiste praktiline kasutatavus ja mugavus abivahendina, tagamaks selle vastavus kasutaja vajadustele ning töötingimustele. Rihma kasutusmugavus määrab suurel määral seda, kas arendatav toode suudab pakkuda päästjale optimaalset tuge ja hõlbustada tööülesannete täitmist, ilma et see tekitaks ebamugavusi või takistaks liikumist.

Eesmärgist lähtudes on seatud järgmised ülesanded, mis on jagunevad nii teoreetilisteks kui empiirilisteks.

Teoreetilised ülesanded:

- analüüsida teiste riikide päästeametikogemusi ja praktikaid;
- koostada ülevaade küsimustiku koostamise meetoditest.

Empiirilised ülesanded:

- välja töötada küsimustik ja hindamisskaala;
- viia läbi intervjuu eksperdiga ja praktilised testimised;
- analüüsida kogutud andmeid ja esitada tulemuste kokkuvõtteid;
- esitada soovitusel ja parendusettepanekud.

Lõputöö struktuur on üles ehitatud viisil, kus esimese peatüki teema annab ülevaate ergonoomikast ja senistest uuringutest päästjate varustuse kohta. Teises peatükis tutvustatakse organisatsiooni Päästeamet, kasutusel olevaid tulekustutusriided ehk roobad ning ka uut arendatavat toodet - päästerihm. Kolmas peatükk käsitleb päästerihma hindamismetoodika väljatöötamist ja selle testimist erinevates etappides. Töö viimases osas analüüsitakse hindamismetoodika raames läbitehtud liigutuste tulemusi, töötatakse läbi katseisikute ankeetküsimuste vastused ning tehakse järeldused ja ettepanekud.

1. TOOTE ERGONOMILINE DISAIN

1.1. Ergonoomika

Mõiste ergonoomika pärineb kreeka keelest, kus "ergon" tähendab tööd ja "nomos" seadust. Mõistena võttis selle kasutusele Poola teadlane Wojciech Bogumil Jastrzebowski, kes tutvustas 1857. aastal töö ja teaduse seoseid kirjeldavat kontseptsiooni. Pärast Teist maailmasõda tõi F. K. H. Murrel Suurbritannias 1949. aastal mõiste uuesti kasutusele, hoolimata kriitikast selle sarnasuse kohta sõnaga "economy". [2]

Rahvusvaheline Ergonoomika Ühendus (IEA) defineerib ergonoomika teadusvaldkonnana, mis uurib inimeste ja süsteemide omavahelist koostoimet ning rakendab teaduslikke põhimõtteid ja meetodeid, et parandada inimeste heaolu ja süsteemi tõhusust. 1997. aastal kirjeldati ergonoomikat ka kui looduslike seaduste rakendamist, et töökeskkonnas tagada ohutus ja tõhusus. [2]

Ergonoomilisus kirjeldab, kuidas toode või keskkond on kohandatud vastavalt inimese füüsilistele ja vaimsetele vajadustele, et tagada maksimaalne mugavus ja minimaalne terviserisk. Ergonoomiline disain keskendub sellele, et objekt või süsteem sobituks kasutaja omaduste ja tegevuste nõudmistega, et vähendada väsimust, vigastuste riski ja muid terviseprobleeme. Kui toode on ergonoomiline, tähendab see, et selle kasutamine on optimeeritud inimese keha liikumisvõimekusele, tööasendile ja vaimsele pingele, et tagada sujuv ja mugav kogemus pikaajalisel kasutamisel. [3]

Ergonoomiline disain võib sisaldada näiteks reguleeritavaid töövahendeid, nagu toolid ja lauad, mis kohanduvad inimese keha omaduste järgi, samuti liideseid, mis on intuitiivsed ja kergesti mõistetavad, et vähendada kognitiivset koormust. Selline lähenemine aitab vältida valesid tööasendeid, lihaspingeid ja muid tööga seotud terviseprobleeme. [3]

Kasutusmugavus, *-usability-*, viitab sellele, kui lihtne ja tõhus on toote, süsteemi või teenuse kasutamine. Selle kontseptsiooni fookus on kasutaja kogemusel, keskendudes sellele, kui intuitiivne ja mugav on toote või teenuse kasutamine eesmärkide saavutamiseks. Kasutusmugavus mõõdab, kui hästi toode teenib kasutaja vajadusi ja kui sujuvalt saavad nad ülesandeid täita. [4]

Ergonoomika ja kasutusmugavus on tihedalt seotud, kuna mõlemad uurivad, kuidas inimesi ja nende töökeskkonda paremini kohandada. Siiski on nende keskpunkt erinev: kasutusmugavus keskendub enam sellele, kuidas toode või süsteem on loodud selleks, et rahuldada konkreetseid kasutaja ülesandeid ja vajadusi, samas kui ergonoomika käsitleb

laiemalt inimese ja tema keskkonna vahelisi suhteid, sealhulgas füüsilist ja vaimset mugavust ning tervist. [4]

Kohanemisvõimekus tähendab seda, kui hästi toode, süsteem või keskkond suudab vastata erinevatele kasutajate vajadustele ja muutuvatele olukordadele. See on tihedalt seotud paindlikkuse ja võimekusega kohandada töötingimusi või toote omadusi vastavalt konkreetsete kasutajate või tööülesannete nõudmistele. Ergonoomikas viitab kohanemisvõimekus sellele, kuidas töökoht, tööriist või keskkond saab paindlikult muuta oma omadusi, et rahuldada erinevaid kasutajaid. Näiteks võivad reguleeritavad lauad ja toolid pakkuda mitmesuguseid kohandamisvõimalusi, et tagada mugavus ja tõhusus igasugustes töötingimustes. [1]

Kohanemisvõimekus aitab tagada, et töökoht on sobilik kõigi töötajate jaoks, sõltumata nende füüsilistest omadustest või tööülesannetest, võimaldades vältida liigsest koormusest või vigastustest tulenevaid probleeme. [3]

Kõik need mõisted – ergonoomilisus, kasutusmugavus ja kohanemisvõimekus – on omavahel seotud ja mängivad olulist rolli päästetöötajate rihma arendamise protsessis. Siiski, kui valida üks mõiste, mis kõige täpsemalt kajastab lõputöö eesmärki, on selleks ergonoomilisus. Ergonoomilisus kirjeldab töövahendi võimet pakkuda kasutajale mugavust, turvalisust ja tõhusust, kohandudes samal ajal inimese vajaduste ja liikumismustritega.

1.2. Toodete ergonoomilisuse hindamine

Toodete hindamisel pööratakse sageli tähelepanu mitmetele olulistele aspektidele, sealhulgas kasutatud materjalide kvaliteedile, tehnoloogilistele lahendustele, funktsionaalsusele ning sellele, kas toode täidab oma eesmärki.

Varasemalt on teistes riikides läbi viidud mitmesuguseid ergonoomilisi uuringuid, mis pakuvad väärtuslikku taustamaterjali. Käesolevas töös toetutakse Eestis läbiviidud testimiste kõrval ka rahvusvahelistele kogemustele, nt Jaapanis ja Hollandis läbiviidud uurimustele. Kuigi need uuringud ei hõlma täpselt sama toodet, annavad need aluse uue hindamismetoodika väljatöötamiseks.

Uurimustöös S. Son jt (2022) fookuses olid rõivaste ergonoomilised omadused ja rõivaste mõju keha termoregulatsioonile erinevates kliimatingimustes. Antud uuringus kasutati kliimakambreid, et simuleerida erinevaid keskkondi alates külmast kuni niiske ja kuumani. Osalejad kandsid erinevaid rõivakomplekte ning nende kehatemperatuuri, higistamist ja südame löögisagedust mõõdeti pidevalt, et hinnata rõivaste soojusisolatsiooni ja

hingavust. Uuringu küsimustik hindab kaitsevahendite mõju kasutusmugavusele, liikuvusele ja termilisele tajumisele, täiustades objektiivseid mõõtmisi, nagu kehatemperatuur ja südame löögisagedus, subjektiivsete hinnangutega. Kuigi küsimustik aitab luua tervikliku pildi kasutajakogemusest, võib subjektiivsete hinnangute täpsust mõjutada osalejate individuaalsed eelistused ja simulatsioonide realistlikkus. Tulemuste üldistamise piiranguks võib olla ka väikese ja piiratud valimi esinduslikkus. Päästerihma testimiseks peaks küsimustik keskenduma rihma mugavusele, liikumisvabadusele ja kasutamise lihtsusele. [5]

Uurimustöös Y. Tochihara jt (2022) viidi läbi Jaapanis ja keskendus isikukaitsevahendite (IKV) mõju hindamisele töötajate füsioloogilisele koormusele kõrgetes temperatuurides. Uuringus sooviti kindlaks teha, kuidas erinevad kaitserõivad mõjutavad kehatemperatuuri, väsimust ja töövõimet kuumades ja niisketes töökeskkondades. Katseid viidi läbi kliimakambrites, kus temperatuur tõsteti 35°C-ni ja niiskus 70%-ni, et jäljendada keerulisi töötingimusi. Osalejad kandsid erinevaid IKV-sid, samal ajal mõõdeti pidevalt nende südame löögisagedust ja naha- ning kehatemperatuuri. Küsimustik uuringus keskendub kaitsevahendite mõju hindamisele tuletorjajate liikumisvabadusele, mugavusele ja töövõimele. See täiendab objektiivseid mõõtmisi, pakkudes teavet kasutajakogemuse kohta. Küsimustiku peamine tugevus on selle võime ühendada objektiivsed andmed kasutajate kogemustega, aidates tuvastada kaitsevahendite ergonoomika eeliseid ja puudusi. Siiski võivad subjektiivsed hinnangud sõltuda osalejate tajust ja simulatsioonide täpsusest, mis võib mõnel juhul piirata tulemuste laiemaid järeldusi. [6]

Päästerihma hindamiseks võiks küsimustik keskenduda haardemugavusele, liikumisvabadusele ja kasutuslihtsusele erinevates tööolukordades. Selline lähenemine aitaks hinnata rihma praktilist sobivust ja ergonoomilisi omadusi, pakkudes väärtuslikku teavet selle disaini ja funktsionaalsuse täiustamiseks. Kokkuvõttes oleks küsimustik tõhus vahend, mis võimaldaks koguda põhjalikke ja kasutajakeskseid andmeid päästerihma hinnangu andmiseks.

Uuringus kasutatavad liigutused, nagu kummardamine, tõusmine, raskuste kandmine, ronimine ja liikumine kitsastes kohtades, on otseselt seotud tuletorjajate igapäevaste tööülesannetega. Samuti käsitletakse põlvitamist, roomamist ning jõu ja tasakaalu rakendamist, mis on vajalikud varingutsoonides töötamisel või takistuste ületamisel.

Eelpool loetletud tegevused pakuvad realistliku sisendi päästerihma hindamismetoodika jaoks, võimaldades hinnata, kuidas rihm mõjutab liikuvust, tasakaalu ja mugavust intensiivsetes tööoludes. Näiteks võiks raskuste kandmise ja tõstmise simulatsioonidega testida, kas rihm toetab või piirab liikumist. Kitsastes tingimustes liikumine annaks ülevaate rihma sobivusest piiratud ruumides töötamisel.

Kohandades uuringus esitatud liigutusi päästerihma testimiseks, saab hinnata selle funktsionaalsust ja ergonoomikat, aidates tuvastada nii toote tugevused kui ka võimalikud parendusvaldkonnad erinevates töötingimustes.

Uurimistöös R. Heus jt (2023) keskenduti kaitserõivaste ergonoomiliste omaduste ja kasutajamugavuse hindamisele külmas kliimas. Selleks kasutati spetsiaalseid kliimakambreid, kus temperatuur oli vahemikus -10°C kuni 0°C . Katsete käigus mõõdeti osalejate kehatemperatuuri ja higistamist, et hinnata kaitserõivaste soojusisolatsiooni ja materjalide hingavust. Lisaks viidi läbi biomehaanilisi katseid, et uurida, kuidas kaitseriided mõjutavad liikumisvabadust. Mannekeenide kasutamine täiendava mõõtevahendina võimaldas saada täpsemaid andmeid materjalide soojusjuhtivuse kohta. Osalejate subjektiivsed hinnangud andsid lisateavet kaitserõivaste pikaajalise mugavuse kohta. [7]

Uuringus, mille autoriteks on R. Heus jt (2023), sisaldas rajatest mitmeid praktilisi ülesandeid, mis olid kohandatud lähtuvalt tuletõrjute tööülesannetest. Näiteks pidi katseisik sooritama ohvri lohistamise ülesannet Rauteki haardega üle 10-meetrise vahemaa, sealhulgas takistuse ületamise. Lisaks hõlmas rajatest füüsilise võimekuse hindamiseks ülesandeid, nagu redelil ronimine, roomamine ja erinevate koormate kandmine, mis võimaldasid mõõta, kuidas testitav varustus mõjutab liikumisvabadust ja sooritusvõimet. Ülesanded viidi läbi kontrollitud tingimustes, kus aja mõõtmine ja võrdlus olemasoleva standardvarustusega võimaldasid arvutada soorituse kaotuse protsentuaalsed väärtused. [7]

Päästerihma hindamismetoodika väljatöötamisel saab seda metoodikat edukalt kohandada. Näiteks võiks rihma testimisel lisada ülesandeid, mis hõlmavad koorma lohistamist ja takistuste ületamist, et hinnata, kas rihm piirab liikumisvabadust või tekitab ebamugavust. Lisaks saaks testimist täiendada rihma kinnitamise ja reguleerimise ülesannetega, et testida selle kasutuslihtsust ja praktilisust erinevates töötingimustes. Uuringu struktuur ja andmete kogumise metoodika annavad kindla aluse päästerihma praktilise hindamismetoodika väljatöötamiseks. [7]

Kui võrrelda nende uuringute metoodikaid, ilmnevad mitmed erinevused, mis on seotud konkreetsete uurimisfookuste ja riiklike tingimustega. Rõivaste termoregulatsiooni, artikli autorid S. Son jt (2022), uuringus keskenduti kasutajamugavuse hindamisele erinevates keskkondades, kasutades kontrollitud laboritingimusi [5]. Jaapani uuring, autorid Y. Tochihara jt (2022), keskendus eelkõige tööohutusele ja füsioloogilisele koormusele kuumades keskkondades, kus rõhk oli dünaamilistel testidel ja töövõimekuse hindamisel [6]. Euroopa uuring kaitserõivaste kohta, autorid R. Heus jt (2023), keskendus külma kliima tingimustes kaitserõivaste soojusisolatsioonile ja hingavusele, pakkudes

laiaulatuslikku ülevaadet nii inimkatsete kui ka mannekeenide abil kogutud andmete põhjal [7].

Rõivaste ja isikukaitsevahendite (IKV) ergonoomiliste omaduste uurimisel on oluline mõista, kuidas erinevates uuringutes kasutatud meetodikad ja katsesituatsioonid võivad aidata kaasa uute toodete arendusele. Kaks analüüsitud uurimistööd – autoriteks S.Son jt (2014) ja autoriteks T. Ticlo jt (2024) – illustreerivad mitmekesiseid hindamisviise, pakkudes väärtuslikku teavet rõivaste ja isikukaitsevahendite (IKV) ergonoomika kohta. Nende uuringute tulemused loovad aluse meetodikale, mida saab kohandada päästerihma ergonoomilisuse testimiseks, pöörates tähelepanu nii kasutajate mugavusele kui ka tööohutusele. [8] [9]

S.Son jt (2014) uuring keskendus termilise mugavuse ja kehatemperatuuri reguleerimise omaduste analüüsile kontrollitud laborikeskkonnas. Katseid viidi läbi kliimakambris, kus temperatuur ja niiskus varieerusid vahemikus -10°C kuni 35°C. Rõivaste ja IKV-de soojusisolatsiooni ja hingavust hinnati, mõõtes osalejate kehatemperatuuri, higistamiskiirust ja südame löögisagedust. Subjektiivseid hinnanguid koguti küsimustike abil. Standardiseeritud meetodika võimaldas tulemusi hõlpsasti võrrelda teiste rahvusvaheliste uuringutega. [8]

T. Ticlo ja R. Rao (2024) uuring keskendus päästetöötajate IKV-de mõjule nende sooritusvõimele ja mugavusele, kasutades realistlikke simulatsioone, mis jäljendasid kõrge temperatuuri ja intensiivse füüsilise koormuse tingimusi. Uuringus mõõdeti dünaamilisi füsioloogilisi näitajaid, nagu südame löögisagedus, kehatemperatuur ja väsimus, ning hinnati liikumisvabadust ja töövõimekust [9]. Võrreldes S.Son jt (2014) mõõtmistega laborikeskkonnas, andis T. Ticlo jt (2024) lähenemine põhjalikuma ülevaate töötingimustes esinevatest praktilistest väljakutsetest. Sellised simulatsioonid on päästerihma testimisel vajalikud, kuna rihm peab toime tulema intensiivse füüsilise koormuse ja psühholoogilise stressiga. Realistlikud katsed aitavad hinnata, kuidas rihm mõjutab kasutajate liikumisvabadust, turvalisust ja tööefektiivsust päästeoperatsioonide käigus. [8] [9]

Meetodikate võrdlus toob esile mõlema lähenemise tugevused ja puudused. S.Son jt (2014) standardiseeritud ja staatiline katsemudel sobib ideaalselt materjalide termiliste hindamiseks, kuid ei pruugi kajastada dünaamilisi olukordi, mida päästetöötajad igapäevaselt kogevad [8]. T. Ticlo jt (2024) realistlik ja praktiline lähenemine on tugevalt rakenduslik, kuid piiratud standardiseeritus võib raskendada tulemuste üldistamist ja teiste uuringutega võrdlemist [9].

T. Ticlo jt (2024) lähenemist tuleks täiustada realistlike simulatsioonidega, mis võimaldavad hinnata päästerihma mõju kasutaja liikumisvabadusele, töökindlusele ja

ohutusele päästeoperatsioonides. Simulatsioonides võiks keskenduda toote ergonoomilisele disainile ja vastupidavusele keerulistes töötingimustes, kus päästetöötajad peavad tegutsema kiiresti ja taluma füüsilist koormust. [9]

Toote spetsiaalse hindamismetoodika väljatöötamisel on oluline lisada mõõtmisi, mis keskenduvad sobivusele ja kasutusmugavusele, kuna need mõjutavad otseselt kasutaja efektiivsust ja turvalisust. Kuigi termiliste ja füsioloogiliste näitajate analüüs on oluline, peaksid metoodikasse kuuluma ka subjektiivsed hinnangud, nagu kasutuslihtsus ja intuiitsus, mis annavad lisandväärtust päästerihma arendamisel.

Analüüsiti ka eelnevate aastate lõputöid, mis on Päästeametiga seotud, täpsemalt Gertu Vilba (2021) ning Geithy Tamme ja Eliisa Saare (2022) lõputööde sisu ja metoodikat, et hinnata nende sobivust päästerihma ergonoomilisuse hindamise metoodika väljatöötamiseks. Lisaks tuua välja, millised on nende tugevused ja nõrkused ning kuidas neid saaks antud kontekstis kohandada või rakendada. [10] [11]

G. Vilba lõputöö on suunatud päästjate erirõivastuse hindamisele, keskendudes antropomeetrilise metoodika arendamisele. Peamine eesmärk on hinnata erirõivastuse sobivust staatiliste ja dünaamiliste mõõtmete alusel, võttes arvesse päästjate töö spetsiifikat. Uuringus kasutatakse juhendatud kehaasendeid ja hindamiskaarte, mis kaardistavad rõivaste kitsaskohad. Töö tugevus peitub selle praktilises ja selges lähenemises, mis võimaldab hinnata erirõivastuse mõju töö efektiivsusele ja liikumisvabadusele. Siiski on töö piiratud peamiselt staatiliste mõõtmistega ega paku ulatuslikku analüüsi dünaamiliste liigutuste ja liikumisulatuste kohta. Seetõttu sobib see hästi staatiliste tegevuste ja lihtsate katsete analüüsiks, kuid vajaks täiendamist keerukamate dünaamiliste ülesannete katmiseks. [10]

G. Tamme ja E. Saare lõputöö keskendub päästeameti eri- ja kaitserõivastuse ergonoomika hindamise metoodika väljatöötamisele. Oluliseks panuseks on detailselt välja töötatud ergonoomiline katserada, mis koosneb neljast etapist: liikuvus, tasakaal, liikumisulatus ja riietumine. Katserada on loodud praktiliste harjutuste abil, mis jäljendavad päästjate igapäevaseid tööülesandeid, nagu trepist liikumine, tõketest üle minek ja redeli kasutamine. Seda täiendatakse küsimustike, vaatluste ja objektiivsete mõõtmistega, sealhulgas kehasensorite ja termokaamerate abil. Töö tugevus seisneb selle süsteemsuses ja mitmekülgsuses, pakkudes terviklikku metoodikat rõivaste ergonoomika hindamiseks. Siiski on metoodika ressursimahukas ja tehniliselt keerukas, nõudes spetsiifiliste seadmete kasutamist ja ranget järgimist, mis võib muuta selle vähem sobivaks lihtsamate ja kiirete hindamisprotsesside jaoks. [11]

Mõlema töö tugevused ja nõrkused annavad olulisi suuniseid päästerihma ergonoomika katsemetoodika väljatöötamisel. Vilba töö pakub lihtsat ja praktilist lähenemist, mis sobib hästi konkreetsete liikumiste ja asendite hindamiseks. Samas jääb see piiratud ulatusega, kuna ei kata täielikult dünaamilisi liigutusi ja keerukamaid ülesandeid. Tamme ja Saare töö pakub seevastu laialdast ja hästi struktureeritud lähenemist, mis hõlmab ergonoomilise katseraja abil põhjalikku dünaamiliste liigutuste analüüsi, kuid selle rakendamine võib olla keerukas ja nõuda rohkem ressursse, kui antud kontekstis vajalik. [10] [11]

Tamme ja Saare lõputöös välja töötatud ergonoomiline katserada ja küsimustik on hea alus päästerihma testimiseks, kuid nõuavad kohandamist, et sobituda rihma spetsiifilise kasutusvaldkonnaga. Katseraja harjutused, nagu liikuvuse, tasakaalu ja liikumisulatus hindamine, on kohandatavad, et analüüsida rihma mõju päästjate tööülesannetele, sealhulgas raskuste kandmisele või ohvri turvamisele. Näiteks saab harjutusi kohandada, et hinnata, kuidas rihm mõjutab liikumisvabadust ja stabiilsust erinevates tööasendites. [11]

Küsimustik on vajalik üles ehitada nii, et see keskenduks päästerihma mugavuse, liikumisvabaduse, funktsionaalsuse ja ohutuse hindamisele. Tamme ja Saare kasutatud 5-palli Likerti skaala sobib hästi kasutajate hinnangute kogumiseks, võimaldades lisaks kasutada avatud küsimusi põhjalikumate tagasiside saamiseks. [11]

Metoodika kavandamisel võetakse arvesse rahvusvahelistes uuringutes tehtud tähelepanekuid. T. Ticlo jt (2024) uuring rõhutas realistlike töötingimusi jälgendavate liigutuste tähtsust, mis võimaldavad koguda andmeid nii füsioloogiliste kui ka psühholoogiliste koormuste kohta [9]. S.Son jt (2014) uuringud tõid aga esile subjektiivsete hinnangute kogumise olulisuse, kuna need annavad väärtuslikku teavet kasutajate rahulolu ja mugavuse kohta [8].

Antud töö raames keskendutakse päästerihma hindamismetoodika loomisel realistlikele simulatsioonidele, et jälgendada päästetöötajate tegelikke tööolukordi ning hinnata rihma funktsionaalsust, mugavust ja vastupidavust intensiivsetes tingimustes. Simulatsioonide eesmärk on luua võimalikult tõepärased töötingimused, kus toodet testitakse koos uue kaitserõivakomplektiga ning analüüsitakse selle kasutatavust päästetöödele iseloomulikes liigutustes.

2. PÄÄSTEAMETI TULEKUSTUTUSVARUSTUS

2.1. Päästeamet

Päästeamet on Siseministeeriumi haldusalas tegutsev valitsusasutus, mille peamine ülesanne on tagada Eesti elanike turvalisus ja kaitsta elu, vara ning keskkonda. Päästeameti tegevus hõlmab õnnetuste ennetamist, päästetöid, demineerimist, kriisideks valmistumist ja ohutusjärelvalvet. Selle missioon on luua turvaline elukeskkond, kus inimesed tunnevad end kaitstuna ja on teadlikud võimalikest ohtudest ning kuidas neid vältida. [12]

Päästeameti visioon on tõsta Eesti ohutuse tase Põhjamaadele omasele kõrgele standardile. Selleks keskendutakse nii ennetustööle, elukeskkonna turvalisemaks muutmisele kui ka kiirele ja professionaalsele reageerimisele kriisidele. Lisaks on olulisel kohal elanike koolitamine ja informeerimine, et suurendada nende oskust iseseisvalt kriisidega toime tulla. [12]

Päästeamet ei tegele ainult otseste päästetöödega, vaid panustab ka pikaajaliste lahenduste väljatöötamisse, et ennetada õnnetusi ja vähendada nende mõju ühiskonnale. Asutuse tööle on oluline tugipunkt kogukondade kaasamine ja vastutustunde kasvatamine, et igaüks aitaks kaasa ühiskonna turvalisuse tagamisele. [12]

Päästeametnike tööriietus jaguneb eri- ja kaitserõivastuseks, mida kasutatakse aastaringiselt vastavalt tööülesannetele. Erirõivastust kantakse igapäevaselt komandodes, samas kui kaitserõivastus, mida tuntakse ka tulekustutusrõivastusena, pannakse selga väljakutsele minnes erirõivastuse peale. Kaitserõivastus hõlmab tulekustutusjopet ja -pükse, kindaid, saapaid, kiivrisukka ja kiivrit. Komplekti kuuluvat jopet ja pükse koos nimetatakse roobaks. [11]

Päästeametnike töö nõuab kohanemist väga erinevate tingimustega, alates ekstreemsetest ilmastikutingimustest kuni keerukate situatsioonideni, kus tuleb toime tulla kuumuse, tule, sädemete, vihma, tuule, lume ja kustutusveega. Sellistes olukordades peab tööriietus olema samaaegselt vastupidav, funktsionaalne ja mugav, et mitte piirata päästjate liikumist ega seada nende turvalisust ohtu. Tulekustutusrõivastus peab vastama rahvusvaheliste standardite EVS-EN 469:2020 ja EVS-EN ISO 13688:2013 nõuetele, lisaks nendele standarditele peab uus rõivastus vastama EN 434:2019, EN 1149-5:2018 ja EN 61482-2:2020 standardi nõuetele, pakkudes vajalikku kaitset ohtlike keskkonnamõjude eest ja tagades päästjatele tõhusa tegutsemise võimaluse. [13]

Järgnevates alapeatükkides tutvustatakse uuemat kaitserõivastust, sest just sellel põhineb päästerihma testimiste läbiviimine, esitatakse kaitserõivastuse tehnilisi omadusi ja tootejooniseid.

2.2. Tulekustutusjope

Tulekustutusjope on sirgelõikeline poolpikk kaitserõivas, mis on loodud pakkuma kõrgetasemelist kaitset päästjate tööülesannete keerukates ja ohtlikes tingimustes (Joonis 1). Jope valmistamiseks kasutatakse kolmekihilist materjali, mis koosneb pealiskihist, termokihist ja voodrist. Need kihid on hoolikalt valitud, et tagada kuumuse, niiskuse ja mehaaniliste kahjustuste eest kaitse, samal ajal võimaldades kehasoojuse ja niiskuse tõhusat ärajuhtimist. Pealiskiht on valmistatud aramiidkiust (98% aramiid ja 2% antistaatiline kiud), mis kaalub 210 g/m², pakkudes kaitset kuumuse, kemikaalide ja mehhaaniliste kahjustuste eest. Termokiht koosneb FR Fabric materjalist, mis sisaldab 65% aramiidi ja 35% PTFE/PU FR-i, kaaludes 110 g/m², pakkudes suurepärast soojusisolatsiooni ja vastupidavust. Vooder on valmistatud kahest kihist, millest esimene sisaldab aramiidi, viskoosi ja antistaatilist kiudu, teine aga 100% aramiidi, kogukaaluga 220 g/m², pakkudes mugavust ja tõhusat kaitset kuumuse eest. [13]

Jope esikinnis on varustatud kahelt poolt avatava veekindla tõmblukuga, mida katab takjakinnitustega lukuliist. Sisemusse lisatud tuuletõkkeliist ulatub kaelakaarest jope allääreni. Varrukad on ergonoomiliselt lõigatud ja varustatud liikumisvabadust võimaldavate lõõtsadega, mis algavad esiosa passejoonest ja ulatuvad tagaosa õlajooneni. Varrukate servad on kaetud veekindla ja kulumiskindla materjaliga, mille laius on vähemalt kolm sentimeetrit, ning sisemuses asuvad põidlaavaga soonikust mansetid suurendavad kasutajamugavust. Vasakul varrukal on trükitud vastava tellija embleem kas Päästeameti või Eesti Energia AS embleem (helkurtrükk). [13]

Jope funktsionaalsust täiustavad mitmed taskud, sealhulgas klapiga raadiojaamataskud ja sisselõikelised hõlmataskud, mille taskuklapid on varustatud kuumuskindlate ja libisemiskindlate trippidega, pakkudes kiiret ja mugavat ligipääsu. Jope paremal hõlmal raadiojaamatasku kohal on nimesildi kinnitamise alus takjapaela pehmest poolest. Õlgadel ja küünarnukkidel asuvad tugevdatud detailid, mis on valmistatud kulumis- ja kuumuskindlast aramiidkiudu sisaldavast materjalist, kaaluga 380 g/m². [13]

Jope põhivärv on liivakarva (PANTONE 16-1334 TPX Tan või sellega samaväärne), mida täiendavad tumesinised (PANTONE 19-4013 TCX Dark Navy või sellega samaväärne) detailid passeosas ja taskudel. Jope seljaosa passejoonest umbes 2,7 cm kõrgusel asub hõbedase helkurtrükiga tekst. See võib olla kirjastiiliga Open Sans tekst "PÄÄSTE", mille tähekõrgus on ligikaudu 7,3 cm koos Ä-tähtede täppidega, või kirjastiiliga

HelveticaNeueLTPro-Hv Bold tekst "VABATAHTLIK PÄÄSTE", mille tähe kõrgus on ligikaudu 4,0 cm koos Ä-tähtede täppidega. Viimane tekst on paigutatud kahte ritta, kus ridade vahe on umbes 2,5 cm. Jope seljaosal paremal pool on samuti tekstiillukkude pehmest poolest valmistatud pind, millele saab kinnitada ID-tunnuse. Selle ala mõõtmed on 12,0 cm kõrgust ja 18,0 cm laiust. [13]

Tulekustutusjope vastab rahvusvahelistele standarditele EVS-EN 469:2020 ja EVS-EN ISO 13688:2013, täites kõik nõuded kuumuse, niiskuse, kemikaalide ja muude ohtlike keskkonnamõjude vastu kaitsmiseks. Selle disain ja materjalivalik tagavad maksimaalse turvalisuse, vastupidavuse ja liikumisvabaduse päästjate igapäevases töökeskkonnas. [13]



Joonis 1. Tulekustutusjope eest- ja tagant vaade, tehniline joonis [13]

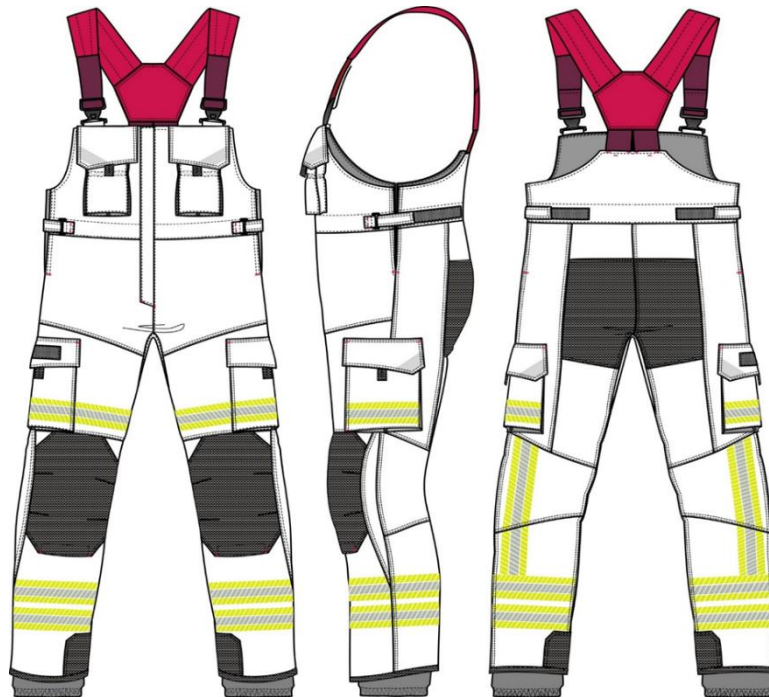
2.3. Tulekustutuspüksid

Tulekustutuspüksid on konstrueeritud pakkuma maksimaalset kaitset ja mugavust nõudlikes töötingimustes, ühendades vastupidavad materjalid ja funktsionaalse disaini (Joonis 2). Püksid on valmistatud kolmekihilisest struktuurist, mille kihid tagavad kaitse kuumuse, niiskuse ja mehaaniliste kahjustuste eest ning pakuvad töö mugavust ja ohutust. [13]

Pealiskihit koosneb 98% aramiidkiust ja 2% antistaatilisest kiust, pakkudes kuumuse-, kemikaali- ja kulumiskindlust ning vähendades staatilise elektri tekkimise riski. Termokiht on valmistatud komposiidist, mis sisaldab 65% aramiidi ja 35% PTFE/PU FR-i (polütetrafluoroetüleen ja polüuretaan), mis tagab tõhusa kuumuskaitse ja niiskuse juhtimise. Vooder koosneb kahest kihist: esimene kiht sisaldab 49% aramiidi, 50% viskoosi ja 1% antistaatilisest kiudu, pakkudes mugavust ja lisakaitset. Teine kiht on valmistatud 100% aramiidkiust, mis täiendab voodri vastupidavust ja kuumuskindlust. [13]

Püksid on varustatud ergonoomilise disainiga põlveosadega, mis on tugevdatud kuumuskindla ja kulumiskindla aramiidmaterjaliga. Põlvetaskud võimaldavad lisada eemaldatavaid põlvekaitseid, suurendades kaitset ja mugavust põlvitamisel. Sääreosad on kaetud veekindla ja kulumiskindla materjaliga, et tagada vastupidavus ja kaitse märgumise või kahjustuste vastu. Sääreotstes asuvad reguleeritavad kinnitused aitavad pükse tihedalt saapaga sobitada, takistades vee ja prahi sattumist pükste sisse. Pükstel on mitmeid praktilisi taskuid, sealhulgas klapi küljetaskud, mis kaitsevad töövahendeid mustuse ja niiskuse eest. Reguleeritav vöökoht koos elastse vööosaga tagab mugava sobivuse erinevate kehatüüpidega. Lisaks on pükstel takjakinnitustega traksid, mis tagavad pükste stabiilsuse intensiivse liikumise ajal. [13]

Tulekustutuspüksid vastavad rahvusvahelistele standarditele EVS-EN 469:2020 ja EVS-EN ISO 13688:2013. Nende materjalide hoolikas valik ja konstruktsioon vastavad kõrgetele ohutus- ja vastupidavusnõuetele, tagades päästjatele kaitse kuumuse, niiskuse, kemikaalide ja mehaaniliste ohtude eest, võimaldades samal ajal liikumisvabadust ja mugavust ka kõige keerukamates töötingimustes. [13]



Joonis 2. Tulekustutus pükste eest-ja tagantvaade, tehniline joonis [13]

2.4. Päästerihma tutvustus

Päästerihm on multifunktsionaalne toode, mis kuulub päästja põhivarustusse ja kinnitatakse üle vasaku õla (võttes arvesse kandja käelist eelistust) tulekustutusrõivastele (Lis 3). Päästerihma tekstiilist detailid on rihmapael ja takjapael. Näidistooted on saadaval kahes suuruses, rihma laius on 50 mm ning takjapaela laius 25 mm. Takjapael tagab suurema reguleeritavuse ja võimaldab kinnitada lahtise vöö otsa peale reguleerimist.

Rihm kinnitatakse ees metallpandlaga, mis on lihtsasti avatav pingevabas olekus, vajutades sõrmedega mõlemalt poolt. Üks rihma ots on 30 cm pikem, võimaldades reguleerida rihma üldpikkust 20 cm ulatuses. Rihma reguleeritav lõpp on kinnitatav takjakinnisega. Rihma küljes on 40 mm 3-nurkne metallaas, mille külge kinnitatakse karabiiniga metalltross

Päästerihma külge on kinnitatud 32 cm pikkune terastross, milleks on 3 mm läbimõõduga happekindel terastraat. Trosside mõlemas otsas on happekindlad metallkarabiinid.

Päästerihma on kaks suurust/pikkust: S/M (120 cm reguleerimisvõimalusega kuni 140 cm, sobilik väiksemale ja kõhnemale kehatüübile) ja M/L (140 cm reguleeritav kuni 160 cm, sobilik pikemale ja lihaselisemale kehatüübile).

S/M peaks sobima meestele, kelle rõivasuurus on vahemikus XS - M, võib sobida ka suurusele L kui tegemist on lühemat kasvu mehega (alla 180 cm). M/L peaks sobima meestele, kelle rõivasuurus on M - XL, võib sobida ka väiksematele suurustele, kes on pikemat kasvu (üle 190 cm)

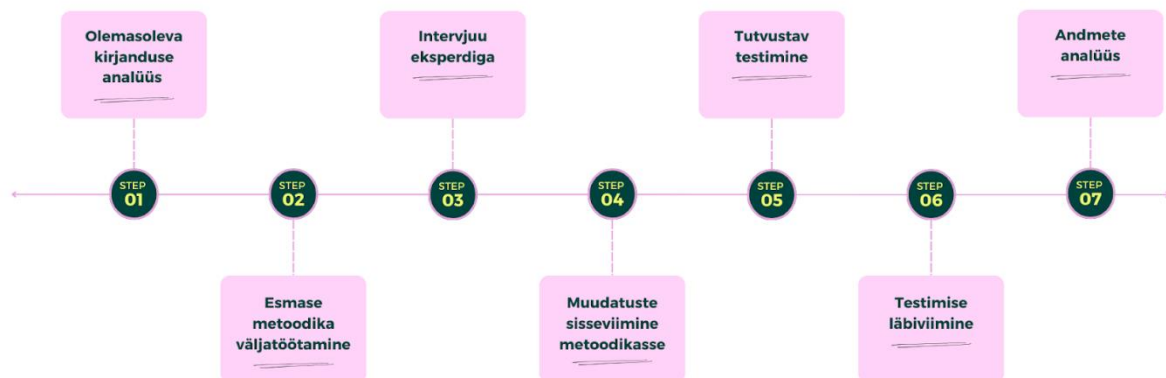


Joonis 3. Toote tehniline joonis ja pilt toodetest

3. TOOTE ERGONOMILISUSE HINDAMISMETOODIKA VÄLJATÖÖTAMINE

3.1. Andmete kogumine

Andmete kogumine toimus selgelt struktureeritud ja loogilises järjestuses protsessist, tagamaks põhjalikku ja usaldusväärset teavet päästerihma hindamiseks (Joonis 4).



Joonis 4. Andmete kogumise etapid

Andmete kogumine planeeritakse seitsmes järjestikulises etapis:

- 1) analüüsitakse varasemaid teadusuuringuid ja praktilisi käsitlusi, et koguda teavet ergonomilisuse, töövahendite ja päästevarustuse kohta. Etapp annab vajaliku teoreetilise aluse metoodika väljatöötamiseks;
- 2) kirjandusest saadud teadmiste põhjal luuakse esialgne metoodika, mis keskendub päästetööde liikumismustrite ja ülesannete simuleerimisele. Etapp annab raamistiku hindamismetoodika kujundamiseks;
- 3) viiakse läbi intervjuu päästeameti eksperdiga, et kinnitada esmase metoodika vastavus reaalsele töö olukordadele. Eksperdi sisend aitab täiendada metoodikat praktiliste ja asjakohaste nüanssidega;
- 4) eksperdi soovitude põhjal kohandatakse metoodikat, täiendades harjutuste ja liigutuste valikut. Selle etapi eesmärk on luua täpsem ja usaldusväärsem hindamisprotsess;
- 5) viies etapp hõlmab metoodika esmast testimist, mille käigus hinnatakse harjutuste ja mõõtmismeetodite sobivust. Tutvustav testimine võimaldab teha täiendavaid parandusi, et tagada lõpliku metoodika tõhusus;
- 6) testimine viiakse läbi kahel päeval, 9. ja 12. detsembril, Päästeameti hooldusbaasis aadressil Mänsaku 8. Testimise käigus hinnatakse päästerihma ergonomilisust ja funktsionaalsust päästjate tööülesandeid simuleerivates tingimustes. Esimesel päeval

osaleb seitse päästjat. Tulemused põhinevad nii küsimustiku vastustel kui ka vaatluste kaudu kogutud andmetel;

- 7) viiakse läbi põhjalik andmete analüüs, mille käigus hinnatakse testimise ja vaatluste tulemusi. Analüüs keskendub rihma kasutusmugavusele, ergonoomilisusele ja praktilisusele, tuues välja selle tugevused ja võimalikud parandamist vajavad aspektid. Antud lõppjäreldeste etapp annab sisendi rihma edasiseks arendamiseks.

Vastavalt eespool toodud hindamismetoodikale viidi läbi andmete kogumine perioodil september kuni detsember. Andmete kogumise selge struktuur tagas, et iga eelnev etapp toetas järgmise etapi edukat läbiviimist, võimaldades koostada põhjaliku ja tõenduspõhise hindamisraamistiku päästerihma ergonoomilisuse analüüsimiseks.

3.2. Valimi moodustamine

Käesoleva uuringu valim koosneb Nõmme päästekomando päästjatest, kes osalesid katseraja läbimisel, et hinnata päästerihma kasutusomadusi erinevates päästetöö situatsioonides. Hindamismetoodika läbisid komandosse kuuluvad vahetused, kes osalesid testimises vastavalt oma töögraafikule. Igal testimispäeval osales erinev grupp päästjaid, kes täitsid katseraja ülesandeid ja jagasid tagasisidet, andes mitmekülgset informatsiooni rihma kasutuse efektiivsusele ja mugavusele.

Lisaks üldisele rihma toimivuse hindamisele oli valimi kasutamine oluline ka rihma kahes erinevas pikkuses versiooni analüüsimiseks. Päästjate arvamusi ja kogemusi koguti, et mõista, kas mõlemad pikkused on vajalikud ja millistes situatsioonides üks või teine versioon võiks olla eelistatum. Kuna päästetööde tingimused ja päästjate kehalised erinevused võivad mõjutada rihma sobivust, oli oluline testida, kas rihma erinevad pikkused vastavad reaalse töö vajadustele.

Selline lähenemine, kus valim hõlmas Nõmme komando kõiki vahetusi, võimaldab tagada piisava mitmekesisuse päästjate kogemustes ja füüsilistes vajadustes. Metoodika simuleerib realistlikke töötingimusi, pakkudes väärtuslikku teavet selle kohta, millised rihma omadused, sealhulgas pikkus, osutuvad praktiliseks ja millised vajaksid täiendamist. See tagasiside aitab teha teadlikke otsuseid rihma lõpliku disaini ja kasutuse standardite osas.

Tabel 1. Esimese Mänsaku päeva osalejate kasvud ja rooba suurused

I päev		II päev	
Pikkus	Rooba suurus	Pikkus	Rooba suurus
170 cm	52 I	184 cm	54 III
191 cm	54 III	184 cm	56 II
175 cm	56 II	180 cm	52 II
192 cm	58 III	172 cm	56 II
171 cm	54 I		
192 cm	54 III		
182 cm	56 II		

Lõputöö keskmes oli päästerihma ergonoomilisuse, praktilisuse ja kasutusmugavuse hindamine päästjate igapäevatoös. Selleks oli valimi koostamisel oluline kaasata testimistele erineva pikkuse ja rooba suurusega päästjad, kuna need füüsilised parameetrid mõjutavad otseselt rihma sobivust ja funktsionaalsust. Testimistes osalenute pikkused varieerusid vahemikus 170–192 cm ning rooba suurused 52 I-st kuni 58 III-ni, mis tagas mitmekesise valimi ja võimaldas hinnata rihma kohandatavust erinevatele kehatüüpidele (Tabel 1).

3.3. Intervjuu eksperdiga

Küsimustiku ja meetodika väljatöötamise käigus viidi läbi struktureeritud intervjuu päästetööde eksperdiga. Eksperdi kaasamise peamine eesmärk oli välja selgitada, millised tüüpilised liigutused ja kehahoiakud on päästetööde simuleerimiseks olulised. Ekspert aitas kindlaks teha liigutused ja füüsilised tegevused, mis on päästetöötajate jaoks kriitilise tähtsusega ning mille kaudu saab hinnata rihma mõju nende töövõimele ja füüsilisele heaolule.

Intervjuu küsimuste koostamine ja läbiviimine oli suunatud eesmärgile saada kinnitust ja sisendit, kas allikate analüüsi põhjal loodud meetodika ja selle harjutused vastavad päästjate tööülesannetele. Küsimused koostati viisil, mis võimaldas eksperdil jagada oma teadmisi ja kogemusi avatud ja detailide rikkal moel. Avatud küsimuste valik aitas koguda võimalikult laiaulatuslikku ja praktilist tagasisidet. Küsimustik on toodud lisades (Lisa 1).

Intervjuu alguses tutvustati meetodikat ja selgitati selle ülesehitust, harjutuste sisu ning eesmäärke. See lõi ühise arusaama analüüsi tulemustest ja võimaldas eksperdil kohe kaasa mõelda. Juba tutvustamise käigus tekkisid mõned ettepanekud ja parendusideed. Näiteks

otsustati asendada üks harjutus, kus praegu tehakse roomamist, toengpõlvituses liikumisega, kuna see kajastab paremini päästetööde spetsiifikat.

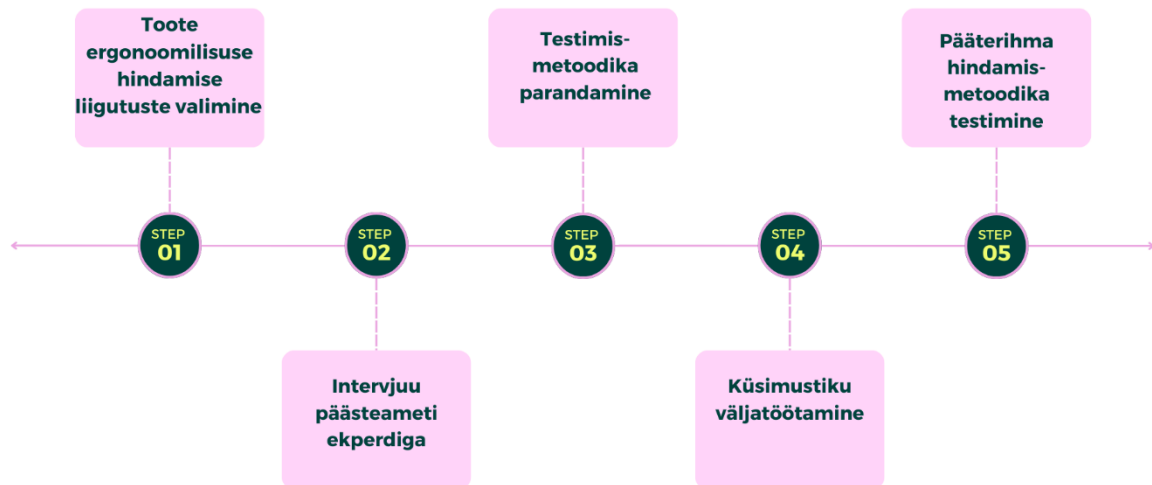
Pärast tutvustust suunduti küsimuste küsimisele ja täpsustuste tegemisele. Küsimustega uuriti, kas harjutused vastavad päästjate töö tegelikele olukordadele, milliseid täiendusi või muudatusi oleks vaja ning kas on olulisi liigutusi, mida metoodikas hetkel ei kajastata. Lisaks pöörati tähelepanu päästerihma võimalikule piiravale mõjule liikumisele kriitilistes olukordades ning analüüsiti harjutustega seotud riske ja ohutust.

Iga küsimus oli suunatud konkreetse teema süvitsi uurimisele. Esiteks uuriti, kas harjutused üldiselt vastavad päästjate töö olukordadele, et kinnitada harjutuste sobivust ja asjakohasust. Seejärel keskenduti konkreetsetele harjutustele, et selgitada välja, milliseid tuleks muuta, täiendada või eemaldada, et need paremini jäljendaksid reaalseid tööolukordi. Samuti uuriti, milliseid täiendavaid liigutusi või tegevusi võiks testida, et paremini hinnata päästerihma kasutusmugavust ja turvalisust.

Oluline oli selgitada ka seda, milliseid liikumisi peetakse oluliseks päästerihma mõju hindamisel liikumisvabadusele ning kas need on metoodikas piisavalt esindatud. Eksperdi käest küsiti ka metoodika katvuse kohta, et teada saada, kas kõik olulised päästetöö olukorrad on simuleeritud, või on olemas mõni ülesanne või liigutus, mida võiks veel lisada. Lisaks uuriti, kas päästerihm takistab või piirab liikumist kriitilistes olukordades, et hinnata selle praktilisust reaalses töös. Lõpuks käsitleti võimalikke ohte ja riske, mida harjutustega seotud tegevustes tuleks arvesse võtta, et tagada kasutajate ohutus.

3.4. Hindamismetoodika väljatöötamine

Hindamismetoodika väljatöötamise protsess hõlmas mitut olulist etappi sarnaselt andmete kogumisele (Joonis 4). Alustati toote ergonoomilisuse hindamise liigutuste valikuga, mis koostati päästeametnike tööülesannete põhjal. Sellele järgnes intervjuu päästeameti eksperdiga, et kinnitada valitud liigutuste asjakohasus ja lisada praktilisi nüansse metoodikasse. Saadud teavet kasutati testimismetoodika parendamiseks ja küsimustiku väljatöötamiseks, mis võimaldas koguda osalejatelt süstemaatilist tagasisidet. Väljatöötatud hindamismetoodikat testiti 9. ja 12. detsembril Päästeameti hooldusbaasis aadressil Mänsaku 8.



Joonis 5. Hindamismetoodika väljatöötamise etapid

Testimise käigus viidi läbi reaalsed simulatsioonid, mis jäljendasid päästjate igapäevaseid tööülesandeid. Esimesel ja teisel testimise päeval osales seitse päästjat. Lisaks viibisid testimise teisel päeval õppejõud ja eelnevalt intervjuule kaasatud ekspert. Küsimustiku täitsid kokku neli osalejat, kes kahes erinevas suuruses tooteid testisid. Lisaks koguti andmeid vaatluse käigus. Vaatlus keskendus sellele, et kuidas päästjad teostasid määratud liigutusi ja harjutusi, ning millised takistused või kitsaskohad rihma kasutamisel esinesid.

Testimine toimus välitingimustes, andes realistliku taustsüsteemi ja vastates päästetööde tegelikele tingimustele. Abivahenditena kasutati päästeautot ja sellel olevat varustust, et simuleerida päästetööde erinevaid olukordi. Metoodika hõlmas erinevaid tööülesandeid nagu raskete esemete kandmine, voolikute vedamine ja kannatanu transport, et hinnata rihma ergonoomilisust, liikumisvabadust ja praktilisust.

Esimese testimise päeva järel tehti metoodikasse mitmeid olulisi parandusi, lähtudes saadud tagasisidest ja tähelepanekutest. Üheks peamiseks parenduseks oli testimise järjestuse korrigeerimine, et ülesannete läbiviimine oleks loogilisem ja sujuvam. Näiteks otsustati lisada CAFS-i seadme kõrguse reguleerimine ülesande algusesse, kuna esimese päeva käigus selgus, et osalejatel tekkisid raskused seadme kinnitamise ja liikumisega, mis mõjutas ülesannete sooritamise efektiivsust.

Samuti täpsustati küsimustikus kasutatud hindamiskriteeriume, et kogutav tagasiside oleks konkreetsem ja keskenduks kriitilistele aspektidele, nagu rihma avamismehhanismi kasutusmugavus ja liikumisvabaduse mõju erinevate ülesannete sooritamisele. Lisaks täiustati metoodikas osalejate juhendamist, et testimise alguses oleks rihma funktsioonid

ja kasutamiskiisid selgelt lahti seletatud, vähendades võimalikke arusaamatusi ülesannete käigus.

Õppejõud osalesid vaatlajatena teisel testimise päeval, kus parendatud metoodikat rakendati. See võimaldas koguda põhjalikumad ja struktureeritumad tagasisidet rihma kasutusmugavuse ja funktsionaalsuse kohta. Parenduste mõju oli märgatav, kuna osalejate kogemused olid sujuvamad ja testimiste tulemused andsid selgema ülevaate rihma tugevustest ja arendamisvajadustest

Selle põhjalik protsess aitas luua hindamismetoodika, mis mitte ainult ei testinud päästerihma funktsionaalsust, vaid ka võimaldas analüüsida selle kasutusmugavust ja vastavust päästjate vajadustele. Lõppkokkuvõttes pakkus testimine teavet päästerihma edasiseks täiustamiseks ja kohandamiseks reaalse töökeskkonna tingimustele.

3.4.1. Ergonoomiliste liigutuste valik

Päästerihma testimiseks mõeldud harjutused ja liigutused said hoolikalt valitud, et hinnata rihma erinevaid omadusi – funktsionaalsust, vastupidavust, kasutusmugavust ning sobivust erinevates päästeolukordades.

Väljavalitud liigutused aitavad simuleerida reaalseid töötingimusi, kus päästerihm peab vastama kõrgetele standarditele ja toetama päästja tegevust. Esmaseks oluliseks liigutuseks on rihma pealepanek roobale kinnastega, nii kustutus kui ka päästekinnastega ning ilma kinnasteta. See on oluline harjutus, kuna see simuleerib päästetööde tingimusi, kus rihma tuleb kinnitada otse päästja tulekustutusriietusele. Kuna päästetööd tehakse sageli erinevates keskkondades ja tingimustes, on hädavajalik testida, kuidas rihm sobitub tulekustutustriietegani ja kas see on lihtsalt ja kiiresti paigaldatav kui ka eemaldatav. Kindad, mis mõjutavad haarde tunnetust ja peenmotoorikat, lisavad keerukust, kuna nende kasutamine võib muuta rihma kinnitamise keerukamaks. Samuti tuleb hinnata, kuidas rihm toimib ilma kinnasteta, kui päästja peab tegutsema paljakäsi. Harjutuse kordamine võimaldab hinnata rihma kasutamise kiirust, kindlust ja stabiilsust, tagades, et see sobib hästi päästja kaitseriieuse külge ka kiirust nõudvates ja keerulistes olukordades.

Keha liikuvuse hindamiseks tehakse mitmeid harjutusi nagu käte sirutamine üles, külgedele ja ette, samuti küljepainutused, kummardamine ja kükid. Need liigutused on olulised, sest päästetööde käigus on päästja pidevalt liikumises ja tema keha peab olema võimalikult vaba. Harjutuste eesmärk on kontrollida, kas rihm piirab liikumisulatust või püsib paigal ka aktiivse liikumise ajal. Samuti hinnatakse rihma mugavust, kui päästja peab tegema paindlikkust nõudvaid liigutusi.

Toengpõlvituse harjutus testib, kuidas rihm toimib asendites, kus keharaskus jaotub ebaühtlaselt või koormus on põlvedel. Päästjad töötavad tihti maapinnal või kitsastes oludes, mistõttu on oluline, et rihm ei segaks ega põhjustaks lisakoormust.

Rihma paigaldamine päästeautos hingamisaparaadiga varustuse peale peegeldab reaalses olukorras, kus päästjad jõuavad sageli rihma kinnitamiseni alles teel sündmuskohale. Kitsas ruum ja piiratud liikumisvõimalused tuletõrjeautos loovad tingimused, mis testivad rihma praktilisust ja kasutusmugavust. Kuna päästjad peavad olema valmis tegutsema kiiresti ja tõhusalt ka keerulistes oludes, aitab see harjutus hinnata, kas rihma ergonoomiline disain toetab kiiret ja sujuvat kasutamist reaalses päästeoperatsioonides ning kitsastes oludes.

Autost väljumine täisvarustuses koos paigaldatud rihmaga simuleerib reaalse päästeoperatsiooni algust, kus päästja peab kiiresti ja tõhusalt sündmuskohale liikuma. Selle harjutuse eesmärk on hinnata, kas rihm püsib korralikult paigal ja ei takista päästja liikumist ega takerdu kusagile, kui ta astub kiiresti autoastmetelt maha või liigub keerulisel pinnasel. Samuti näitab see, kas rihm püsib stabiilsena, kui päästja liigutab keha ootamatult.

CAFS-i (*Compressed Air Foam System*) kinnitamine rihma tross-tropiga ja liikumine sirgelt viie meetri ulatuses viie meetri ulatuses keskendub rihma vastupidavuse ja kinnitusmehhanismi stabiilsuse testimisele, kui sellele kinnitatakse raskemad seadmed. Päästetöödeks vajalikud vahendid, nagu CAFS, võivad olla rasked ja mahukad, mistõttu on oluline, et rihm ei libiseks ega tekitaks ebamugavust kandes. See harjutus näitab, kas rihm võimaldab päästjal liikuda stabiilselt ja tasakaalus, hoides samal ajal töövahendit kindlalt paigal ja aidates raskust jaotada kogu keha peale, mitte ainult kätele.

Treppidest üles-alla liikumine koos CAFS-iga ning joa suunamine ülespoole on kriitiline test päästerihma stabiilsuse, liikuvuse ja vastupidavuse hindamiseks. See harjutus simuleerib olukordi, kus päästja peab liikuma mitmetasandilises keskkonnas, kandes samal ajal raskemaid seadmeid ja säilitades nende töövõime. Testib, kas rihm aitab energiakulu optimeerida ning toetab päästjat füüsilise pingutuse ajal.

Vooliku vedamine ilma rihmata ja rihmaga annab võimaluse hinnata, kuidas rihm mõjutab füüsilist koormust ja efektiivsust. Vooliku vedamine on päästetööde oluline osa, mis nõuab jõudu ja stabiilsust. Võrdluses rihmata vedamisega selgub, kas rihm muudab töö kergemaks, vähendab koormust päästja kehale ja toetab vooliku tõhusamat transporti.

Kanderaami kandmine rihmaga simuleerib päästeoperatsioone, kus tuleb kannatanut transportida. Selle harjutuse käigus hinnatakse rihma stabiilsust ja mugavust raskuste

kandmisel, samuti selle mõju päästja kehahoiakule. Oluline on, et rihm aitaks raskust ühtlaselt jaotada ja vähendaks survet kandja kätele ja õlgadele.

Teise päästja väljavedamine rihma abil simuleerib olukorda, kus päästja peab rihma abil ohutult ja tõhusalt transportima teist päästjat, kes on liikumatult maas ja vajab evakueerimist ohtlikust olukorrast. Selle harjutuse eesmärk on hinnata rihma praktilisust ja töökindlust, kui see kinnitatakse teise päästja külge. Testitakse, kas rihma on võimalik kiiresti ja kindlalt kinnitada kannatanule, et tagada stabiilsus vedamise ajal, ning kas rihma disain toetab päästja füüsilist jõudlust. Lisaks võimaldab harjutus hinnata, kuidas rihm aitab vähendada koormust päästja kehale ja kas see pakub piisavalt tuge raskuste tõmbamisel. See harjutus annab selge ülevaate rihma efektiivsusest reaalses päästeolukorras, kus loeb kiirus, turvalisus ja töövahendi vastupidavus.

Viimase harjutusena hinnatakse rihma kaalu ja kasutatavust koos teiste abivahenditega. Subjektiivsed hinnangud kandja poolt annavad ülevaate rihma praktilisusest ja sellest, kui hästi see sobib päästetöödeks erinevates olukordades. Kasutaja tagasiside aitab hinnata, kas rihm vastab päästja ootustele ja on piisavalt ergonoomiline igapäevaseks kasutamiseks.

3.4.2. Küsimustiku väljatöötamine

Küsimustikuga soovitakse kaardistada rihma mõju päästetöötajate füüsilisele heaolule ja töö efektiivsusele peale väljavalitud liigutuste läbimist, et määratleda võimalikud parendused tootele ningarendatavale hindamismetoodikale. Intervjuu eksperdiga andis sisendi liigutuste määratlemiseks, et saaks hinnata rihma mõju reaalses töötingimustes.

Küsimustiku eesmärk on koguda põhjalikku ja sisukat tagasisidet päästerihma toimimise kohta erinevates päästetööde situatsioonides. See on loodud harjutuste läbimise kogemuse baasilhindamaks rihma kasutusmugavust, liikumisvabadust, turvalisust ja praktilisust. Päästjad, kes on teinud läbi harjutused, saavad jagada oma otsest kogemust, mis annab väärtusliku ülevaate rihma disaini, funktsionaalsuse ja võimalike kitsaskohtade kohta.

Päästjate tagasiside annab otsese hinnangu, kas rihm toetab tõhusalt tööülesannete täitmist keerulistes ja stressirohketes olukordades. Lisaks pakub küsimustik võimaluse koguda ettepanekuid ja tähelepanekuid, mis on oluline toote arendusprotsessis.

Käesolevas küsimustikus kasutatakse kinniseid küsimusi, mis tähendab, et vastajale on ette antud piiratud hulk vastusevariante. Selline lähenemine tagab vastuste struktureerituse ja lihtsustab nende hilisemat analüüsi [14]. Täpsemalt tugineb küsimustik skaalapõhiste küsimustele, kus vastajad hindavad esitatud väiteid kindlal astmestikul,

valides enda seisukohti kõige paremini kajastava vastuse. Skaalapõhised küsimused võimaldavad mõõta hoiakuid, arvamusi või kogemusi süstemaatilisel. Antud uuringu raames kasutatakse hoiakuskaalat, mis on mõeldud mõõtma indiviidi suhtumist, kalduvust või arvamust kindla isiku, objekti, nähtuse või sündmuse suhtes. Hoiakuskaalad on eriti olulised sotsiaalteadustes, kus eesmärk on mõista inimeste käitumise ja arvamuste aluseks olevaid mustreid. Üks laialdaselt kasutatav ja tunnustatud hoiakuskaala on Likerti skaala, mille kaudu hinnatakse vastajate nõustumise või mittenõustumise taset erinevate väidetega. Likerti skaala pakub mitmeid astmeid, näiteks alates „ei nõustu üldse“ kuni „nõustun täielikult“, võimaldades vastajal väljendada oma suhtumise intensiivsust või taset. [15]

Likerti skaala kasutamine selles uurimistöös võimaldab koguda andmeid, mis peegeldavad vastajate arvamuste ja hoiakute sügavust ning varieeruvust. See meetod on eriti kasulik, kuna see mitte ainult ei lihtsusta andmete kvantifitseerimist ja võrdlemist, vaid ka loob võimaluse avastada mustreid ja seoseid, mis aitavad paremini mõista uuritavat teemat. Skaalapõhised küsimused loovad aluse põhjalikule ja usaldusväärsele andmeanalüüsile, aidates seeläbi saavutada uuringu eesmärgid. [15]

Küsimustikku valiti välja Likerti 5-palline skaala, kus numbrite tõlgendus on järgmine:

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

Küsimused on sõnastatud ja struktureeritud lihtsalt ja selgelt, et need oleksid päästetöötajatele kergesti arusaadavad ja toetuksid nende praktilistele kogemustele. Küsimustik on toodud lisades (Lisa 2).

Küsimustik keskendub rihma kasutamise olulistele aspektidele, sealhulgas selle kinnitamise lihtsusele ja kiirusele, sobivusele erinevate päästevahendite ja kaitseriietusega, liikumisvabadusele ning tööohutusele. Metoodika harjutused on mitmekesised ja peegeldavad reaalseid töötingimusi – näiteks voolikute vedamine, kannatanu päästmine suitsusukeldumise olukorras ning füüsilised ülesanded nagu kükid ja painutused. Küsimustiku kaudu hinnatakse, kuidas rihm mõjutab päästjate liikumisulatust ja mugavust ning kas see toetab ülesannete tõhusat täitmist ilma lisatakistusteta.

Küsimustik kasutab skaalapõhiseid vastuseid, mis võimaldavad struktureeritud ja täpset hinnangut rihma erinevatele omadustele. Skaala vahemikus „ei nõustu üldse“ kuni „nõustun täielikult“ annab päästjatele võimaluse väljendada oma rahulolu või probleemseid

kogemusi. Küsimused katavad kõik olulised aspektid: rihma kinnitamine erinevatele töövahenditele ja riietusele (nt roobale ja hingamisaparaadile), liikumine treppidel ja kitsastes tingimustes, kandraami kandmine ning liikumisvabadus füüsiliste harjutuste ajal.

Lisaks skaalahinnangutele sisaldab küsimustik ka lõpphinnangu ja avatud küsimusi, mis kutsuvad päästjaid jagama oma tähelepanekuid ja ettepanekuid rihma täiustamiseks. Oluline on ka hinnata rihma kaalu ja selle sobivust kasutamiseks koos teiste päästevahenditega. Selline detailne tagasiside võib aidata tuvastada potentsiaalseid täiustamisvaldkondi, pakkudes ideid uute funktsioonide lisamiseks või olemasolevate täiustamiseks.

Küsimustiku praktiline väärtus seisneb selle võimes pakkuja arendajatele sisukat ja kasutajakeskset ülevaadet rihma toimivusest igapäevatoos. Toote testimise ajalsaadud kogemuste põhjal esitatud vahetu tagasiside annab realistliku pildi toote parameetrite sobivusest või puudustest. See teave võimaldab teha andmepõhiseid otsuseid, et luua päästerihmast veelgi tõhusam ja mugavam töövahend.

3.5. Toote testimise tulemused ja analüüs

3.5.1. Vaatluse tulemused

Esimene päästerihma testimine toimus 9. detsembril Päästeameti hooldusbaasis aadressil Mänsaku 8. Testimises osales seitse päästjat, kes vaheldumisi katsetasid päästerihmasid erinevate harjutustega. Kõik osalejad ei teinud läbi kõiki harjutusi mõlema rihmaga, mistõttu tulemused põhinevad erinevate osalejate kogemustel ja vaatluste kaudu saadud andmetel. Testimine algas rihma ja selle kasutusvõimaluste tutvustamisega, millele järgnes praktiliste liigutuste ja ülesannete sooritamine.

Kohe testimise alguses tuli välja rihma avamismehhanismi ja karabiinidega seotud küsimus. Osalejad leidsid, et karabiinid, mis paiknevad rihma trossi otstes, peaksid olema suuremad. Mõnedel päästjatel oli raskusi nende avamisega, mis tekitas viivitusi ja lisapinget ülesannete täitmisel. See viitab vajadusele täiendada rihma disaini, et suurendada kasutusmugavust ja kiirust.

Rihma kinnitamine päästjate roobale ja hingamisaparaadile kulges üldiselt probleemivabalt. Osalejad leidsid, et rihma paigaldamine nende varustuse külge oli lihtne ja intuitiivne, mistõttu antud liigutuse osa testimises möödus sujuvalt. Sellest saab järeldada, et rihm on nendes konkreetsetes olukordades sobiv ning vastab kasutajate ootustele.

Kui rihma kasutati CAFS seadme kinnitamiseks, ilmnes järgmine murekoht. Kui seade tõsteti koos rihmaga üles, jäi see liiga madalale rippuma, mis mõjutas päästjate liikumismugavust. Rippuv seade segas liikumist nii sirgel pinnal kui ka treppidest üles ja alla liikudes. See probleem viitab vajadusele rihma kinnitamise süsteemi või reguleerimise meetodi täiustamiseks, et tagada päästjate vaba liikumine ka raskemate seadmete transportimisel.

Vooliku vedamise testimise käigus märgati, et treppidel liikudes tuleb vooliku otsa kontrollida, kui see on rihmaga kinnitatud. Kui otsa ei jälgita, võib see takerduda ja tekitada takistusi, mis võivad põhjustada vigastusi või viivitusi. See tähelepanek rõhutab vajadust juhiste ja praktiliste soovitude järele, et voolikute vedamisel rihmaga oleks töö sujuv ja ohutu.

Kanderaami kandmisel tõusis esile oluline aspekt, mis puudutab kandjate pikkust. Kui päästjad on erineva pikkusega, võib kannatanu transportimine muutuda ebamugavaks, kuna kanderaam kipub siis kalduma. Selle ülesande täitmisel tuleks pöörata tähelepanu kandjate valikule, et tagada kannatanule stabiilne ja mugav asend.

Teise päästja väljavedamine osutus tõhusaks ning ülesanne täidetuks. Siiski leiti, et kannatanu kinnitamise viis päästerihmaga tuleks eelnevalt läbi mõelda ja kasutajale selgeks teha. Kinnitamise meetod peab olema nii turvaline kui ka kannatanule mugav, tagades samal ajal päästja liikumisvabaduse ja kiire tegutsemise võimaluse.

Liikumisvabaduse testimise käigus ei tekitanud rihm osalejatele ebamugavusi. Osalejad leidsid, et rihm ei piiranud nende liigutusi ega seganud füüsiliste harjutuste sooritamist. See tulemus kinnitas rihma sobivust ergonoomilisteks liigutusteks ning vastas ootustele.

Esimene testimine andis olulisi tähelepanekuid päästerihma kasutamise kohta. Positiivse poole pealt toimis rihm hästi liikumisvabaduse ja lihtsamate ülesannete, nagu roobale või hingamisaparaadile kinnitamine, puhul. Samas tõid osalejad esile mitmeid parendamist vajavaid aspekte, nagu karabiinide suurus, CAFS-i kinnituse kõrgus ja vooliku vedamisel tekkivad takistused. Lisaks tekkis vajadus selgete juhiste järele kannatanu kinnitamiseks ja kanderaami kandmisel päästjate valiku osas. Teine testimine viidi läbi 12. detsembril Päästeameti hooldusbaasis aadressil Mänsaku 8. Testimise üldised tulemused olid suuresti sarnased esimesel testimisel saadud tähelepanekutega, kinnitades, et päästerihm toimib enamasti hästi, kuid esineb valdkondi, mis vajavad edasiarendamist.

Sarnaselt esimesele testimisele osutasid rihma kinnitamine roobale ja hingamisaparaadile sujuvaks ja probleemivabaks. Rihma paigaldamine nendesse kohtadesse oli kasutajate jaoks intuiitiivne ja tõhus. Samuti kinnitas teine testimine, et liikumisvabaduse harjutuste

käigus ei tekkinud rihma kasutamisel ebamugavusi – see ei piiranud päästjate liigutusi ega seganud ülesannete täitmist.

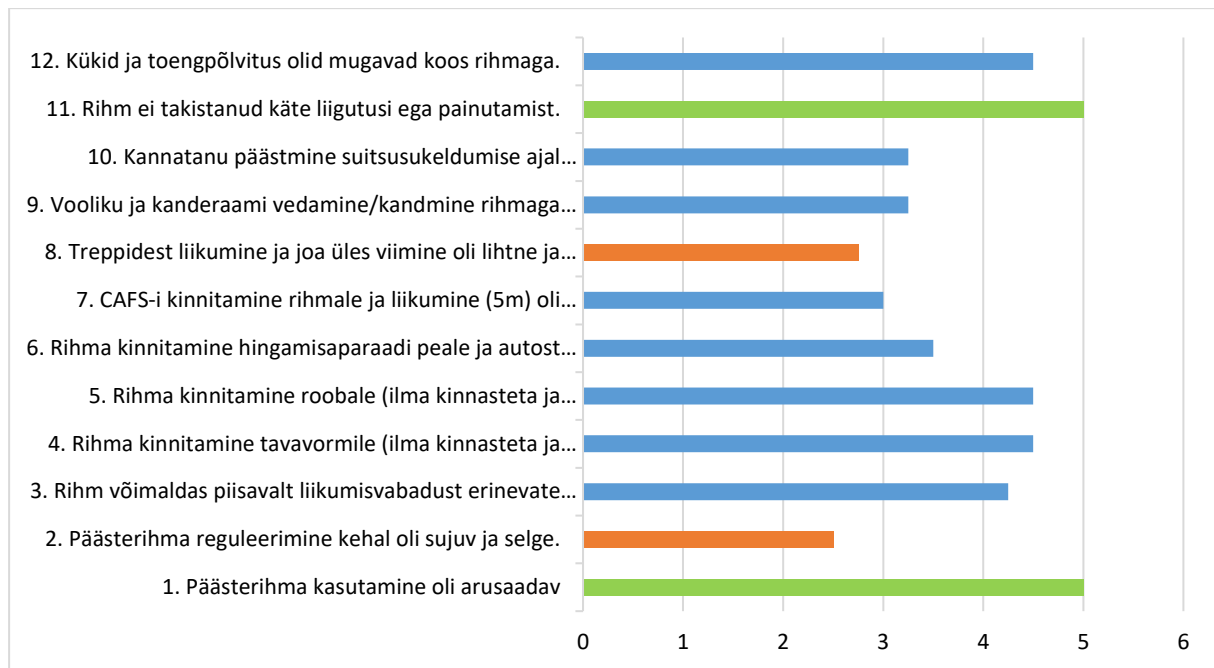
CAFS-i kinnitamine tõi taas esile madalale rippumise probleemi, mis segas liikumist nii sirgel pinnal kui ka treppidel. See tähelepanek kordas vajadust rihma kinnituse kõrguse reguleerimiseks või muul viisil seadme paremaks paigutamiseks. Vooliku vedamisel kinnitati, et treppidel liikumisel tuleb vooliku otsa jälgida, et vältida selle takerdumist ja võimalikke vigastusi.

Teise testimise käigus ilmnis aga uus oluline tähelepanek, mis puudutas rihmast kiire vabastamise vajadust pinge all oleva rihmaga. Päästjad tõid välja, et juhul kui tekib ootamatu oht või muu vajadus kiiresti rihmast vabaneda, peab olema lihtne ja usaldusväärne mehhanism, mis võimaldab seda teha. Praegune süsteem ei pruugi piisavalt kiiresti toimida kriitilistes olukordades, kus loeb iga sekund. See teema nõuab põhjalikku läbimõtlemit ja rihma arendamist, et tagada kasutajate turvalisus ning kiire reageerimisvõime.

Kokkuvõttes kinnitas teine testimine esimesel korral saadud tulemusi, kuid lisas uue olulise arendamist vajava aspekti – pinge all olevast päästerihmast kiire ja turvalise vabanemise olulisuse. See tähelepanek osutab vajadusele täiustada rihma sellise pandlasüsteemiga, et see vastaks veelgi paremini päästjate vajadustele ja tööoludele, tagades samal ajal nii funktsionaalsuse kui ka ohutuse.

3.5.2. Küsitluse tulemused

Küsimustikule vastasid kokku neli päästjat, kelle hinnangud andsid esmase ülevaate päästerihma kasutusmugavusest ja ergonoomilisusest. Küsimustik põhines viiepalliskaalal, kus 1 tähendas "ei nõustu üldse" ja 5 "nõustun täielikult". Vastuste analüüs tõi esile nii rihma tugevused kui ka arendamist vajavad valdkonnad.



Joonis 6. Päästerihma hinnangud ülesannete lõikes

Graafik annab ülevaate päästerihma kasutusmugavuse ja funktsionaalsuse hinnangutest, mis põhinevad nelja vastaja tagasisidel (Joonis 6). See toob esile rihma tugevused ja valdkonnad, mis vajavad täiustamist. Kõrgeimad hinnangud, on märgitud joonisel rohelisega, anti ülesannetele, mis rõhutasid rihma üldist arusaadavust ja ergonoomilist disaini, samas kui madalaimad hinnangud osutasid vajadusele parandada reguleerimismehhanismi ja seadme kinnituskõrgust.

Kõige kõrgema tagasiside sai küsimus „Päästerihma kasutamine oli arusaadav“, mis näitab, et rihma funktsionaalsus oli intuiitiivne ja lihtsasti mõistetav. Sama kõrgelt hinnati ka küsimust „Rihm ei takistanud käte liigutusi ega painutamist“, mis viitab sellele, et rihma ergonoomiline disain võimaldas päästjatel vabalt liikuda ja täita oma tööülesandeid takistusteta. Lisaks hinnati väga positiivselt füüsiliste ülesannete, nagu kükid ja toengpõlvitus, sooritamist, kuna rihm ei tekitanud ebamugavust ega piiranud liikumist. Need tulemused kinnitavad, et rihm vastab ergonoomilisuse ja kasutajasõbralikkuse nõuetele ning toetab päästetööde sooritamiseks vajalikku liikumisvabadust.

Madalamad hinnangud, on joonisel märgitud oranžiga, anti küsimustele, mis puudutasid rihma reguleerimist ja CAFS-i kinnitamist. „Rihma reguleerimine kehal oli sujuv ja selge“ sai võrreldes teiste küsimustega madalama hinnangu, mis viitab vajadusele täiustada reguleerimismehhanismi, et see oleks intuiitiivsem ja mugavam. Samuti sai „CAFS-i kinnitamine rihmale ja liikumine“ madalama hinnangu, kuna seadme madal kinnituskõrgus mõjutas liikumismugavust, eriti keerukamates tööolukordades, nagu treppidel liikumine.

Need kitsaskohad viitavad vajadusele optimeerida rihma ja seadmete kohandatavust kasutaja vajadustega.

Kokkuvõttes näitas testimise analüüs, et päästerihm vastas üldiselt kasutajate ootustele, pakkudes head kasutusmugavust ja ergonoomilisust, kuid tõi esile ka olulisi parenduskohti, mis puudutavad avamismehhanismi, karabiinide ja vabastamissüsteemi täiustamist. Rihm suudab suuresti täita kasutajate ootusi, kuid selle praktilisuse ja kasutajasõbralikkuse parandamiseks on vaja keskenduda tehniliste lahenduste optimeerimisele ja keerukuste vähendamisele. Kuigi vastajate arv oli piiratud, andis analüüs selge ülevaate rihma tugevustest ja täiustamist vajavatest aspektidest, pakkudes väärtuslikku juhust edasiseks arenduseks ning aidates tõsta kasutajate rahulolu ja suurendada rihma tõhusust päästetöödel.

3.6. Järeldused ja ettepanekud

Testimise tulemused näitasid, et rihma kinnitamine roobale ja hingamisaparaadile on intuitiivne ja sujuv, mis teeb selle kasutamise lihtsaks tavapärastes päästetööde olukordades. Samas toodi esile probleeme rihma avamismehhanismiga ning leiti, et karabiinid võiksid olla suuremad, et lihtsustada kiiret ja mugavat kinnitamist, eriti kriitilistes olukordades. CAFS-i kinnitamisel ilmnas, et seade rippus liiga madalal, mis mõjutas oluliselt päästjate liikumise mugavust, eriti treppidel liikudes. Siiski nähti CAFS-i kandmise lahenduses potentsiaali, kuna rihm aitas seadme raskust paremini jaotada ning vähendas koormust ühele käele. See võimaldas suuremat liikumisvabadust võrreldes olukorraga, kus seadet kantakse ilma rihmata. Vooliku vedamise harjutustes rõhutati vajadust jälgida vooliku otsa, et vältida selle takerdumist, mis võib põhjustada vigastusi või viivitusi. Kandraami kandmise ülesandes tõusis esile vajadus sarnase pikkusega kandjate järele, et tagada kannatanu mugav ja stabiilne transport. Oma inimese välja toomisel toimis rihm hästi, kuid osalejad märkisid, et kannatanu kinnitamise protsess vajaks läbimõeldumat ja turvalisemat lahendust.

Küsimustikest kogutud andmed tõid täiendava selguse rihma tugevuste ja nõrkuste kohta. Kõrgemad hinnangud viitasid sellele, et rihm on tõhus lihtsamate ülesannete puhul, nagu kinnitamine roobale või hingamisaparaadile, ning ei piira päästjate liikumist. Samas madalamad hinnangud rõhutasid vajadust täiustada avamismehhanismi, karabiine ja üldist funktsionaalsust, eriti keerukamates olukordades. Kiire vabastamise mehhanism osutus üheks olulisemaks arendusvajaduseks, et suurendada kasutajate turvalisust ja töö tõhusust.

Lähtuvalt eelpool kirjeldatud tulemustele soovitab töö autor päästerihma arendustöös järgmist:

- 1) avamismehhanismi ja karabiinide täiustamine. Tuleb muuta avamismehhanismi (pannalt) ja karabiinide disaini, et need oleksid suuremad ja kergemini avatavad. See suurendaks rihma kasutusmugavust ning võimaldaks kiiret ja tõhusat tegutsemist kriitilistes olukordades;
- 2) CAFS-i kinnituse kõrguse reguleerimine. Tuleb välja töötada lahendus, mis võimaldab CAFS-i seadme kõrgust paindlikumalt reguleerida, tagades parema asendi ja liikumismugavuse. Näiteks tuli päästjate poolne soovitus lisada tootele ainult karabiin, ilma trossita, lisaks;
- 3) kiire vabastamise mehhanism. Rihmale tuleb lisada lihtne ja usaldusväärne kiire vabastamise mehhanism, mis võimaldab päästjal ohtlikes olukordades pinge all olevast rihmast kiiresti ja turvaliselt vabaneda;
- 4) kasutusjuhend ja koolitused. Rihma tõhusamaks kasutamiseks tuleb koostada selge ja praktiline kasutusjuhend, mis hõlmaks juhiseid nii kinnitamiseks kui ka kannatanu transportimiseks. Lisaks soovitav korraldada koolitusi, et parandada päästjate oskusi rihma kasutamisel erinevates olukordades;
- 5) täiendav testimine ja kasutajate kaasamine. Soovitav on korraldada täiendavaid testimisi suurema osalejate arvuga, et saada laiem tagasiside rihma toimivuse ja kasutusmugavuse kohta. Kasutajate kaasamine arendustegevusse aitab välja töötada lahendusi, mis vastavad täpselt päästjate igapäevatöö vajadustele;
- 6) multifunktsionaalsuse edendamine. Rihma edasisel arendamisel tuleb rõhku panna selle multifunktsionaalsusele, et see toetaks tõhusalt erinevaid ülesandeid nagu vooliku vedamine, seadmete transport ja kannatanu päästmine, pakkudes samal ajal maksimaalset turvalisust ja mugavust.

Ettepanekute elluviimine aitab luua veelgi tõhusama ja kasutajasõbralikuma töövahendi, mis tagaks päästjatele parima võimaliku toetuse nende keerulises ja vastutusrikas töös. Süsteemne lähenemine nendele parendusvaldkondadele suurendaks nii rihma tõhusust kui ka päästjate rahulolu igapäevastes tööoludes.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärk oli välja töötada hindamismetoodika, mis võimaldab analüüsida päästerihma ergonoomilisust, kasutusmugavust ja funktsionaalsust päästjate igapäevatöös. Eesmärgi saavutamiseks viidi läbi teoreetiline ja praktiline analüüs, hõlmates hindamismetoodika väljatöötamist, testimiste läbiviimist ja saadud tulemuste analüüsi.

Töö teoreetiline osa keskendus ergonoomika põhimõtete ning päästeameti töö spetsiifika uurimisele. Samuti anti ülevaade päästerihma arendamise taustast ja vajadusest hinnata selle vastavust päästjate töötingimustele. Päästerihma tõhususe hindamiseks koostati küsimustik, viidi läbi intervjuu eksperdiga ning töötati välja testimismetoodika, mis hõlmas realistlike tööülesannete imiteerimist. Metoodika rakendamine võimaldas koguda süsteemset ja usaldusväärset tagasisidet rihma kasutuse kohta erinevates situatsioonides.

Praktiline osa keskendus hindamismetoodika rakendamisele ja testimiste tulemuste analüüsimisele. Testimised näitasid, et päästerihm täidab üldiselt hästi oma põhieesmärgi, pakkudes vajalikku ergonoomilisust ja toetades liikumisvabadust. Füüsiliste harjutuste, nagu kükid ja toengpõlvitus, läbiviimine ei põhjustanud osalejatele ebamugavust, kinnitades rihma sobivust igapäevatöö ülesannete täitmiseks. Samuti tõsteti esile rihma võime jaotada raskust, näiteks CAFS-i seadme kandmisel, mis vähendas koormust ühelt käelt ja parandas liikumisvabadust.

Samas tõid testimised esile ka olulisi parandamist vajavaid aspekte. Osalejad tõid välja, et rihma avamismehhanism ja karabiinid olid keerulised kasutada, mis võib kriitilistes olukordades põhjustada viivitusi. CAFS-i seadme kinnitamine rihmale jättis selle liiga madalale, mis mõjutas liikumise mugavust, eriti kitsastes oludes ja treppidel. Lisaks ilmnas vajadus kiire vabastamise mehhanismi järele, mis võimaldaks ohuolukorras päästjal rihmast kiiresti vabaneda.

Lõputöö näitas, et hindamismetoodika on praktiline ja tõhus tööriist päästerihma sobivuse ja kasutusmugavuse analüüsimisel. Saadud tulemused andsid teavet rihma tugevuste ja arendamisvõimaluste kohta. Arendusvõimalustena tuleb keskenduda avamismehhanismi ja karabiinide kasutusmugavuse parandamisele, kiire vabastamise mehhanismi lisamisele ning kinnituskõrguse reguleerimise optimeerimisele. Töö näitas, et rihm suudab pakkuda olulist tuge päästjate igapäevatöös, kuid teatud tehnilised ja disainielemendid vajavad täiustamist, et toode veelgi paremini vastab päästjate spetsiifilistele vajadustele.

SUMMARY

This thesis “Development of a Methodology for Assessing the Ergonomics of a Specialized Belt” focuses on the development of a methodology for assessing the ergonomics, usability, and functionality of a specialized rescue belt, aiming to meet the specific needs of rescue personnel. The topic’s relevance stems from the critical role of ergonomics and usability in improving the safety, efficiency, and well-being of rescue workers who operate in challenging and often dangerous environments. The study addresses the lack of an established testing methodology for rescue belts, which is essential for ensuring the product’s compatibility with the demands of rescue operations.

The primary objective of the thesis was to create a structured and systematic assessment methodology that allows for evaluating the rescue belt’s suitability in real-world tasks, considering the physical and cognitive requirements of rescue workers. To achieve this goal, several tasks were defined: conducting a theoretical analysis of ergonomics and usability concepts, reviewing international best practices, designing a questionnaire and evaluation scale, conducting an expert interview, implementing practical testing, and analyzing the collected data to draw conclusions and provide recommendations.

The theoretical part of the thesis provided insights into the principles of ergonomics, usability, and adaptability, as well as the specific requirements of rescue personnel. Additionally, the study explored the background of the rescue belt development and emphasized the need for systematic testing to identify strengths and improvement areas. The practical part focused on implementing the methodology in controlled testing scenarios. Realistic tasks and movement patterns were simulated to evaluate the belt’s ergonomics and usability.

The results showed that the rescue belt generally met its objectives, providing adequate ergonomic support and freedom of movement in various tasks. Exercises such as squats and kneeling push-ups did not cause discomfort, highlighting the belt’s suitability for physically demanding tasks. Additionally, the belt demonstrated its ability to redistribute weight effectively, particularly when carrying equipment such as CAFS devices, reducing strain on one hand and enhancing mobility.

However, the study also identified areas requiring improvement. Participants noted challenges with the belt’s opening mechanism and carabiners, which were not intuitive to use and could lead to delays in critical situations. Furthermore, the low hanging position of the CAFS device attachment affected movement comfort, especially in confined spaces and on stairs. A need for a quick-release mechanism was also emphasized to ensure safe

detachment in emergencies. These findings underline the importance of optimizing the belt's design to enhance usability and adaptability to diverse users and tasks.

The conclusions of the thesis highlight that the developed assessment methodology is a practical and effective tool for evaluating the ergonomics and usability of the rescue belt. The study provides insights into the belt's strengths, such as ergonomic design and weight distribution capabilities, and areas requiring improvement, including mechanism usability and attachment height adjustment. Recommendations for future development include simplifying the opening mechanism, adding a quick-release feature, and enhancing the belt's adjustability to better accommodate the diverse physical requirements of rescue personnel.

Overall, the thesis demonstrates that a systematic assessment methodology can provide significant contributions to the development of user-centered rescue equipment.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „Tööelu portaali,” Tööinspeksioon, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tooelu.ee/et/100/ergonoomika>.
- [2] E. Moones, „TÖÖKOHA ERGONOOMILISUSE MÕJU TOOTMISTÖÖTAJATE TÖÖRAHULOLULE NING OHUTUSJUHTIMISSÜSTEEMI HINDAMINE ETTEVÕTTE X,” TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL, Bakalaurusetöö, Tallinn, 2019.
- [3] [Võrgumaterjal]. Available: https://www.ergonoomika.ee/Kasutusmugavus?utm_source=chatgpt.com. [Kasutatud 11 2024].
- [4] „IEA,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iea.org/>. [Kasutatud 11 2024].
- [5] S.Son, S. Muraki ja Y. Tochihara, „Exploring the appropriate test methods to examine the effects of firefighter personal protective equipment on mobility,” *Fashion and Textiles*, kd. 9, nr 1, p. 22, 2022.
- [6] Y. TOCHIHARA, J.-Y. LEE ja S.-Y. SON, „A review of test methods for evaluating mobility of firefighters wearing personal protective equipment,” *Industrial Health*, kd. 60, nr 2, pp. 106-120, 2022.
- [7] R. Heus, M. Kemmeren, L. Kistemaker ja K. Kuklane, „A new testprotocol for ergonomic evaluation of firefighters’ protective clothing,” %1 20230508-NIPV-ESPC-*Proceedings-of-the-10th-European-Conference-on-Protective-Clothing*, 2023.
- [8] S.-Y. Son, I. Bakri, S. Muraki ja Y. Tochihara, „Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility,” *Applied Ergonomics*, kd. 45, nr 4, pp. 1019-1027, 2014.
- [9] T. Ticlo ja R. Rao, „ENHANCING FIREFIGHTER SAFETY: EVALUATING PPE FOR COMFORT AND EFFECTIVENESS,” *International Journal of Research - GRANTHAALAYAH*, pp. 1-9, 2024.
- [10] G. Vilba, „Päästjate eririietuse antropomeetrilise meetodi väljatöötamine,” 17 05 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://dspace.ttkk.ee/handle/20.500.12863/3475>. [Kasutatud 12 2024].
- [11] G. Tamme ja E. Saar, „Päästeameti eri- ja kaitserõivastuse ergonoomika hindamise metoodika väljatöötamine,” 24 05 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://dspace.ttkk.ee/handle/20.500.12863/4349>. [Kasutatud 12 2024].
- [12] Päästeamet, „Päästeamet organisatsioonina,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.rescue.ee/et/>.

- [13] Päästeamet, „Riigihangete register,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6389099/documents?group=B>. [Kasutatud 12 2024].
- [14] L. Nguyen, „AhaSlides,” 09 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://ahaslides.com/et/blog/types-of-questionnaire-in-research/>. [Kasutatud 11 2024].
- [15] H. Taherdoos, „What Is the Best Response Scale for Survey and Questionnaire Design; Review of Different Lengths of Rating Scale / Attitude Scale / Likert Scale,” *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, kd. 8, nr 1, p. 1.10, 2019.

LISAD

Lisa 1. Intervjuu küsimused

Eialgu selgitatakse ettepanekuid liigutuste osas ning siis suundutakse küsimuste juurde.

Katseraja liikumisvõimalused:

- **Kas harjutused vastavad tegelikele tööolukordadele, mida nad peaksid simuleerima?**
 - (Avatud vastus)

- **Milline harjutus võiks vajada muutmist, et see imiteeriks päriselu ettetulevaid liigutusi paremini?**
 - (Avatud vastus)

- **Milliseid liigutusi ja tegevusi Teie arvates peab katserajal (lisaks) testima, et hinnata päästerihma kasutusmugavust ja/ või turvalisust?**
 - (Avatud vastus)

Liikumisvabaduse hindamine:

- **Milliseid liikumisi peate oluliseks rihma mõju liikumisvabaduse testimisel ning kas nad on katserajal kajastatud? (nt painutamine, kummardamine, kiired liikumised)**
 - (Avatud vastus)

Vajadused erinevates olukordades:

- **Milliste päästetööde olukordadega praegune metoodika ei arvesta? Kui ei arvest millegagi , siis milliste ülesannet puhul saab päästerihma veel kasutada, mis liigutusena katserajal hetkel ei kajastu.**

- (Avatud vastus)

Rihma ja abivahendite mõju liikumisvõimele:

- **Kas päästerihm takistab või piirab töötaja liikumist kriitilistes olukordades?**

- (Avatud vastus)

Täiendavad liikumised ja testid:

- **Kas on olemas mingeid ohte või riske, mida nende harjutustega seotud tegevustes tuleb arvesse võtta?**

- (Avatud vastus)

Lisa 2. Päästjate küsimustik pärast katseraja läbimist

- **Küsimustiku eesmärk:**

See küsimustik on loodud, et koguda tagasisidet päästerihma kasutusmugavuse, liikumisvabaduse ja turvalisuse kohta katseraja läbimise põhjal. Vastused aitavad hinnata rihma sobivust päästetööde jaoks.

Palun hinnake väiteid alltoodud skaalal:

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

Küsimused:

1. Päästerihma kasutamine oli arusaadav.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

2. Päästerihma reguleerimine kehal oli sujuv ja selge.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

3. Rihm võimaldas piisavalt liikumisvabadust erinevate ülesannete sooritamiseks.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

4. Rihma kinnitamine tavavormile (ilma kinnasteta ja kinnastega) oli sujuv ja probleemivaba.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

5. Rihma kinnitamine roobale (ilma kinnasteta ja kinnastega) ei tekitanud lisa probleeme.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

6. Rihma kinnitamine hingamisaparaadi peale ja autost välja tulek oli lihtne.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

7. CAFS-i kinnitamine rihmale ja liikumine (5m) oli mugav ja lihtne.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

8. Treppidest liikumine ja joa üles viimine oli lihtne ja turvaline.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

9. Vooliku ja kandraami vedamine/kandmine rihmaga oli lihtne ja sujuv.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

10. Kannatanu päästmine suitsusukeldumise ajal rihmaga ei tekitanud lisa ebamugavusi.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

11. Rihm ei takistanud käte liigutusi ega painutamist.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

12. Kükid ja toengpõlvitus olid mugavad koos rihmaga.

- 1 = Ei nõustu üldse
- 2 = Pigem ei nõustu
- 3 = Neutraalne
- 4 = Pigem nõustun
- 5 = Nõustun täielikult

Lõpphinnang ja soovitused

13. Hinnake rihma kaalu ja selle kasutust teiste töövahenditega

14. Kas teil on ettepanekuid või tähelepanekuid päästerihma kasutamise kohta?

Aitäh vastamast! Teie tagasiside aitab hinnata ja täiustada päästerihma kasutusmugavust, liikumisvabadust ja turvalisust.

Lisa 3. Päästerihma õige asetus roobal



Joonis 7. Päästerihma õige asetus roobal