

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Oleg Kurilov

**PÄÄSTEMEESKONNA JUHTIDE TEADLIKKUSE JA  
TEGUTSEMISE KAARDISTAMINE GAASIBUSSI  
ÕNNETUSTE KORRAL PÕHJA PÄÄSTEKESKUSE NÄITEL**

Lõputöö

Juhendaja:

Kärt Reitel, PhD

Kaasjuhendaja:

Rainer Asuküla, BA

Tallinn 2022

SISEKAITSEAKADEEMIA LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON

Päästekolledž	Kaitsmine: juuni 2022
Töö pealkiri eesti keeles: Päästemeeskonna juhtide teadlikkuse ja tegutsemise kaardistamine gaasibussi õnnetuste korral Põhja päästkeskuse näitel	
Töö pealkiri võõrkeeles: Mapping the awareness and action of rescue team leaders in the event of a gas bus accident on example of the North Rescue Center	
<p>Lühikokkuvõte: Lõputöö on kirjutatud eesti keeles, eesti- ja inglisekeelse kokkuvõttega. Töö koos lisadega 57 leheküljel. Töös on kasutatud 46 eesti- ja inglisekeelset allikat. Töös on 11 joonist, 6 tabelit ja 2 lisa.</p> <p>Lõputöö <b>eesmärgiks</b> oli välja selgitada ja anda hinnang PTJ-de teadlikkuse tasemele gaasibussi õnnetuste korral ning teha ettepanekuid nende juhtimiskompetentside arendamiseks. Lõputöö uurimisülesanded on analüüsida gaasiga sõitvate sõidukitega seonduvaid ohte ja nendega juhtunud sündmusi teoreetiliste allikate baasil, kaardistada ja hinnata PTJ-de teadlikkuse gaasibussidega sündmuse põhjal, sünteesida teooria ja uuringu tulemusi, teha järeldusi ning ettepanekud koolituste läbiviimiseks. Uurimisstrateegiaks on valitud ülevaateuuring, andmed kogutakse struktureeritud küsimustiku abil ja analüüsitakse. Lõputöö koosneb kahest peatükist, millest esimeses antakse ülevaade gaasibusside kasutamisel tekkivatest ohtudest ja antakse ülevaade PTJ-de koolitusest ning nende hindamisest Päästemeeskonnas. Teises peatükis analüüsitakse küsimustiku käigus kogutud andmeid sh kaardistatakse PTJ-de teadmised läbi gaasibussi liiklusavarii teemalise küsimustiku. Toetudes uuringu tulemustele, tehakse järeldused ja nende põhjal ettepanekud PTJ-de teadlikkuse arendamiseks. Lõputöö uurimistulemusena tehti Päästemeeskonnale järgmised ettepanekud: töötada välja standardtegevusjuhised gaasibussi õnnetuste korral, XVR <i>On-Scene</i> tarkvara simulatsioonikeskkonnas koostada päästesündmus gaasibussi osalemisel ning kasutada seda PTJ-de juhtimiskompetentside arendamiseks, Päästkeskustele korraldada õppused gaasibussi osalemisel.</p>	
Lisad: 2 lisa	
Võtmesõnad: päästetööde juht, metaan, gaasibuss, liiklusõnnetus, teadlikus, juhtimiskompetentside arendamine	
Võõrkeelsed võtmesõnad: rescue team leader, methan, gas bus, traffic accident, mindfulness, incident command competence development	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia raamatukogu	
Töö autor: Oleg Kurilov	
Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjallikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.	
Allkiri:	Kommentaar (soovi korral)
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Kärt Reitel	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Rainer Asuküla	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Häli Allas	Allkiri:

# SISUKORD

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU.....	4
SISSEJUHATUS .....	5
1. GAASIBUSSIDE KASUTAMINE JA PÄÄSTETÖO JUHTIDE VÄLJAÕPPE.....	9
1.1 Ohud gaasibusside kasutamisel.....	9
1.1.1 Gaasibussi kütuseallikas .....	9
1.1.2 Tulekahju tekkimise põhjused gaasibussides.....	10
1.1.3 Gaasibusside erikomponendid .....	12
1.1.4 Gaasibussid Tallinnas .....	14
1.2 Päästetöö juhtide väljaõppe ja juhenddokumendid .....	18
1.2.1 Päästetööde juhtide väljaõppe ja hindamine .....	19
1.2.2 Tegevusjuhendid.....	21
2. TEADLIKKUSE JA TEGUTSEMISE KAARDISTAMINE.....	24
2.1 Uuringu meetodid, protsess ja valim.....	24
2.2 Uuringu tulemused .....	26
2.3 Järeldused ja ettepanekud.....	32
KOKKUVÕTE .....	39
SUMMARY .....	41
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU .....	43
JOONISTE JA TABELITE LOETELU .....	48
LISA 1. GAASISEADMETE PAIGUTAMINE BUSSIDES .....	50
LISA 2. ANKEETKÜSITLUS .....	51

## MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

CNG – Kokkusurutud maagaas (*compressed natural gas*) (Khan, *et al*, 2015, p. 786).

LNG – Veeldatud maagaas (*liquefied natural gas*) (Anderson & Uz, 2015, p. 68).

Metaan (CH<sub>4</sub>) – lihtsaim süsivesinik, mis moodustab loodusliku maagaasi põhiosa (ca 97%) (Talvari, 2006, lk 145).

PMJ – Päästemeeskonna juht.

PTJ – Päästetöö juht.

PÄKE – Päästejuhised keemiaõnnetustel.

## SISSEJUHATUS

Meie planeedi intensiivne kliimasoojenemine muudab kiiresti inimeste elukeskkonda. Euroopa Liidu komisjoni töörühma aruandest tuleneb, et kui kliimamuutusi ei piirata, siis suureneb pöördumatu kliimamuutuste tõenäosus (EL komisjon, 2018, lk 2). Transpordisektor on üks kliimamuutuse mõjutegur, eraldades veerandi kasvuhooonegaaside heitkogusest Euroopa Liidus (EL komisjon, 2018, lk 11), millest 72,8% maanteetranspordist tulenev heide (EL komisjon, 2016).

Eestis koostatakse heitgaasi vähendamiseks arengukavasid. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi „Transpordi ja liikuvuse arengukava 2021- 2035“ mainitakse, et 2035. aastaks soovib Eesti riik vähendada transpordi CO<sub>2</sub>-heidet 1750 kilotonni, mis on 650 kilotonni võrra vähem võrreldes 2018. aastaga (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2020, lk 3). CO<sub>2</sub> heite vähendamise üheks võimalikuks viisiks on alternatiivkütusega sõidukite kasutuselevõtt transpordisektoris. Viimaste aastate jooksul on suurlinnades tõusev trend gaasibusside kasutusele võtt, mille kaudu püütakse vähendada kasvuhooonegaaside heidet. Hetkel on Eestis transpordisektoris kõige levinum alternatiivkütus CNG ehk surumaagaas (*compressed natural gas*) (Khan, *et al*, 2015, p. 786), mis on ka gaasibusside kütuseallikas. Käesolev lõputöö kaardistab päästemeeskonna juhtide teadlikkuse Tallinna ühistranspordis kasutatavate gaasibussi ehitusest ja võimalikest ohtudest gaasibussi õnnetuse korral.

Lõputöö on **aktuaalne**, kuna Tallinna Linnatransport (edaspidi TLT) plaanib suurendamist oma gaasibussiparki, mis omakorda suurendab gaasibussidega juhtuvate õnnetuste toimumiste tõenäosust. TLT alustas busside uuendamise projekt, mille käigus soetati 2020. aastal 100 gaasibusse. Selle projekti raames planeeritakse lähiaastatel soetada kokku 350 gaasibussi, 2021. aasta jaanuaris ehitati suurgaasitankla Tallinnas (Tallinna Linnatransport, 2020, lk 5). Alates 2020. aasta jaanuarist Tartu linnaliinidel sõidab 64 gaasibussi (Tartu Linnavalitsus, 2021). 2022. aasta veebruaris Narva linna bussiliinidele tulid 20 uut gaasibussi (Gobus, 2022).

Teema uurimise vajalikkust ilmneb ka firma „Turu-uuringute AS“ uuringust „Tallinna ühistransport“, mis viidi läbi 2020. aastal Tallinna elanike hulgas, kust selgus, et kõige sagedamini kasutatav ühistranspordiliik on buss, mida kasutab igapäevaselt 36% kasutajatest

(Turu-uuringute AS, 2020, lk 4). Samast uuringust selgus, et Eesti elanike hulgas on busside kasutamine väga populaarne. Mis tähendab, et iga päev liiguvad bussidega tuhanded reisijad. Kui buss sattub liiklusõnnetusesse, siis võib selle käigus tekkida palju kannatanuid. Transpordiameti statistika järgi on Eestis viie aasta jooksul juhtunud 494 liiklusõnnetust busside osalusel (Transpordiamet, 2021).

Välisriikides on olnud liiklusõnnetusi ning tulekahjusid gaasibussidega. Taanis puhkes 2012. aasta 29. juulil tulekahju gaasibussis, põlemise käigus rakendus gaasiballooni kaitseklapp ning ballooni väljus põlev gaasijuga pikkusega 15-20 m. Õnneks jõudsid reisijad ja autojuht evakueeruda põlevast bussist (Andersson & Sundström, 2014, p. 69). 2019. aasta mais sõitis gaasibuss Stockholmi kesklinnas tunnelisse, plahvatas ning põles täielikult maha. Bussis oli ainult bussijuht, kes jäi ellu (From & Wiberg, 2019). 2016. aastal leidis aset kannatanutega õnnetus Göteborgis, kus gaasibussi tulekahju päästetööde käigus plahvatasid temperatuuri mõjul kaks ballooni ning kaks päästjad said vigastada (Hagberg, *et al*, 2016). Göteborgi sündmus ja teised gaasibussidega juhtunud sündmused näitavad, et kui päästetööde juhil (edaspidi PTJ) pole vastavat väljaõpet ja kogemust, võivad tagajärjed olla traagilised.

Antud töö **uudsus** seisneb selles, et autorile teadaolevalt ei ole varasemalt uuritud, millised ohud ja riskid tekivad gaasibussi liiklusõnnetuse korral ja kuidas PTJ-d neid tuvastavad. Sisekaitseakadeemias kaitstud lõputöö raames on koostatud standardtegevusjuhise gaasiga sõitvate sõidukite avariide kohta, eesmärgiga vähendada ohte gaasiga sõitvate sõidukite avariide korral ja tõsta esmareageerijate teadlikkust päästesündmuse lahendamisel (Ehastu, 2018). Lisaks on varasemalt uuritud PTJ-de teadlikkust elektriautode kustutus- ja päästetööde läbiviimiseks (Üprus, 2012). Selles lõputöös keskendutakse PMJ-i teadmiste kaardistamisele, mis on seotud eelkõige päästetööde juhtimisega sündmusel, milles osalevad gaasibussid.

Kuna gaasibussidega võib Eestis õnnetusi juhtuda, siis on PTJ-i esmased otsused sündmuskohal eriti olulised, sest nendest sõltub ohutu ja kiire sündmuse lahendamine. Õigete otsuste tegemine sõltub PTJ töökogemusest ning väljaõppest. Autor püstitab lõputöös **uurimisprobleem**: millised on vajalikud teadmised ja hetkel töötavate PTJ-de kogemused ning oskused, et ohutult ja efektiivselt tuvastada ohud gaasibussidega juhtuda võivatel päästesündmustel?

Uurimisprobleemi lahendamiseks püstitas autor järgmised **uurimisküsimused**:

1. Missugused PTJ-dele mõeldud standardtegevusjuhised, koolitused ja õppematerjalid on Eestis ja välismaal olemas gaasisõidukite avariide lahendamiseks?
2. Millised on PTJ-de olemasolevad teadmised gaasibusside liiklusõnnetuste korral?

Lõputöö **eesmärk** on välja selgitada ja anda hinnang PTJ-de teadlikkuse tasemele gaasibussi õnnetuste korral ning teha ettepanekuid nende juhtimiskompetentside arendamiseks.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud järgmised **uurimisülesanded**:

1. Analüüsida gaasiga sõitvate sõidukitega seonduvaid ohte ja nendega juhtunud sündmusi teoreetiliste allikate baasil.
2. Kaardistada Eestis ja välismaal olemasolevad standardtegevusjuhised, koolitused ja õppematerjalid gaasisõidukite avariide lahendamiseks.
3. Kaardistada ja hinnata PTJ-de teadlikkust gaasibussiga sündmuse põhjal.
4. Sünteesida teooria ja uuringu tulemusi, teha järeldusi ning ettepanekud koolituste läbiviimiseks.

Lõputöö eesmärgi täitmiseks valiti uurimisstrateegiaks kvantitatiivne ülevaateuurimus (*survey*), kus inimeste rühmalt kogutakse andmeid standardiseeritud viisil ja kogutud materjali abil saab kirjeldada, võrrelda ning seletada nähtusi (Hirsjärvi, *et al.*, 2005, lk 125). Andmekogumismeetodina kasutatakse küsimustikku, mis on uuritavatele küsimuste esitamine ja vastuste registreerimiste vorm uurimisprobleemi lahendamise eesmärgil (Õunapuu, 2014, lk 160). Valimi moodustavad esimese ja teise juhtimistasandi PTJ-id. Küsimustik saadeti 106 Põhja päästkeskuse meeskonnavanematele, rühmapealikele ja operatiivkorrapidajatele, neist vastas 30 teenistujad, mis moodustas 28% valimist.

Lõputöö koosneb kahest peatükist, millest esimeses antakse ülevaade gaasibusside kasutamisel tekkivatest ohtudest ning Tallinna ühistranspordis kasutusel olevatest gaasibussidest. Samuti antakse ülevaade PTJ-de koolitusest ja nende hindamisest Päästeametis, olemasolevatest õppematerjalidest ja tegevusjuhistest gaasisõidukite kohta. Lõputöö teises peatükis selgitatakse ja põhjendatakse uurimismetoodikat ning analüüsitakse küsimustiku käigus kogutud andmeid sh kaardistatakse PTJ-de teadmised läbi gaasibussi liiklusavarii teemalise

küsimustiku (käesolev töö lk 44). Toetudes uuringu tulemustele, tehakse järeldused ja ettepanekud PTJ-de gaasibussidega sündmuste lahendamise teadlikkuse arendamiseks.



# 1. GAASIBUSSIDE KASUTAMINE JA PÄÄSTETÖÖ JUHTIDE VÄLJAÕPPE

Käesolevas peatükis antakse ülevaade ohtudest, mis võivad tekkida gaasibusside kasutamisel ja nendega toimunud liiklusavariidest. Samuti kirjeldatakse milline on väljaõpe PTJ-del selliste sündmuste lahendamiseks.

## 1.1 Ohud gaasibusside kasutamisel

Alapeatükis selgitatakse, mis on gaasibussi kütuseallikas ja millised on selle omadused. Samuti antakse ülevaade gaasibusside tulekahjude tekkimise põhjustest, gaasibusside erikomponentidest ja nendega seonduvatest ohtudest bussi kasutamisel. Alapeatüki viimases osas antakse ülevaade TLT-s kasutusel olevatest gaasibussi mudelitest.

### 1.1.1 Gaasibussi kütuseallikas

Gaasibussides kütuseallikana kasutatakse kokkusurutud maagaas, mis koosneb erinevatest süsivesinikest, millest valdav osa on metaan. Kokkusurutud metaan ( $\text{CH}_4$ ) ei ole mürgine ega söövitav, kuid kõrgete kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab inimestel pearinglust ja uimasust ning võimalik on lämbumine hapnikupuuduse tõttu. Kokkusurutud maagaas on õhust kergem – selle auru tihedus õhu suhtes on  $0,6 \text{ kg/m}^3$ . Metaan võib õhuga moodustada plahvatusohtliku segu ja aurustudes on see väga kergesti süttiv - selle plahvatuspiirkond (mahu %) on 4,4...16,5%. (Polikarpus, *et al.*, 2017, lk 311)

Tavatingimuses ei ole maagaasil piisavat energiatihendust võrreldes bensiini- või diiselmootoriga. Kui maagaasist on vaja saada transpordikütust, siis on kaks varianti, millest esimesel juhul maagaasi vedeldatakse jahutamise teel krüogeense temperatuurini ( $-160 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Sellisel viisil saadakse LNG (*liquefied natural gas*) ehk veeldatud maagaas. Teine võimalus on maagaasi kokkusurumine 200-220 baari juures. Antud viisil saadakse CNG (*compressed natural gas*) ehk kokkusurutud maagaas. (Anderson & Uz, 2015, p. 68)

Kokkusurutud metaan on värvitu ja lõhnatu, kuid peab olema lõhnastatud, et selle olemasolu oleks võimalik tuvastada (Saadatmand, *et al.*, 2015, p. 131). Kuna metaan on õhust kergem, siis lekke korral võib see kiiresti tõusta ja atmosfääris hajuda, samas kui propaan ja butaan on

õhust raskemad ning liiguvad maapinna lähedale. Maagaasil isesüttimistemperatuur on 480-650 °C, samal ajal kui bensiinil on see umbes 260-430°C ja diislil 260°C. Metaanil on võrreldes teiste kütustega suur plahvatuspiirkond (4,4-15%). Kui metaani on õhus vähem kui 4,4%, siis segu ei põle kuna see on liiga lahja, ja kui seda on rohkem 15%, on segu liiga rikas ja ka ei põle. Plahvatuspiir on bensiinil vahemikus 1,4-7,6% ja diislil 0,6-7,5%. (Milojevič, *et al.*, 2017, p. 26)

Seega saab kokkuvõtvalt järeldada, et oht gaasibusside kasutamisel on maagaas, mis segunedes õhuga moodustab plahvatusohtliku segu ja väga kergesti süttiv.

### 1.1.2 Tulekahju tekkimise põhjused gaasibussides

Järgnevalt analüüsitakse võimalike tulekahju tekkimise põhjuseid gaasibussides. Chamberlain & Modarres (2005, p. 386) rõhutavad oma kvantitatiivse riskihindamise uuringus, et keskmine eeldatav tuleoht on CNG-bussidel võrreldes diiselmootoriga bussidega umbes kaks korda kõrgem ja kõige ohtlikumad kohad gaasibussidel tulekahju tekkimise mõttes on kaitseklapid gaasiballoonidel, gaasiballoonid ja gaasikütuse torud. Tabelis 1 on toodud surmaga lõppevate õnnetuste põhjused.

Tabel 1. Hukkunutega CNG bussi tulekahjude stsenaariumid (Chamberlain & Modarres, 2005, p. 384; autori koostatud)

Stsenaarium	Protsent koguriskist (%)
Bussi või jaama riistvarakomponentide katastroofiline rike	10,84
Bussi või jaama riistvarakomponentide rike	38,77
Elektrostaatiline rike (lühis)	12,21
Juhuslikud kokkupõrked teiste sõidukitega	21,70
CNG-ga mitteseotud tulekahjud	14,94
Bussijuhi viga	1,54

Süttimise kohtadeks bussides võivad olla mootoriruum, heitgaaside väljalaskesüsteem, rattad jne. Bussid võivad põleda liiklusõnnetuse tagajärjel ning termilise mõju all, näiteks parklates. Antud põhjused puudutavad kõiki busse erineva kütusega: diisel, bensiin ja gaas. Milojevič jt (2017, p. 28) nendivad, et kõige sagedasem tulekahju tekke koht bussides on mootoriruum,

71% kõigist juhtumitest. Kuna enamustel bussidel asub mootoriruum bussi tagaosas, muudab see juhi jaoks tulekahju avastamise raskemaks. Kui gaasibuss satub liiklusõnnetusse, siis suure tõenäosusega gaasitorustik puruneb ja tekib gaasileke. Teiste busside ees on gaasibussidel mõningad eripärad: tulekahju korral võib gaasiküttega bussidel tekkida põleva gaasi juga, gaasiballooni purunemine ja plahvatus (Milojevič, *et al.*, 2017, p. 26).

Nagu ka teistel sõidukitel, on ka gaasibussil kriitilised kohad, kus võib tekkida tulekahju. Milojevič jt (2017, p. 35) tõid välja gaasibussi kasutamise praktika kohaselt tulekahju võimalikud põhjused ja potentsiaalsed süüteallikad (vt tabel 2).

Tabel 2. Tulekahju võimalikud põhjused (Milojevič, *et al.*, 2017, p. 35; autori koostatud)

Asukoht bussis	Süüteallikad
Mootoriruum	Elektrilised, põlevad või tuleohtlikud vedelikud/tahked/gaasid, kuumad pinnad, rihtm, sidurid, turbo tulekahju, heitgaaside tekkide süütamine, katalüsaator
Väljalaskesüsteem	Kõrged temperatuurid, väljalaske leke, väljalasketoru tulekahju, süttimine väljalaskekatted, katalüsaator ja seire süsteemid.
Aku	elektrilised, tuleohtlikud vedelikud/tahkised/, gaasid, kaablid, kaitselülitid, sulavkaitsme rike, korrosioon, ülelaadimine, akukarp
Rattad	Liiga madal rehvirõhk, ülekuumenenud laagrid, rehvi õhuleke, tuleohtlikud vedelikud/tahked ained, kõrge kuumus piduripiirkonnas, teepraht.
Ventilatsiooniõhu soojendamine, konditsioneerimissüsteem	Elektrilised, tuleohtlikud vedelikud/tahked ained/gaasid, kõrge kuumus.
Bussijuhi asukoht	Elektrilised, tuleohtlikud vedelikud/tahked/gaasid, kõrge kuumus, tubaka suitsetamine, prügi kogunemine.
Liigend	Hõõrdumine, prahi kogunemine, elektrikaablid, vandalism, tubaka suitsetamine.
Kütusehoidla (kaasa arvatud katusele paigaldatud balloonid)	Kütuselekked, praht, tuleohtlikud vedelikud/tahkeained/gaasid, kaablid, kaitselülitid, sulavlüli rike, korrosioon, ülelaadimine.
Elektrilised harukarbid	Lühised, elektrilised, tuleohtlikud vedelikud/tahked ained, kaablid, kaitselülitid, sulavlüli rike, korrosioon, hõõrdumine.
Bussi siseruum	Suitsetamine, praht, lambid, korrosioon, kaabeldus, hõõrdumine, mürgistus, vandalism, reklaamid.

Kokkuvõtval saab öelda, et kõige sagedasem tulekahju tekke koht bussis on mootoriruum ja tõenäolisemad süüteallikad on tuleohtlikud vedelikud, kuumad pinnad, elektriseadmed jne.

### **1.1.3 Gaasibusside erikomponendid**

Et mõista paremini gaasibussidega seotud õnnetusi, on vajalik teada gaasibussi erikomponentide ehitust ja sellega kaasneda võivaid ohtusid. Erinevates sõidukites hoitakse kokkusurutud maagaasi teras- või komposiitmahutites (balloonides) rõhul umbes 200 bar ning nende asukoht sõidukites võib olla erinev. Sõiduautol asub gaasipaak tavaliselt pagasiruumi või istmete alla ning neid võib olla üks kuni kolm. Veokil asuvad gaasipaagid juhikabiini lähedal, tavaliselt on nad suured ning neid on üks või kaks. Bussidel on tavaliselt mitu gaasiballooni, mis asuvad enamasti katusel. (Li, 2019, p. 20)

Erikomponentideks loetakse gaasibussidel gaasivarustus: gaasiballoonid, gaasitorustikud, kraanid. Kõige ohtlikum situatsioon tulekahjul inimeste ja päästjate jaoks on põleva gaasijoa tekkimine ja selle pikkus. Sõiduauto kohta tehtud katsed näitasid, et sõiduauto tulekahju korral gaasiballoon, mis on varustatud termiliselt aktiveeritava rõhualandusseadmega ehk termoklapiga avaneb 110 °C kraadi juures, mis toob kaasa gaasi vabanemise ja rõhu languse. Kuna gaasiballooni lähiümbrus on kuum, siis lekkiv gaas võib süttida. Kõige ohtlikum põleva gaasijuga tekib 1-4 sekundit pärast termoklapi avanemist, see võib olla kuni 14 meetrit pikk. (Li & Luo, 2019, p. 8959) 2012. aastal Taanis toimunud gaasibussi tulekahjust tehtud fotolt on näha (vt joonis 1 lk 12), kuidas tulekahju mõjul bussi katuse soojenemisel avanesid termoklapid ja vabanenud maagaasist tekkisid 15-20 meetri pikkused horisontaalsed leegid (Berends, *et al.*, 2012, p. 69).



Joonis 1. Gaasibussist väljunud põlev juga (Andersson & Sundström, 2012, p. 69)

Tschirschwitz jt (2019, p. 7) viisid läbi katsed CNG balloonidega tulekahjuolukorras. Katsetest selgus, et ballooni termoklapi rikke korral võib tekkida märkimisväärne ülerõhk, mis võib tuua kaasa ballooni plahvatuse. Tuvastati, et plahvatuse korral on kildude lendumise kaugus umbes 300 m. Sellest saab autori hinnangul teha järelduse, et CNG bussi põlemise korral on mõistlik määrata ohutsoon minimaalselt 300 m raadiusega.

Li (2019, p. 14) rõhutab, et põlev gaasijuga võib olla erineva suurusega ning et see sõltub lekkeava diameetrist (vt tabel 3). Gaasibussi tulekahju, liiklusõnnetuse või teiste bussi süsteemide rikke korral võib tekkida olukord, kus ülerõhu- ja termoklapp ei hakka tööle, balloon on murdunud või ballooni on tekkinud auk. Nendel juhtudel võib erineva lekkeava diameetri ja gaasi vabanemise kiiruse korral olla põleva gaasijuga erineva leegi pikkuse.

Tabel 3. Erineva tööõhu all olevate surugaaside hinnangulised joa leegi omadused (Li, 2019, p. 14; autori koostatud)

Ava diameeter (mm)	Esialgne vabanemise kiirus (kg/s)	Leegi esialgne pikkus (m)
2,5	0,13	5,6 – 7,3
5	0,62	10,8 – 17,9
10	2,49	18,1 – 35,7

Bussi tulekahju korral on äärmiselt oluline reisijate evakuatsioon. Hiinas on viimaste aastate jooksul leidnud aset mitu sündmust, kus bussi põlemisel mõned reisijad ei olnud võimelised

kiiresti evakueeruma. Tavaliselt on bussid varustatud klaasi purustamiseks mõeldud vahenditega. Isegi selliste vahenditega ja avatud uste korral lapsed, vanad, nõrgad, haiged ja puuetega ning teised haavatavad või paanikas inimesed võivad jääda lõksu põlevasse bussi. Seega põleva bussi edukas evakueerimine on inimeste surma ja vigastuste ärahoidmise eeldus. (Fu & Zhang, 2019, pp. 17-19)

Tulenevalt eespool öeldust võib gaasibusside erikomponentide osas järeldada, et gaasibussi põlemisel on olemas põleva gaasijoa tekkimise oht. Põlev gaasijuga on inimestele väga ohtlik. Päästetöötajatel on vaja teada gaasibussi erikomponentide asukohti ja nende tööpõhimõtteid, et ohutult lahendada sündmusi, mis on seotud gaasibussidega.

#### **1.1.4 Gaasibussid Tallinnas**

Eesti teedel on gaasibusside osakaal tõusmas, gaasibussid on igapäevaselt kasutuses Narvas, Tartus, Pärnus ja Tallinnas. Autor keskendub selles alapeatükis Eesti suurimal gaasibussipargil, et anda ülevaate Eestis kasutatavatest bussidest. Selleks külastas autor koos päästemeeskonnaga bussiparki ning osales gaasibusside tutvumiskoolitusel. Lisaks arutas autor bussipargi esindajaga gaasibusside ohutuse teemal ning tutvus gaasibusside dokumentatsiooniga.

Tallinna Linnatransport teenindab praegu pealinna 200 gaasibussiga ja lähiaastatel tuleb Tallinnasse lisaks veel 150 gaasibussi. Poolas toodetud Solaris firma busse on kahte tüüpi: Solaris Urbino 12 bussid ja Solaris Urbino 18 liigendbussid (vt joonis 2 lk 14). Mahtuvus Urbino 12 puhul on 80 reisijat ja Urbino 18 puhul 140 reisijat. Bussi juhtpaneelil on tulekahju avastamisindikaator. (Tallinna Linnatransport, 2021)



Joonis 2. Solaris Urbino 18 (Tallinna Linnatranspord, 2021)

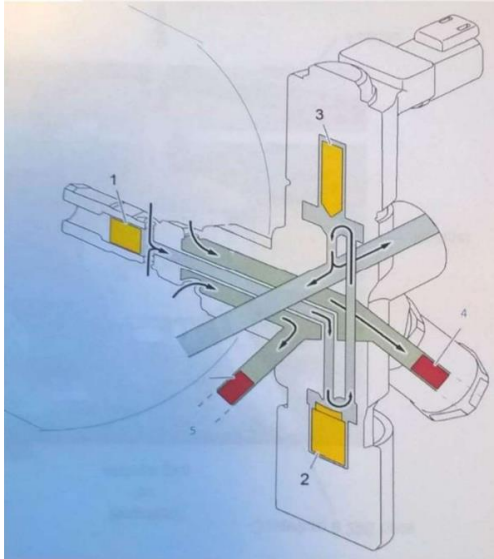
Solaris Urbino 12 ja Solaris Urbino 18 bussidel on viis gaasiballooni, mis asuvad katusel (vt lisa 1 lk 49). Gaasiballoonid on toodetud komposiitmaterjalidest metallist ühendustega (vt joonis 3 lk 14). Ühe ballooni maht on 315 l ja kaal on 91 kg. Balloone testitakse 300 bar-i juures, kuid maksimaalne rõhk ballooni tankimisel on 200 bar. Minimaalne rõhk balloonides on 10 bar, kui ballooni rõhk langeb alla 10 bar-i, siis võib see kahjustada ballooni. Gaasirõhk tuleb kompenseerida ümbritseva õhu temperatuuri suhtes. Kui temperatuur tõuseb ühe kraadi võrra, siis tõuseb ka rõhk ühe bar-i võrra. (Solaris A Caf Group Company, 2020)



Joonis 3. Gaasiballoonid bussi katusel (Solaris A Caf Group Company, 2020)



Igale balloonile on paigaldatud avariiklappide süsteem, mis koosneb neljast erinevalt avanevast klapist (vt joonis 4). Mehaanilise klapi abil saab käsitsi ballooni sulgeda. Elektromagnetiline klapp sulgeb ballooni, kui bussijuht tõmbab võtme süütelukust välja. Olemas on kaks avariiklappi. Termoklapp avaneb 110 °C juures ja on ettenähtud tulekahjul balloonis tekkiva ülerõhu vabastamiseks. Rõhuklapp avaneb, kui rõhk balloonis tõuseb 260 bar-ini. (Solaris A Caf Group Company, 2020)



1- gaasi väljalaske regulaator; 2- mehaaniline klapp; 3- elektromagnetiline klapp; 4- termoklapp; 5- rõhuklapp.

Joonis 4. Gaasiballooni avariiklapp (Solaris A Caf Group Company, 2020)

Bussi parema esiratta juurde on paigaldatud avariiventil, millega saab käsitsi sulgeda gaasitorustiku balloonidest mootorisse (vt joonis 5 lk 16). Seal asub ka sisend tankimiseks ja manomeeter, mille abil saab jälgida gaasirõhku torustikus. (Solaris A Caf Group Company, 2020)





1-sisend tankimiseks; 2- avariiventii; 3- kaane sulgemise andur; 4- manomeeter.

Joonis 5. Avariiklapp (Solaris A Caf Group Company, 2020)

Bussi tagaosas asuvas mootoriruumis paikneb gaasitorustiku väljalaske avariiventii, mille abil saab peale avariiventii sulgemist balloone ja mootori vahelisest torustikust gaas vabastada (vt joonis 6 lk 17). Solaris Urbino 12 ja Urbino 18 gaasibusside mudelitel on mootoriruumi paigaldatud tulekustutussüsteem, mis rakendub, kui temperatuur keskkonnas tõuseb 180 °C-ni. Tulekustutussüsteemi rakendumisel tekib mootoriruumis tihe veeudu, mis kustutab mootoriruumis tekkinud tulekahju. Tulekustutussüsteemi rakendamisest tuleb teade bussijuhi juhtpaneelile. (Solaris A Caf Group Company, 2020)



Joonis 6. Bussi mootoriruumis asuv kõrgsurve keraamiline gaasifilter ja gaasi torustikust väljalaske avariiventil (punane) (Solaris A Caf Group Company, 2020)

Kokkuvõtteks saab tõdeda, et Tallinna Linnatransport ettevõtte soetas pealinna reisijate veo teenindamiseks kaasaegsed bussid. Solaris Urbino gaasibussid on varustatud ohtude maandamiseks vastavate süsteemidega: gaasiballoonidel avariiklapid, tulekustutussüsteem mootoriruumis ja bussi ees olev avariiventil. Bussid on sõiduautodega võrreldes suuremad. Bussis on umbes sada reisijat, nende evakuatsiooniks kulub oluliselt rohkem aega, kui inimeste evakuatsiooniks sõiduautost. Avariiklappide rakendamise kohta gaasibussis teab ainult bussijuht. Kui juhtub liiklusõnnetus ja buss süttib põlema ning bussijuht on teadvuseta, siis sündmuskohale saabuv PTJ peab teadma kuidas antud olukorras tegutseda. Maailmas juhtunud gaasibusside tulekahjud näitavad, et päästetööde juhid peavad teadma kuidas gaasibussidega seotud sündmusi ohutult lahendada.

## 1.2 Päästetöö juhtide väljaõppe ja juhenddokumendid

Alapeatükis antakse ülevaade, millised oskused ja teadmised peavad PTJ-l olema sündmuste lahendamiseks, millised tegurid neid sündmuse mõjutavad, kuidas toimuvad PTJ-de täiendkoolitused ning oskuste hindamine. Alapeatüki teises osas antakse ülevaade Eestis ja mujal maailmas olemasolevatest õppematerjalidest ja tegevusjuhistest, mis on seotud gaasibussiga.

### 1.2.1 Päästetööde juhtide väljaõpe ja hindamine

Päästesündmusele saabumisel satub PTJ otse sündmuse epitsentrisse ja igal hetkel olukord võib muutuda väga kiiresti veel raskemaks olukorraks. PTJ saab ajakriitilises olukorras otsuseid teha ainult intuiitiivselt (kogemuse põhjal) ja/või standardtegevusi kasutades, analüütilise otsuse tegemiseks ei ole aega (Mumma & Tammik, 2017, lk 36). Päästesündmuste lahendamisel mõjub PTJ-le otsuste vastuvõtmisel väga suur pinge, sest sündmuse dünaamiline ja kiiresti muutuv keskkond nõuab õigeid ja tasakaalustatud otsuseid. Sündmuste lahendamise saab jagada etappideks: olukorrateadlikkus ehk sündmuskoha luure ja vastavalt luure tulemustele otsused, planeerimine ning päästejõudude rakendamine käsu kaudu. Selleks, et PTJ saaks täita oma ülesandeid, peab tal olema päästesündmuste lahendamise kogemus ja vastav koolitus. (Lauder & Perry, 2014, p. 144)

Päästeteenistuses eristuvad tehnilised ja mittetehnilised oskused: tehnilised oskused hõlmavad teadmisi protseduuridest, ohtudest ja päästevarustuse oskusliku kasutamist, kuid mittetehnilised oskused hõlmavad otsuste tegemist, suhtlemise oskust ja vaimne vastupidavus. PTJ-i roll nõuab ennekõike mittetehnilisi oskusi ehk võimet tõhusalt juhtida sündmust ja hoida riskid kontrolli all. Samas ei tohi unustada mittetehniliste oskuste koolituse tähtsust. Kokkuvõttes on olemas mitmeid olulisi mittetehnilisi oskusi: enesekindlus, tõhus ja turvaline juhtimine, tõhus otsuste tegemine ja planeerimine, kommunikatsioonivõime, vaimne vastupidavus, olukorrateadlikkus, oskus meeskonnatöök. (Butler, *et al.*, 2020, p. 1)

Päästesündmused on väga erinevad ja ei ole kahte ühesugust sündmust. Päästesündmuse hulka kuuluvad näiteks lennuõnnetus, pinnaltpääste, tulekahju, liiklusõnnetus, õnnetus merel ja teised. Selle tohutu hulga erinevat tüüpi sündmuste juures on võimatu rakendada iga juhtumi lahendamiseks üht valemit. Eduka päästesündmuste lahendamiseks peab PTJ olukorda hindama ning rakendama riskipõhist strateegiat ja koostama sobiva plaani. Seetõttu peaks PTJ-d kogemust saama karjääri varajases staadiumis, et julgelt ja oskuslikult otsuseid teha. PTJ-de sündmuste lahendamise kogemus väheneb, kui sündmuste arv väheneb. (Lamb, *et al.*, 2014, p. 132) Kui vaadata seda gaasibusside vaates, siis PTJ-del Eestis gaasibussidega seotud sündmuste lahendamise praktika praktiliselt puudub.

PTJ on päästeametnik, kes juhib päästetöid ning kellele alluvad kõik päästesündmusel osalevad riigi- ja kohaliku omavalitsuse asutused ning eraõiguslikud juriidilised isikud (Päästeseadus,

2010). PTJ-l peab vastama Päästemeeskonnajuht (edaspidi PMJ), tase 5 kutsestandardile. Standardi järgi teostab ja juhib PMJ päästetöid, kaitstes inimeste tervist, elu, vara ja keskkonda ning abistab neid operatiivselt ja professionaalselt õnnetuste korral. Lisaks hindab ta päästesündmusel olukorda ja võtab päästesündmusel vastu otsuseid ning annab korraldusi päästemeeskonnale ja teistele päästesündmusele kaasatud asutustele ja isikutele. (Allas, *et al.*, 2018) Kutsestandardist tuleneb, et PTJ-i professionaalsust ja tema otsustest sündmuskohal sõltub sündmuse lahendamine.

Tihti hinnatakse PTJ-i pädevust kvantitatiivsete kirjalike ülesannete abil, näiteks valik vastustega testide abil. Kui luua väljaõppe, kus PTJ satub olukorda, kus ta peab dünaamiliselt areneval sündmusel võtma vastu otsuseid ajapuuduse ja teiste asjaolude mõju all, siis PTJ suudab näidata kõiki oma operatiivjuhtimise oskusi. (Lamb, *et al.*, 2020, pp. 2-3) Selleks sobivad hästi kiiresti arenevad kaasaegsed arvutiprogrammid.

2016. aastal töötati Sisekaitseakadeemia välja täiendkoolituse programmi, mis on mõeldud PTJ-de arendamiseks ja hindamiseks. Antud täiendkoolituse programmi aluseks on ajakriitilises olukorras otsustamise mudel SPAR (*Situational Awareness, Plan, Action, Review* ehk olukorra teadlikkus, plaan, tegevus, ülevaade). PTJ-de hindamine toimub virtuaalkeskonnas, kus PMJ-ti hinnatakse läbi päästesündmuse lahendamise virtuaalkeskonnas. Selleks kasutatakse XVR *On-Scene* tarkvara, mille abil saab visualiseerida PTJ-dele mõeldud päästesündmuseid virtuaalkeskonnas. PTJ-de hindamisel kasutatakse värvide süsteemi: roheline tähendab suurepärase, kollane tähendab, et vastab kutsestandardile, ja punane, et on liiga palju puuduseid ning vajadus teadmiste arendamiseks. Virtuaalses simulatsioonis ja stsenaariumipõhises koolituses ning hindamises osalenud PTJ-de tagasiside näitas, et virtuaalkeskond pakub läbi erinevate päästesündmuste stsenaariumide läbimängimise, arendada oma oskusi ajakriitilises olukorras taktiliste otsuste vastuvõtmisel ja päästesündmuse lahendamise järgmiste sammude planeerimisel. (Polikarpus, *et al.*, 2020, pp. 195-226)

PTJ-i täiendkoolitusel „Veoautoga toimunud liiklusõnnetuse järgsed päästetööd koolitus“ antakse lühike ülevaade, kuidas tegutseda gaasiveoki liiklusõnnetuse korral. Gert Tederi „Päästejuhised liiklusõnnetuste tagajärgede kõrvaldamisel“ raamat annab mõned juhised ja mõningat informatsiooni gaasiautode, gaasiveokite ja gaasibusside kohta (Teder, 2015, lk 42).

TLT koostöös Päästeametiga korraldavad koolitusi TLT garaažis, kus Tallinna päästekomandode isikkoosseisudele räägitakse gaasibusside ohtudest, kuidas tegutseda hädaolukorras ja näidatakse olulisemad kohad gaasibussidel. 2021 aastal läbis koolituse ca 150 päästjat Kesklinna, Lilleküla, Nõmme ja Lasnamäe päästekomandost (Raidna, 2022).

Kokkuvõtteks võib PTJ-de väljaõppe ja hindamise osas järeldada, et päästesündmustel peavad PTJ-d otsuste vastuvõtmisel arvestama suure pingega kiiresti muutuvast keskkonnas, mis eeldab põhjalikku väljaõpet. Selleks on vaja korralikku väljaõpet. Oskuste arendamiseks läbivad PTJ-d virtuaalkeskkonnas täiendkoolitusi, mille käigus lahendatakse erinevaid päästesündmusi sh hinnatakse nende juhtimisoskusi.

### **1.2.2 Tegevusjuhendid**

Selles alapeatükis tuuakse välja standardtegevusjuhised Eestis ja teistes riikides, mis on mõeldud päästemeeskondadele tegutsemiseks sündmustel, kuhu on kaasatud gaasiga sõitev sõiduk.

Minnes tegevusjuhendite juurde on olemas Kristjan Ehastu Sisekaitseakadeemias kaitstud lõputöö „Standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariide korral“. Kristjan Ehastu koostas oma lõputöö raames tegevusjuhised, kuidas tegutseda gaasiga sõitvate sõiduautode avariide korral, töös vaadeldi kahe stsenaariumi järgi osaleb gaasiga sõitev sõiduauto liiklusõnnetuses, mille tulemusena gaasileke. Teises stsenaariumis toimub gaasiauto põleng. Välja töötatud tegevusjuhised aitavad PTJ-del antud olukorras ohutult tegutseda. Sisekaitseakadeemias kasutatakse tegevusjuhiseid õppeprotsessis, et õpetada päästeteenistuse kadettidele, kuidas tegutseda mõlema stsenaariumi korral. Kristjan Ehastu lõputööst selgus, et PTJ-dele ei piisa ainult tegevusjuhiste lugemisest, vaid on vaja teha ka praktilisi koolitusi, mille käigus näidatakse ära gaasiauto komponendid nagu ventiilide, balloone, klapide ja muude oluliste osade asukohad (Ehastu, 2018, lk 35).

Praegu on igas põhiautos materjal „Päästejuhised keemiaõnnetustel“ (edaspidi PÄKE), mille abil saab leida informatsiooni ohtliku gaasi omaduste kohta. Samamoodi on PÄKE-s taktikalised ja meetodilised juhised keemiasündmuse lahendamiseks ning ohtlike ainete ohukaardid, mille abil saab tuvastada aine ohud, omadused, mõju tervisele. Samuti on igal PTJ-l olemas isiklik abivahend ehk väike mugav raamat, mis on koostatud I ja II tasandi päästetööde

juhtidele ja mis sisaldab rusikareegleid ning juhendeid pääste- ja kompleksündmuste lahendamiseks. Antud abivahendis on informatsioon gaasibusside kohta ainult märgistuse (piktogramm) kohta: mis on bussis kasutatav kütus ja kus bussi korpusel märgised paiknevad (Päästeamet, 2019, lk 53-57).

Varasemalt on uuritud, kuidas Euroopa riigid ja Põhja-Ameerika päästeüksused teostavad päästetöid õnnetuste korral, kus osalevad gaasisõidukid. Toetudes õnnetuste analüüsidele, statistikale ja valdkonna teaduskirjandustele, on välja töötatud ja kasutusse võetud tegevusjuhised gaasisõidukite osalusel toimunud liiklusõnnetustele reageerimiseks. Antud teemaga tegelevad päästeteenistused Euroopa ja Ameerika riikides. (Stenius, *et al.*, 2020, p. 6) Gaasiga sõitvate sõidukite kustutamise taktika on riigiti erinev (vt tabel 4 lk 22).

Kui vaadelda erinevusi ja sarnasusi välisriikide tegevusjuhiste vahel saab tõdeda, et kõik tegevusjuhised põhinevad kogutud kogemustel. Üldiselt on erinevate riikide tegevusjuhiste vahel rohkem sarnasusi kui erinevusi. Põhised tegevused on järgmised: kütuse tüübi määramine, ohuala määramine, sõidukis viibijate evakuatsioon, sõiduki mootori seiskamine ja sõiduki tulekahju või gaasilekke likvideerimine. Suurt tähelepanu pööratakse kütuse liigi märgistusele gaasisõidukitel. Saksa, Poola ja Prantsusmaa tegevusjuhiste järgi peab gaasisõidukite liiklusõnnetuste korral ohuala olema 50 m. Rootsi tegevusjuhise järgi määratakse ohuala järgmiselt: 10 m on keeluala ja 15 m ohuala. Kui gaasibussil on gaasilekke balloonist, määravad hollandlased ohutsoon 25 m ja päästeautod paigutatakse 50 m kaugusele. Rootsi juhendis määratakse gaasi põlevjoa pikkuseks 6 m, kuid Hollandi metoodikas on see 15-20 m. Hollandi tegevusjuhises soovitatakse põlevaid gaasibusse kustutada bussi eest või tagant, et põlev gaasijuga ei ohustaks päästjaid. (Stenius, *et al.*, 2020, p. 50)

Tabel 4. Ülevaade tulekustutusrännaku suunast gaasisõidukitulekahjudel (Stenius, *et al.*, 2020, p. 51; autori koostatud)

<b>Tulekustutusrännaku suund</b>	<b>Riigid, mille tegevusjuhistes on suund soovitatav</b>	<b>Riigid, mille tegevusjuhistes ei ole suund soovitatav</b>
Sõiduki eest	Holland (bussi tulekahju korral) Rootsi	Holland USA Prantsusmaa
Sõiduki tagant	Holland (bussi tulekahju korral)	Prantsusmaa Itaalia Poola Rootsi USA
Sõiduki küljelt (mitte paagi poolt)	Prantsusmaa Rootsi	Holland Poola USA
Sõiduki küljelt (paagi poolt)	Prantsusmaa Rootsi (bussi tulekahju korral)	Holland USA
Sõidukist diagonaalsuunast eest	Prantsusmaa Poola Holland Rootsi USA	
Sõidukist diagonaalsuunast tagant	Poola Holland USA	Prantsusmaa Rootsi

Kokkuvõtvalt saab järeldada, et paljudes riikides on välja töötatud ja kasutuses tegevusjuhised gaasibusside õnnetuste korral. Tegevusjuhistes esineb erisusi kustutusrännaku suuna ja ohuala määramise suuruse osas, mis tuleneb sellest, et tegevusjuhiste koostamisel lähtuvad riigid oma varasematest kogemustest. Autorile teadaolevalt on Eestis koostatud tegevusjuhised, kuidas tegutseda gaasiga sõitvate sõiduautode avariide korral, milleks on Kristjan Ehasu lõputöö „Standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariide korral“. Eestis PTJ-dele mõeldud põhjalikke õppematerjale, juhiseid või koolitusi gaasibusside kohta autor ei leidnud.

## 2. TEADLIKKUSE JA TEGUTSEMISE KAARDISTAMINE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on välja selgitada, kaardistada ja hinnata PTJ-de teadlikkuse taset õnnetustes, kus osalevad gaasibussid. Selle eesmärgi saavutamiseks viis autor läbi küsitluse (*survey*) esimese ja teise tasandi PTJ-de seas. Esimene alapeatükk sisaldab andmeid uurimismeetodi, valimi ja uuringu protsessi kohta. Teises alapeatükis esitatakse uuringu tulemused ja analüüs. Kolmandas alapeatükis teeb autor uuringu tulemuste kohta järeldusi ja ettepanekud PTJ-de gaasibussidega sündmuste lahendamise teadlikkuse arendamiseks.

### 2.1 Uuringu meetodid, protsess ja valim

Antud lõputöö on kvantitatiivne empiiriline uurimistöo, mille uurimisstrateegiaks on valitud ülevaateuuring (*survey*), mis on respondentide küsimustikule vastuste kogunemine ja analüüs, sest küsitlusi loetakse sobivaks populatsiooni konkreetsete parameetrite hindamiseks (Kelley, *et al.*, 2003, p. 261). Andmekogumismeetodiks valiti struktureeritud valikvastustega küsimustik, sest selle abil on võimalik kaasata palju inimesi ja küsida palju konkreetseid küsimusi (Hirsjärvi, *et al.*, 2005, lk 182). Sellisel andmekogumise meetodi puuduseks on kadu ehk vastamata jäänud küsimuste hulk võib olla suur (Hirsjärvi, *et al.*, 2005, lk 182). Valim moodustati suunatud valimi (*purposive sample*) põhimõttel esimese ja teise tasandi PTJ-dest lähtudes autori kogemustest ning eriteadmistest konkreetsest sihtrühmast. Valim valiti sellel viisil oluliste andmete saamiseks, mida ei saaks teistelt inimgruppidele nii hästi kätte. Ettekavatsetud valimi kasutatakse, kui konkreetne sihtgrupp on uurimise keskmes. (Teddlie & Yu, 2007, p. 80)

20.03.2022 seisuga töötas Põhja päästkeskuses 106 esimese ja teise juhtimistasandi teenistujat ehk meeskonnavanemat (84), rühmapealikku (12) ja vanemoperatiivkorrapidajat (10) (Kasetalu, 2022). Sihtgruppi teenistujate teadmiste kaardistamiseks ja hindamiseks koostas autor andmete kogumiseks struktureeritud küsimustiku (käesolev töö lk 48). Küsimustik koostati suletud valikvastustest, kusjuures mõne küsimuse juures oli vastajal võimalus täiendada oma vastust vabas vormis. Küsimustik sisaldas 15 küsimust, mis olid jagatud kolme osasse. Esimene osa ehk üldküsimused koosneb neljast küsimusest, mille abil selgitati välja vastaja ametikoht, tööstaaž Päästeametis, gaasibussidega seotud sündmuste kogemus ja sellega seotud koolitustel osalemine. Küsimustiku teine osa koosneb neljast küsimusest, mis



puudutavad gaasibussi konstruktsiooni iseärasusi (käesolev töö lk 10-16). Küsimustiku kolmandas osas on seitse küsimust, kus vastaja ülesandeks on lahendada päästesündmus: gaasibussi ja trammi kokkupõrge kesklinnas (käesolev töö lk 17-19). Küsimustikule oli lisatud pildid, mille abil vastaja näeb, milline on olukord sündmuskohal. Küsitlus viidi läbi internetis, kasutades selleks Google Forms veebipõhist tarkvara.

Küsitluse esimene etapp oli pilootuuring, milles autor viis läbi 07.02.- 13.02.2022 (vt tabel 5). Pilootuuringu sihtgrupp oli Ida päästkeskuse erinevate komandode kümme PTJ-i (meeskonnavanemad, rühmapealikud ja vanemoperatiivkorrapidajad). Pilootuuringu eesmärk oli saada tagasisidet autori poolt koostatud küsimuste sõnastuse arusaadavuse ja Google Forms tarkvara kasutamismugavusele ning selgitada välja vastamiseks kuluv aeg. Saadud tagasiside põhjal sõnastati osa küsimusi ümber ja vahetati välja mõned pildid.

Tabel 5. Uuringu läbiviimise etapid (Tammik, 2019, lk 39; autori koostatud)

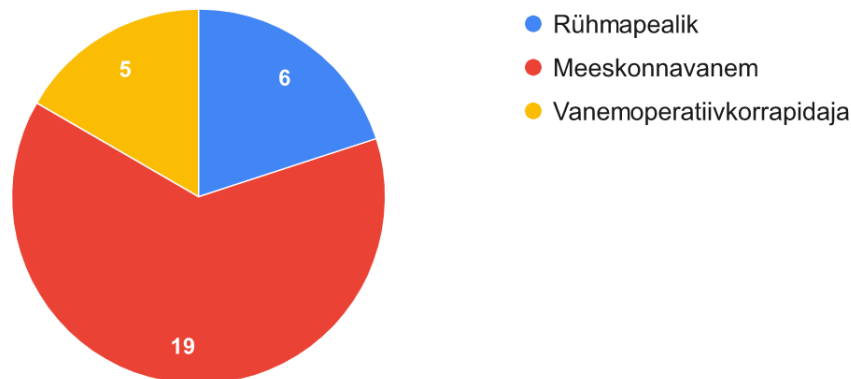
Etapid	Ajavahemik
Uurimistöö teoreetilise osa koostamine ja analüüs	15.09.2021- 23.01.2022
Valimi väljaselgitamine	Jaanuar 2021
Küsimustiku koostamine, tuginedes uuringu teoreetilisele analüüsile ja teadusallikatele	06.01.2022- 11.02.2022
Pilootuuringu läbiviimine	14.02.2022- 20.02.2022
Pilootuuringu tulemuste analüüs ja küsimustiku korrigeerimine	21.02.2022- 27.02.2022
Põhiuuringu läbiviimine	28.02.2022- 20.03.2022
Meeldetuletuste saatmine	09.03.2022, 14.03.2022

Teine etapp oli põhiuuringu läbiviimine ajavahemikul 28.02.–20.03.2022. Valimist, kelleks oli 106 Põhja päästkeskuses esimese ja teise juhtimistasandi teenistujat (meeskonnavanemad, rühmapealikud ja vanemoperatiivkorrapidajad), vastas küsitlusele 30 teenistujat, mis moodustas 28% kogu valimist. Pärast põhiuuringu läbiviimist ehk ankeetküsitluse sulgemist laeti Google Forms'i keskkonnast kogutud statistilised andmed alla. Andmeanalüüsi meetodina kasutati kirjeldavat ja üldistavat statistikat, mille abil saab uuringu käigus kogutud andmeid kirjeldada ja teha nende põhjal järeldusi. Kirjeldav statistika on ammendav, kuna sisaldab nii kokkuvõtvat statistikat kui ka graafilist statistikat (Gissane, 1998, p. 267). Saadud

andmete analüüsimiseks kasutati Google Forms tarkvara. Autor koostas Google Forms tarkvara abil erinevad diagrammid. Nende abil saab paremini analüüsida ja ilmestada saadud andmeid. Küsimustikus oli kaks avatud küsimust, mõne küsimuse juures said vastajad lisada oma arvamuse või märkuse. Need küsimused olid järgmised: „Kui suur peab olema ohutsoon?“, „Mis ohud võivad antud sündmusel tekkida?“. Saadud tulemuste põhjal tegi autor järeldused ning ettepanekud koolituste läbiviimiseks.

## 2.2 Uuringu tulemused

Seisuga 20.03.2022 töötas Põhja päästkeskuses 106 esimese ja teise juhtimistasandi teenistajat ehk meeskonnavanemat, rühmapealikku ja vanemoperatiivkorrapidajat (Kasetalu, 2022). Kogu valimist (106 teenistajat) vastas 30 inimest (28% valimist). Struktureeritud küsimustikule vastas 19 meeskonnavanemat (63%), 6 rühmapealikku (20%) ja 5 vanemoperatiivkorrapidajat (17%).



Joonis 7. Vastajate osakaal ametikohtade lõikes (autori koostatud)

Jooniselt 7 on näha, et suurem osa vastajatest on meeskonnavanemad. Neid on sihtgrupis 83 (79%), rühmapealike on 12 (11%) ja operatiivkorrapidajaid oli 10 (10%).

Küsimustiku esimese osa eesmärk oli välja selgitada vastajate tööstaaž, ametikoht Päästeametis, nende osalus gaasibusside liiklusõnnetustel ning see, kas neile on pakutud gaasibusside kohta toetavaid õppematerjale, koolitusi või õppusi. Vastajate keskmine tööstaaž päästetööde juhina oli 19 aastat. Kõige madalama tööstaažiga oli üks meeskonnavanem, kelle puhul oli see kaks aastat, ja kõige suurema tööstaažiga oli üks meeskonnavanem, kelle puhul

oli see 36 aastat. Suurem osa vastanud teenistujatest on suure kogemusega päästetööde juhtimise osas. Vastanud teenistujate hulgas oli kõige rohkem 16-25-aastase staažiga PTJ-e.

Tabel 6. Teenistujate jagunemine staaži ja ametikoha järgi (autori koostatud)

Tööstaaž	Meeskonnavanem	Rühmapealik	Vanemoperatiivkorrapidaja
1-5 a.	3		
6-10 a.	2	1	
11-15 a.	2		
16-20 a.	6	2	1
21-25 a.	5	1	3
26-30 a.	2	2	1

Küsimusele „Kas Teie praktikas on olnud päästesündmusi, mille üheks osapooleks oli gaasibuss?“ 28 küsitletut (93%) vastas, et ei olnud, ja kaks (7%) teenistujat vastasid, et on osalenud gaasibussiga päästesündmuse lahendamisel. Kuna TLT bussipargi uuendamise projekti raames soetati 2020. aastal 100 bussi, siis gaasibusside arv tol ajal ei olnud suur või ei ole toimunud selliseid sündmusi, mis oleks vajanud pääste sekkumist. Seega võib väita, et gaasibusside osalusel liiklusõnnetuste lahendamise kogemustega päästetöötajaid on vähe, vastanutest vaid kaks omasid kokkupuudet gaasibussiga päästesündmuse lahendamisel.

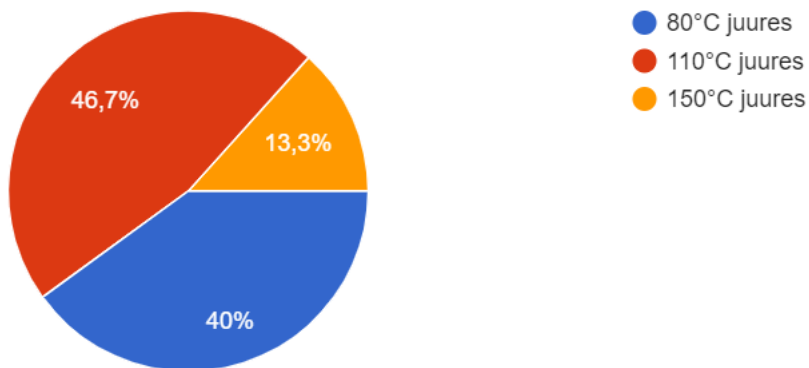
Küsimustiku vastajatelt uuriti, kas neile on pakutud gaasibusside osalemisel sündmuste lahendamist toetavaid materjale, koolitusi või õppusi. Vastajatel oli võimalus vastata „ei“ või „jah“, ning „jah“ vastuse korral oli võimalik kirjutada, mis materjale või koolitusi pakuti. 12 (40%) vastasid, et gaasibussi teemalisi materjale ja koolitusi neile pakutud pole. Enamik vastajatest (17, 56%) kirjutasid TLT koolitusest, kus TLT turva- ja ohutuseksperit Raoul Raidna viis läbi gaasibusside tutvumiskoolituse. Sellel koolitusel näidati osalejatele gaasibusside olulisemad kohad ja arutati, kuidas käituda sattunud liiklusõnnetusse gaasibussiga. Üks meeskonnavanem lisas, et „kõige ohtlikum on meie jaoks õnnetus CNG-bussi tagaosas (kus on kõik juhtimisseadmed ja kõik gaasitorud). Balloonid ise on katusel, kuid sel juhul ei saa me gaasivoolu katkestada“. Antud meeskonnavanema väide näitab, et TLT koolitus arendas PTJ-de teadlikkust gaasibusside temast.

Küsimustuku teise osa eesmärk oli välja selgitada, kas PTJ-d tunnevad gaasibusside seadmete ehituse iseärasusi, kuna see on oluline eeldus gaasibusside osalusel päästesündmuste ohutuks ja efektiivseks lahendamiseks.

Küsimuse „Kus asuvad gaasiballoonid gaasibussis?“ vastusevariandid olid: „gaasibussi esiosas“, „gaasibussi salongi põranda all“ ja „mõlemad variandid on valed“. Kõik teenistujad 30 (100%) valisid viimase variandi ja see on õige vastus. Autor viis läbi pilootküsitluse Ida päästkeskuses meeskonnavanemate ja rühmapealike seas. Nendest 3 (30%) vastasid, et gaasibussis balloonid asuvad põranda all. Ülejäänud 7 (70%) teenistujad valisid vastuse „mõlemad variandid on valed“.

Küsimusele „Kas väide „Iga gaasiballooni avariiklappil on kaks klappi: rõhuklapp ja termoklapp“ on...“ 19 (63%) teenistujat vastasid, et see väide on tõene. Rõhuklapp ja termoklapp on ohutuse seisukohast gaasiballoonide juures olulised komponendid. Nende avanemine osutab ohuolukorrale ja klappide avanemisel võib olukord sündmuskohal oluliselt muutuda. 11 (37%) vastajat arvasid, et see väide on väär. Valesti vastas 9 meeskonnavanemat, 1 rühmapealik ja 1 operatiivkorrapidaja.

Uuringu vastajatelt küsiti „Mis temperatuuri juures avanevad gaasiballooni termoklapid?“ (vt joonis 8 lk 28) ja 14 (47%) vastanutest arvasid õigesti, et gaasiballooni termoklapp avaneb 110 °C juures. Nendest 8 olid meeskonnavanemad, 5 rühmapealikud ja 1 vanemoperatiivkorrapidaja. Teised teenistujad 12 (40%) vastasid, et termoklapp avaneb 80 °C juures ja nendest oli kõige rohkem meeskonnavanemaid. Kõige vähem neid teenistujaid, kelle arvamusel termoklapp avaneb 150 °C juures. Selle vastuse andsid 4 (13%) vastanut: 2 meeskonnavanemat ja 2 operatiivkorrapidajat. Mis temperatuuri juures avaneb termoklapp on väga oluline info, sest PTJ peab gaasibussi põlemisel gaasiballoonide temperatuuri tõusu jälgima põhiautos oleva termokaamera abil. Seega õigesti vastas 14 (46%) vastajat, klappid avanevad 110 °C juure, valesti 16 (54%) vastajat.



Joonis 8. Vastanute osakaal gaasiballooni termoklappide avanemise temperatuuri kohta (autori koostatud)

Küsimusele „Mis võib juhtuda, kui tulekahju levib ballooni juurde?“ vastati kõige rohkem, et tulekahju korral avariiklappide avamisel võib tekkida põlev gaasijuga (28 vastajat, 93%), aga samuti, et gaasiballoonid võivad plahvatada (19 vastajat, 63%). Küsimustikus olid lisaks vastusevariandid: „Gaasibussides kasutatakse mittepõlevat gaasi“ ja „Mitte midagi ei juhtu, sest kaasaegsetel gaasibussidel on balloonid tulekahju eest kaitstud“. Keegi teenistujatest ei arva, et gaasibussides kasutatakse mittepõlevat gaasi. Üks vanemoperatiivkorporaator arvab, et gaasibussidel on balloonid tulekahju eest kaitstud. Ometi ei vasta see tõele. Gaasibussi tulekahju korral, kui põleng toimub gaasiballoonide juures, võib esineda ballooni plahvatus või mingil hetkel avariiklappide avanemine ja põleva gaasijoa teke.

Küsimustiku kolmanda osa eesmärk oli kaardistada ja hinnata PTJ-de teadlikkuse gaasibussi ja trammi kokkupõrge päästesündmuse põhjal. Antud osa aitab mõista: kuidas Põhja päästkeskuse PTJ-d saavad hakkama gaasibussi liiklusõnnetuse lahendamise ja milliseid ohte nad suudavad tuvastada.

Kolmanda osa esimeses küsimuses saab PTJ väljakutse info: „Olete valves meeskonnavanemana päästemeeskonnaga 1+3 ja saate järgmise väljakutse: aste 2, Tallinna kesklinnas Toru tn ja Kooli tn ristmikul toimus kokkupõrge gaasibussi ja trammi vahel. Sõidu ajal saate aru, et jõuate esimesena sündmuskohale. Mis otsused teete teel sündmuskohale?“ Küsimuses anti esmane info sündmuse kohta. Enamik PTJ-dest (29, 97%) andsid teel sündmuskohale päästjatele korralduse panna selga hingamisaparaadid ja teostada kohale saabumisel põhiliini hargnemine (21, 71%). 28 (93%) teenistujat võtavad luurele kaasa

põhiautodel oleva gaasianalüsaatori Dräger X-AM 2500. Küsimuses kirjeldatakse, et tegemist on teise astme sündmusega ja küsimuse vastuste valikus oli ka astme tõstmine kolmandale astmele, et sündmuskohale kaasata veel rohkem päästeressursse. Sündmuse astme tõstmist teiselt kolmandaks valis 16 (53%) PTJ-i. Üks meeskonnavanem ja üks vanemoperatiivkorporidaja lisasid, et korralduste ja otsuste tegemiseks oleks vaja rohkem lisainfot. Kaks teenistajat ei osanud öelda, mis otsused nad teel antud sündmusele teeksid.

Järgmine küsimus oli „Jõuate sündmuskohale ja näete pilti. Mis tüüpi kütusega buss sõidab?“ ja sellele oli autori poolt lisatud kaks pilti (käesolev töö lk 49), mille järgi vastajad peaksid tuvastama, mis kütusega sõitva bussiga on tegu. Kui vaadata pilte, siis bussi taga akna all oli näha tähed CNG (vt lisa 2 pilt 1). 23 (76%) PTJ-dest vastasid, et tegemist on kokkusuurutud maagaasiga sõitva bussiga. Üks vastaja arvas, et buss kasutab butaan-propaan veeldatud segu. Üks vastaja pakkus, et see on hübriidbuss. Kaks vastasid, et tegemist on veeldatud maagaasiga sõitva bussiga. Kolm (10%) PTJ-i ei tuvastanud, mis bussiga on tegemist. Seega õigesti vastas 23 (76%) vastajat, valesti 7 (24%) vastajat.

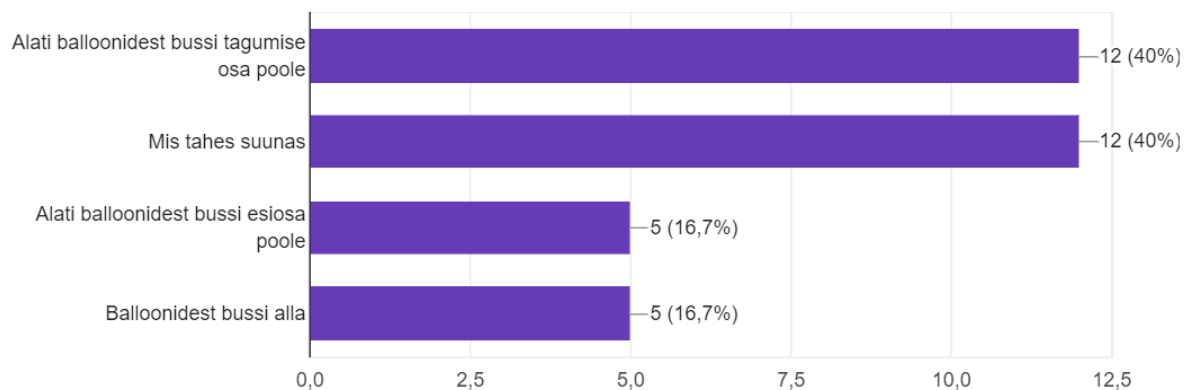
Kuna sündmuskohal põrkasid kokku gaasibuss ja tramm, siis PTJ-d pidid määrama ohutsooni. Küsimusele „Kui suur peaks olema antud olukorras ohutsoon (m)?“ autor sai vastuseks palju erinevaid vastuseid, mis oli vahemikus 20- 300 m. Sündmuskoht on südalinnas ja nii suurt ohuala raske määrata. Kõige sagedasem vastus (33% vastanutest) oli, et antud sündmusel peab ohutsoon olema 50 m. Ohutsooni raadiusega 50 m ja vähem (20-50 m) määrasid 59% teenistujatest. Mõned vastajad märkisid, et linnas on see reaalselt teostatav ohutsooni raadius. Suurema ohutsooni, 100 m ja rohkem (100-300 m) moodustasid 40% vastajatelt. Ohutsooni suurendamise põhjuseks nimetati plahvatusohtu ja kildude lendamisraadiust 200 m.

Küsimus „Mis ohud võivad tekkida antud olukorras?“ on oluline, sest ohtudest lähtudes koostab PTJ oma plaani sündmuse lahendamiseks. PTJ-d pakkusid palju ohtusid, mis võivad antud olukorras tekkida. Tegemist on gaasibussiga ja kõige rohkem mainiti plahvatusohtu (15 vastajat, 51%), seejärel tulekahju tekkimist ja süttimisohtu, mille valis 14 (48%) vastajatelt. Sündmusel osales tramm ja 10 (34%) PTJ-i märkisid elektrilöögi ohtu. PTJ-de arvamusel on antud olukorras oht ka põleva gaasijoa tekkeks, aga seda ohtu mainisid ainult 3 (10%) vastajat. Üks vastaja märkas, et kuna tegemist elektripingega trammis ja trammiliinides, siis ei saa sündmuse algfaasis veega jahutada ja kustutada liiklusõnnetuse sattunud sõidukeid. Sellest

tingituna on raskendatud ka inimeste evakuatsioon ja päästmine avariilistest sõidukistest kasutades hüdraulilisi päästevahendid. Inimeste evakuatsiooni mainis ainult üks PTJ. Inimeste evakuatsioon on esimene ja kõige tähtsam tegevus antud sündmusel. Teised PTJ'd tegid märkusi, sündmuskohale tekkivast liiklusummikust ja segavatest pealtvaatajatest.

Küsimustikus uuriti vastajatelt, mis tegevused peavad PTJ'd tegema antud sündmusel ohtude maandamiseks. Kõige sagedasem vastus oli võtme eemaldamine süütelukust, mida teeks 17 (56%) PTJ-dest. See on oluline tegevus, sest kui tõmmata võti süütelukust välja, sulgub gaasiballoonil asuv elektromagnetiline klapp ja gaasi pealevool gaasitorustikku katkeb. Suurem hulk teenistujaid ehk 23 (76%) leiab, et bussil sulgeb selle avariiklapp. Avariiklappi sulgemisega suletakse gaasi pealevool läbi torustiku gaasiballoonidest mootorisse. Kuid samas mitu PTJ-i (6 vastajat, 20%) arvavad, et ohtude maandamiseks ei ole vaja teha midagi. Kui bussi mootor ei tööta, siis sulguvad klapid gaasiballoonidel automaatselt, arvasid nemad, kuid see väide on vale. Valesti vastas vastanutest 6 (20%).

Järgmise küsimuse eesmärk oli välja selgitada, kuidas PTJ-d tegutseksid edasi bussi katusel tulekahju tekkimisel. Visualiseerimiseks oli küsimusele lisatud kaks pilti. Vastanutest 19 (63%) määraksid bussi keelualaks ja suurendaks ohuala. 14 (46%) PTJ-i kasutaks lafeti gaasibussi kustutamiseks. Seda tegevust võib pidada õigeks, sest kustutamine toimub eemalt ja päästjad on seejuures ohutus kauguses. Esines ka neid, kes teostaks vahurünnaku vahugeneraatoriga (9 vastajat, 30%) või kustutusrünnak käsijoatoruga (3 vastajat, 10%) bussi katusele kasutades jätkredelit, mille puhul peaks päästjad töötavad bussi katusel või selle vahetus läheduses. Antud sündmusel on töötamine gaasibussi katusel eriti ohtlik, sest tegemist on kergesti süttiva gaasiga ja paljude muude ohtudega. Mitte ükski teenistuja ei valinud vastus „gaasibussides kasutatakse mittepõlevat gaasi“. Antud küsimuses vastajatel oli võimalus lisada oma märkusi. Üks teenistuja kirjutas märkusesse vastuse „vahurünnaku ilma jätkredelita“, mis tõstaks võrreldes katusel või redelil töötamisega päästjate ohutust oluliselt. Samas pakuti ka välja „kustutada eemalt“ ja „lasta ballooni tühjaks põlema“. Õige vastuse andis 14 (46%) PTJ-i, 12 (40%) vastasid valesti, osaliselt vastas õigesti 14%.



Joonis 9. Vastajate arvamus kõige tõenäolisemast põleva gaasijoa suunast (autori koostatud)

Küsimustikus kirjeldatud sündmusel gaasibussi ja trammi kokkupõrke tagajärjel süttis bussi katus gaasiballoonide juures põlema avatud leegiga. Kui liiklusõnnetusel on gaasiballoonid või gaasitorustik katki ning gaasiballooni või torustiku lähikeskkond on kuum ja mingil hetkel selle tagajärjel lekkiv gaas süttib, võib tekkida põlev gaasijuga. Küsimustiku piltidel on näha, et bussi keskosa on murdunud. Gaasibussi katuse keskosas asuvad gaasiballoonid ja ilmselt on need vigastatud. Selles olukorras on suur tõenäosus, et põleva gaasijoa suund võib olla igas suunas. Selle vastuse valisid 12 (40%) PTJ-i (vt joonis 9). Sama arv 12 (40%) vastas, et kõige tõenäolisem põleva gaasijoa suund on alati balloonidest bussist taha. Alati balloonidest bussi esiosa poole valisid 5 (16%) teenistajat ja 5 (16%) valis gaasijoa suunaks balloonidest bussi alla. Kui PTJ ei tuvasta, kas gaasiballoonid või gaasitorustik on vigastatud, siis sündmuse lahendus võib lõppeda traagiliselt. Seega õigesti vastas 12 (40%) ja valesti 12 (40%).

### 2.3 Järeldused ja ettepanekud

Lõputöös läbi viidud uuringuga selgitati välja PTJ-de teadlikkuse tase gaasibussi õnnetuste lahendamise kohta. Antud peatükis tehakse uuringu tulemuste analüüsi põhjal järeldused. Peatüki lõpus esitatakse järeldustele tuginedes ettepanekud PTJ-de käsitletud teemaga seotud juhtimiskompetentside arendamiseks.

Teoreetilises osas kirjeldas lõputöö autor gaasibusside kasutamisega kaasnevaid ohte. Gaasibussides kasutatav kokkusurutud metaan on õhust kergem ja värvitu ning lõhnatu. Metaan ei ole mürgine ega söövitav, kuid võib õhuga moodustada plahvatusohtliku segu ja on see väga kergesti süttiv (käesolev töö lk 8).



Toetudes teaduskirjandusele selgitati välja, et gaasibusside keskmine eeldatav tuleoht on võrreldes diiselmootoriga bussidega umbes kaks korda kõrgem. Kõige ohtlikumad osad on gaasibusside erikomponendid ehk gaasiballoonid, gaasitorustik ja klapid (käesolev töö lk 10-12). Liiklusõnnetusse sattudes võivad gaasibusside eelpool nimetatud erikomponendid puruneda, mille käigus tekib gaasilekke ning tulekahju oht. Tulekahju korral võib tekkida gaasijuga või isegi gaasiballoonide plahvatus. Samal ajal ei tohi unustada, et gaasibuss on tavaline sõiduk ja tulekahju võib tekkida ka muudel põhjustel. Kõige sagedasem koht, kus tekkib bussides tulekahju on mootoriruum. Põhjused on erinevad: õlileke, elekter või mootori detailide temperatuur. Samas tulekahju võib tekkida ka teistes busi osades. Väljalaskesüsteemis võib tekkida väljalaske leke ja kõrge temperatuuri mõjul võib süttida väljalaskekate. Elektri kaablite harukarpides võivad tekkida hõõrdumise tagajärjel lühised. Ventilatsiooniõhu soojendamisesüsteemi kõrge temperatuur võib põhjustada ventilatsioonisüsteemi komponentide rikke. Rehvidel võib kõrge temperatuur esineda pidurite piirkonnas, rehvides õhulekete korral ja hõõrdumisel teega jne. Mis tähendab, et PTJ-d võivad reageerida gaasibussi tulekahjule, kus tulekahju tekkepõhjuseks on busi gaasikomponendid, kuid ka siis, kui tulekahju arenemisel tekib oht busi gaasivarustusele. Neid asjaolusid tuleb PTJ-le arvesse võtta gaasibussidega liiklusõnnetuse korral.

Gaasiballoonid asuvad gaasibussidel katusel. Gaasibusside gaasikomponentidele hulka kuuluvad gaasiballoonid, gaasitorustik ja gaasikraanid. Kui vaadata juhtumeid, mis on toimunud välismaal gaasibussidega, siis tulekahju korral tekkiv põleva gaasijoa pikkus olla 15-20 m, sõltudes lekkeava diameetrist. Mida suurem on ava läbimõõt, seda pikem võib olla gaasijuga. Kui tulekahju tagajärjel plahvatava gaasiballooni kildude lendumise kaugus võib ulatuda kuni 300 meetrini (käesolev töö lk 11). Nii suure ohutsooni (300 m) moodustamine linnades on keeruline. Linnatänavatel, päästetööde algfaasis, püüavad PTJ-d võimalusel moodustada ohutsooni 50 m. Samaaegselt tuleb korraldada inimeste ja kannatanute kiire evakatsioon bussist ja ohutsoonist. Siinkohal võib probleemkohaks saada evakuatsioon, sest linnatänavatel võib kiiresti moodustada autodest ummik, mis võib raskendada operatiivteenistuste sündmuskohale saabumist.

Selleks, et kaardistada ja hinnata PTJ-de teadlikkuste gaasibussidega sündmustel tegutsemise korral, koostas autor küsimustiku. Küsimustik oli jagatud kolme osasse. Esimeses osas selgitas

autor välja vastajate tööstaaži Päästeametis. Küsimustiku teises osas selgitati välja, kas PTJ-d tunnevad gaasibusside seadmete ehituse iseärasusi. Kolmandas osas lahendasid PTJ-d autori poolt koostatud gaasibussi ja trammi kokkupõrke stsenaariumit ja vastasid avatud küsimustele.

Kõik vastajad vastasid vähemalt päästemeeskonnajuhhi tase 5 kutsestandardile (käesolev töö lk 18). Kõik teenistujad on pika staažiga, vastajate keskmine staaž oli 19 aastat. See tähendab seda, et kõikidel vastanud PTJ-del on suur kogemus erinevat liiki sündmuste lahendamisel. Lisaks on teenistujad kodruvalt läbinud stsenaariumipõhises hindamise virtuaalsimulatsiooni keskkonnas XVR *On-Scene*, kus PTJ-d kasutasid ajakriitilises olukorras otsustamise mudelit SPAR (*Situational Awareness, Plan, Action, Review* ehk olukorra teadlikkus, plaan, tegevus, ülevaade) (käesolev töö lk 18). Küsimustiku sihtgrupis oli kõige rohkem meeskonnavanemaid, kes tavaolukorras jõuavad sündmusele esimesena. Mistõttu on nende taktikalised otsused sündmuse varases staadiumis eriti olulised. Operatiivkorrapidajate roll sündmustel seisneb pigem strateegilises juhtimises.

Uuringu tulemused näitasid, et vastanud PTJ-de seas ei olnud kellelgi kogemusi suurte sündmustega gaasibusside osalusel. Samal ajal paljud teenistujad mainisid TLT gaasibusside tutvumiskoolitust, kus tutvustati gaasibusse ja gaasitanklate eriohte. Antud koolituse käigus oli päästjatel ja meeskonnavanematel võimalus näha ning katsuda gaasibusside erikomponente. Koolitusel räägiti gaasibusside ehitusest: kus asuvad avariiventil, gaasi väljalaske ventiil, gaasiballoonid ja teised komponendid, mille abil saab ohtusid maandada. See on ainukene koolitus, mida PTJ-d uuringus välja tõid. Millest autor järeldab, et PTJ-d ei ole saanud muid koolitusi ja õppmaterjale õnnetuse kohta gaasibussidega. Autor viis läbi pilootküsimustiku Ida päästkeskuse PTJ-de seas, kus osalesid 7 meeskonnavanemat ja 3 rühmapealiku, kokku 10 PTJ-d. Nendest 9 teenistujat vastas, et gaasibusside kohta ei ole ka nemad õppematerjale saanud. See näitab, et Ida päästkeskuses gaasibusside teemaga seotud õppematerjalid puuduvad.

Uuringust selgus, et PTJ-d teavad gaasiballoonide asukohta gaasibussis. Gaasibussi põlemisel on kõige ohtlikum koht bussi katus, kus asuvad gaasiballoonid. Tehniliselt on see hea koht gaasiballoonide paigaldamise jaoks, sest metaan on õhust kergem. Kui tekib leke gaasiballoonidest, siis hajub lekkinud gaas atmosfääris. Suurem osa vastanud Põhja päästkeskuse PTJ-dest teavad gaasiballooni avariiklappi ehitust. Gaasiballooni rõhuklapp

avaneb kõrgsurve tekkimisel ja termoklapp avaneb temperatuuri mõjul, teades termoklapi avanemistemperatuuri, saab seda kontrollida päästeautode varustuses oleva termokaamera abil ning seeläbi prognoosida sündmuse arengut ja ohtusid. Gaasiballooni termoklapp avaneb 110 °C juures. Umbes pooled teenistujatest (46%) vastasid õigesti. Ida päästkeskuse pilootküsimustiku vastajate hulgas oli valesti vastanute osakaal suurem, valesti vastas 80% teenistujatest. Kui tulekahju levib gaasiballoonide juurde, siis võib toimuda balloonide plahvatus või tekkida põlev gaasijuga. Sellega oli nõus peaaegu kõik PTJ-d.

Samuti selgus uuringust, milliseid otsused võtaksid PTJ-d vastu päästesündmusel, kus osaleb gaasibuss. Autor lõi gaasibussi ja trammi kokkupõrke sündmuse stsenaariumi. Stsenaariumi kohaselt põrkas tramm vastu bussi keskosa. Teel kirjeldatud sündmuskohale, peaaegu kõik PTJ-d annaksid päästjatele käsu: „hingamisaparaadid selga“. Autori hinnangul on see väga mõistlik otsus, mis aitab kaitsta sündmust lahendavate päästjate hingamisteid. Samuti annaksid nad päästjatele ka teise käsu: „kohale saabumisel moodustada põhiliini“, mis on ka oluline otsus. Kohale saabumisel teeb PTJ luure. Kuna tegemist on gaasibussiga, siis peaaegu kõik PTJ-d otsustasid võtta luurele kaasa iga põhiauto varustuses oleva gaasianalüsaatori Dräger X-AM 2500. Antud sündmusel annab mõõteseade signaali, kui gaasi kontsentratsioon on ohtlik. Kui mõõteseade annab signaali, siis antud koht määratakse keeluala piiriks. Paar teenistujat ei osanud teel sündmuskohale mingeid otsuseid või tegevusi teha. Sündmuskohale teel olles, saab vastavalt informatsioonile teha esmased otsuseid ning koostada esmane sündmuse lahendamise plaan. Pooled vastanutest tõstavad sündmuskohale teel olles sündmuse astet kahelt kolmeks, et kaasata sündmusele lisaressurssi, mis antud sündmuse korral tähendab ka operatiivkorrapidajat. Vastajad lisasid, et teel sündmuskohale PTJ küsib häirekeskusest lisainfot kannatanute kohta, kas sõidukid põlevad jne.

Küsimustiku küsimuste juurde lisatud illustreerivate piltide järgi tuvastas luure käigus enamik Põhja päästkeskuse teenistujaid õigesti bussi kütuse liigi (CNG). Pilootküsitlusel osalenud Ida päästkeskuse teenistujatest tuvastas bussi kütuse liigi ainult paar PTJ-i (30%). See, mis kütusel liiklusõnnetusse sattunud sõiduk sõidab, on väga oluline, sest sellest lähtudes tuleb sündmusel arvestada erinevate ohtude ja ohuallikatega. Sõidukites kasutatakse kütusena diisli, bensiini, CNG-d, LNG-d, elektrit, vesiniku. Kõikidel kütustel on erinevad omadused, kütuse liigist sõltub sündmuse lahendamise plaan ja ohutsooni suurus. PÄKE juhendi järgi peab

maagaasiga sõitva sõiduki õnnetuse korral ohutsoon olema 100 m (Polikarpus, *et al.*, 2017, lk 66-70). Paljud vastajad määrasid esmaselt ohutsooni 50 m. Antud sündmus toimus kesklinnas ja sündmuse alguses ei pruugi olla võimalik teha suuremat ohutsooni kui 50 m ning seega on see autori hinnangul mõistlik. Toetudes teadusallikatele ja tehtud gaasiballoonide plahvatuse katsetele gaasiballooni plahvatusel on kildude lendumise kaugus 300 m (käesolev töö lk 11). Kui tekib olukord, kus gaasibussi tulekahju korral on oht gaasiballoonide plahvatuseks, siis on mõistlik määrata ohutsoon suurusega 300 m. Linnatingimustes võivad inimesed varjuda füüsiliste takistuste, näiteks hoonete taha. Linnatingimustes nõuab nii suure ohutsooni määramine palju tööd ja mõnikord võib see olla üldse võimatu.

Küsimustikule lisatud piltidelt on näha, et bussi keskosa on kokkupõrke käigus deformeerunud. Gaasibussi katuse keskosas asuvad gaasiballoonid ja seega võisid need saada kahjustada. Uuringu tulemused näitavad, et antud olukorras on teenistujate arvates kõige suurem oht gaasiballoonide plahvatus. Piltidel on näha suitsu bussi gaasiballoonide piirkonnas ja paljud vastajad tuvastasid, et võib tekkida tulekahju. Trammi osalemine liiklusõnnetuses raskendab olukorda, sest lisaks muule tekitab see elektrilöögi ohtu. Lisaks loodi märkustes välja antud olukorras ohtusid: põleva gaasijoa oht, gaasilekke, inimeste ja päästjate mürgistuse oht, suur pealtvaatajate huvi. Kõrgeim prioriteet mis tahes sündmusel on inimeste elu ja tervis. Ainult üks teenistuja kasutas märkustes sõna „evakuatsioon“. Kõigepealt tuleb teostada reisijate evakuatsioon, mis on antud olukorras raskendatud. Sündmuse lahendamist raskendab asjaolu, kui bussis või trammis on kannatanud, kes ei saa ise sõidukist evakueeruda (käesolev töö lk 12). Esimesena saabunud meeskonnavanemal on vähe ressursi, tema meeskond koosneb kolmest päästjast ja teine päästeauto tuleb sündmuskohale viitega. Kuna sündmuskohal linnaoludes tekib autodest ummik, siis teise päästeauto saabumine võib selle tõttu viibida veelgi rohkem. See ongi moment, kus PTJ peab ajakriitilises olukorras panema paika õiged prioriteedid. Autor arvab, et antud olukorras peaks esimene tegevus olema: paralleelselt luurega inimeste evakuatsioon mõlemast sõidukist. Vastanud teenistujad pöörasid sellele tegevusele tähelepanu vähe.

Üks oluline tegevus PTJ-del on sarnasel sündmusel ohtude maandamine. Tuleb arvestada ka sellega, et bussijuht võib olla teadvuseta või ei saa muul põhjusel abiks olla. Antud sündmuse ohtude maandamiseks paljud teenistujad tõmbavad võtme bussi süütelukust välja. Sellega

gaasiballoonidel asuvad klapid sulguvad ja gaasi pealevool gaasitorustikku suletakse. Paljud PTJ-d märkasid avariiklapi sulgemise, et gaas ei läheks gaasiballoonidest mootorisse, mis on veel üks tegevus ohtude maandamiseks. Mõned vastajad ei teeks midagi, kuna arvavad, et bussimootor ei tööta ja gaasiballoonidel klapid sulguvad automaatselt. See arvamus on vale ja viitab sellele, et mõned PTJ-d ei tea kuidas maandada ohtusid gaasibussidel.

Küsimustikule lisatud piltidel on näha, et gaasiballoonide paiknemiskoht põleb täisleegiga. Avatud leegi bussi gaasiballoonide juures ilmnemisel paljud PTJ-d otsustavad määrata buss keelualaks ja suurendada ohuala ning kustutada bussi katust eemalt lafeti abil. Üks PTJ võtaks vastu otsuse tõmmata tramm eemale ja lasta bussi balloonid tühjaks põleda. Linnaoludes on gaasibussi balloonide tühjaks põletada laskmine ohtlik tegevus, sest gaasiballoonid võivad tulekahju tagajärjel plahvatada või lennata omalt kohalt, kui kinnitused ei pea vastu. Pakuti ka vahurünnakut vahujoatoruga, mille vahujoa pikkus on suur ja võimaldab teostada rünnakud suuremalt vahemaalt. Kaheksa PTJ-i pakkusid välja kustutusrünnaku vahugeneraatori või käsijoatoruga bussi katusele kasutades jätkredelit. See tegevus on antud sündmusel tulekahju korral äärmiselt ohtlik, sest iga hetk võib tekkida põlev gaasijuga või toimuda balloonide plahvatus. Selle otsusega seab PTJ päästjad ohtu. Umbes pooled vastanutest PTJ-dest arvasid, et põleva gaasijoa suund on alati balloonidest bussi tagumise osa poole. Sama palju vastajaid arvas, et põlev gaasijuga võib olla suunatud mis tahes suunas. Kuna antud liiklusõnnetuse tagajärjel võivad gaasiballoonid olla vigastatud, siis põleva gaasijoa tekkimisel ei saa selle suunas kindel olla. PTJ võisid arvata, et päästjate saatmine teostama kustutusrünnakut balloonide vahetusse lähedusse on ohutu, kuna nad arvasid, et saavad kindlalt määrata võimaliku ohu suuna (nt bussi alla). See näitab veel kord kui oluline on teadlikkus gaasibussidest.

Lõputöö autor kasutas andmekogumise meetodina struktureeritud valikvastusega küsimustikku, mille puuduseks oli suur mittevastajate hulk (72% teenistujatest). Kokkuvõtvalt võib järeldada, et üldiselt saavad küsitluses osalenud PTJ-d liiklusõnnetuse lahendamiseks, mille üheks osapooleks on gaasibuss, hakkama.

Tulenevalt uuringu tulemustest ja teoorias käsitletust teeb lõputöö autor järgmised **ettepanekud** PTJ-de juhtimiskompetentside arendamiseks:

1. Päästekolledžile koostada korralik õppematerjal gaasibusside kohta. See võiks sisaldada infot Eestis kasutuses olevate gaasibusside mudelit, gaasibusside iseärasuste gaasikomponentide tööpõhimõtet, gaasibussidega sündmuste lahendamise taktikat jm.
2. Päästekolledžile töötada välja standardtegevusjuhised gaasibussi õnnetuste korral.
3. Päästekolledžile XVR *On-Scene* tarkvara simulatsioonikeskkonnas koostada päästesündmus gaasibussi osalemisel ja kasutada seda PTJ-de juhtimise arendamise ning hindamise täiendkoolitusel.
4. Päästeskuste valmisoleku bürool korraldada koostöös bussifirmadega, mis kasutavad päästeskuste piirkonnas gaasibuss, päästemeeskondade tutvumiskäigud bussi ettevõtte territooriumile, kus bussi ettevõtte esindaja tutvustaks gaasibuss ja räägiks gaasibussidest tulenevatest ohtudest ning nende maandamise võimalustest.
5. Päästeskuste valmisoleku bürool korraldada oma piirkonnas õppused, kus osaleks gaasibuss. Õppused võiks korraldada nii linnatingimustes kui ka linnast väljas.

## KOKKUVÕTE

Lõputöös sooviti saada vastus **uurimisprobleemile**, millised vajalikud teadmised ja oskused peavad PTJ-l olema, et nad oskaksid tuvastada võimalikke ohte gaasibussiga juhtunud päästesündmusel. Antud töö **eesmärk** oli välja selgitada ja anda hinnang PTJ-de teadlikkuse tasemele gaasibusside osalusega õnnetustes ning teha ettepanekuid nende juhtimiskompetentside arendamiseks. Teoreetiline ülevaade ja läbi viidud empiiriline uuring võimaldasid lõputöö autoril leida vastused püstitatud uurimisküsimustele:

1. Missugused PTJ-dele mõeldud standardtegevusjuhised, koolitused ja õppematerjalid on Eestis ja välisriikides olemas gaasisõidukite avariide lahendamiseks? **Tulemus:** Eestis on loodud PTJ-dele mõeldud standardtegevusjuhised gaasisõidukite kohta Kristjan Ehastu lõputöö „Standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariide korral“ raames. Antud juhised ei arvesta gaasiga sõitvate busside või veoautode erisusi. Töös vaadeldakse ainult gaasiga sõitvaid sõiduautosid. Gaasiga sõitvate veoautode või gaasibusside kohta Eestis standardtegevusjuhiseid ei ole. Ainukene gaasibusside koolitus viidi läbi TLT poolt Põhja päästkeskuse komandodele. Gaasisõidukite kohta on vähesel määral üldandmeid üldistes liiklusõnnetuste lahendamise õppematerjalides. Euroopa riikides on tehtud päästemeeskondadele tegevusjuhised gaasibussi liiklusõnnetustele reageerimiseks, mis põhinevad kogemustel.
2. Millised on PTJ-de olemasolevad teadmised gaasibusside osalusel liiklusõnnetuste kohta? **Tulemus:** PTJ-de olemasolevad teadmised gaasibusside osalusel liiklusõnnetuste kohta on ebapiisavad ja nõuavad täiendamist. Osad uuringus osalenud PTJ-st ei tea gaasibussi komponentide ehitust ja tööpõhimõtet. Antud teadmiste puudumine võib ohustada inimeste ja päästjate tervist ning mõnel korral isegi elu. Neid teadmisi tuleb tõsta, kasutades antud lõputöös esitatud autori poolt tehtud ettepanekuid.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks püstitas autor neli **uurimisülesannet**. **Esimese uurimisülesandena** analüüsis autor teoreetilise allikate baasil gaasiga sõitvate sõidukitega seonduvaid ohte. Reageerides päästesündmusele, mille üheks osapooleks on gaasiga sõitev buss, peavad esmareageerijad teadma, missugused on võimalikud ohud, kuidas ohtusid hinnata ja maandada. Kokkuvõtvalt võib öelda, et gaasibussi erikomponentide ja kütuse omaduste teadmine võimaldab PTJ-l hinnata gaasibussi osalusel toimunud päästesündmuse võimalikke

ohte. **Teise uurimisülesandena** kaardistas autor Eestis ja välismaal olemasolevad standardtegevusjuhiseid, koolitused ja õppematerjalid gaasisõidukite avariide lahendamiseks. Eestis on standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõiduautodega seotud õnnetuse jaoks, kuid puudub juhend gaasibusside kohta, samuti puuduvad üle Eestilised koolitused ja praktilised õppematerjalid. Euroopas on välja töötatud standardtegevusjuhised gaasibussi õnnetuse korral, juhistes esineb erisusi, mis tuleneb riikide kogemustest gaasiga sõitvate busside päästesündmuste lahendamisel. **Kolmanda uurimisülesandena** täitmiseks viis autor läbi kaardistava uuringu, milles selgitas välja PTJ-de teadmised gaasibussi sündmuse lahendamiseks. Küsimustiku jaoks loodud stsenaariumi puhul on sündmuse lahendamiseks vaja spetsiifilisi teadmisi gaasibussi ehitusest ja komponentidest. Uuringu tulemuste põhjal jõudis töö autor järeldusele, et PTJ-d vajavad täiendkoolitusi ja põhjalikku standardtegevusjuhust.

**Neljanda uurimisülesandena** analüüsis lõputöö autor teoreetilise osa ja uuringu tulemusi, tegi järeldusi ning esitas ettepanekuid Päästekolledžile ja Päästeametile PTJ-de juhtimiskompetentside arendamiseks. Päästekolledžile tegi autor ettepaneku (1) koostada põhjalik õppematerjal gaasibusside kohta. Teiseks (2) töötada välja standardtegevusjuhised gaasibussi õnnetuste kohta toetudes teiste riikide kogemustele. Autori arvates saab selles küsimuses tugineda Rootsi päästeteenistuse kogemusele, kus pööratakse korraliku standardtegevusjuhiste välja töötamisele suurt rõhku. Kolmandaks (3) koostada päästesündmuse stsenaarium gaasibussi osalusel XVR *On-Scene* simulatsioonikeskkonnas, mida saaks kasutada PTJ-de juhtimisalasel täiendkoolitusel. Samuti tegi autor Päästeametile ettepaneku (4) korraldada ka teistele päästekeskustele (Põhja päästekeskuses on koolitus juba läbi viidud) koostöös bussifirmadega tutvumiskäigud, kus bussiettevõtte esindaja tutvustaks gaasibusse ja nende erikomponente. Viimane ettepanek (5) on läbi viia õppused oma päästepiirkonnas gaasibussi osalusel.

Autori arvates võiks tulevikus korraldada sarnase uuringu, kui XVR *On-Scene* simulatsioonikeskkonnas on loodud päästesündmuse stsenaarium, mida on kasutatud PTJ-de täiendkoolitusel. Eesmärk oleks tuvastada selle toimimise tõhusust ja koolitussüsteemi edasi arendamise võimalusi.



## **SUMMARY**

The research problem of the thesis was “What is the necessary knowledge for the incident commanders to have in order to distinguish the risks of accidents effectively and safely with gas fueled buses?” The thesis is written in Estonian with a summary also translated to English. The thesis with appendices is 57 pages long. 46 sources in Estonian and English were used. The thesis includes 11 images, 6 tables, and 2 appendices.

The goal of the thesis was to research and evaluate rescue unit leaders’ level of knowledge about accidents involving gas fueled buses and to make suggestions for improving their commanding competences. In order to achieve the goal the following research tasks were put in place:

1. Analyze risks and accident statistics related to gas fueled vehicles based on theoretical sources.
2. To map the standard operating procedures, training, and study materials available in Estonia and abroad for resolving accidents involving gas fueled vehicles.
3. Map and evaluate rescue unit leaders’ knowledge about accidents involving gas fueled buses.
4. Analyze the results of the theoretical analysis and the research, and based on that make conclusions and suggestions about training.

The research strategy chosen to achieve the goal set for the thesis was quantitative overview research. The thesis consists of two chapters. The first chapter gives the overview of the risks related to the use of gas fueled buses and buses used by Tallinn public transport. It also gives an overview of incident commanders training and their evaluation in the Estonian rescue board as well as an overview of existing training materials, and operation procedures related to the gas fueled vehicles. In the second chapter of the thesis the research method is explained and the analysis of the research results is presented. Conclusions and suggestions about improving the knowledge of the incident commanders are made based on the research results analysis.

It can be concluded that generally, incident commanders can manage with resolving accidents involving gas fueled buses. In some aspects they rely on previous experience. The scenario

used in the research questionnaire required specific knowledge about gas fueled bus construction and components.

Based on the results of the research and theoretical analysis the author makes the following suggestions supporting improving commanding competences of incident commanders:

1. For the Rescue College to create training materials about gas fueled buses, and standard operating procedures for accidents involving gas fueled buses.
2. For the Rescue College to create a scenario with an accident involving a gas fueled bus for the *XVR On-Scene* software in the simulation center for incident commanders' training.
3. For the regional rescue center to organize, in collaboration with bus companies, visits to bus centers for the rescue units where the representative of the company would show gas fueled buses that are used and explain risks and ways of managing these risks.
4. For the regional rescue center to organize accident resolving drills that include gas fueled buses both in rural areas and outside cities.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Allas, H., Ints, I., Kasetalu, T., Kilp, A., Lepp, A., Polikarpus, S., Teder, G., 2018. *Kutsestandardid: Päästemeeskonna juht, tase 5*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10684934> [Kasutatud 23.12.2021].

Anderson, B.E., Uz, V., 2015. Compressed natural gas as a feasible replacement fuel for U.S. transportation. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 12 (1), pp. 67-78.

Andersson P., Sundström B., 2014. *Five fires in vehicles. Proceedings from 3rd International Conference on Fires in Vehicles – FIVE 2014 October 1st-2nd, 2014 Berlin, Germany*. [Võrgumaterjal] Leitav: [https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth-Richter-3/publication/329467810\\_Development\\_of\\_a\\_solid\\_propellant\\_gas\\_generator\\_SPGG\\_system\\_for\\_fire\\_suppression\\_in\\_aviation-Design\\_of\\_a\\_combustion\\_chamber/links/5c0a4953a6fdcc494fdfdcc3/Development-of-a-solid-propellant-gas-generator-SPGG-system-for-fire-suppression-in-aviation-Design-of-a-combustion-chamber.pdf#page=70](https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth-Richter-3/publication/329467810_Development_of_a_solid_propellant_gas_generator_SPGG_system_for_fire_suppression_in_aviation-Design_of_a_combustion_chamber/links/5c0a4953a6fdcc494fdfdcc3/Development-of-a-solid-propellant-gas-generator-SPGG-system-for-fire-suppression-in-aviation-Design-of-a-combustion-chamber.pdf#page=70) [kasutatud 15.10.2021].

Butler, P., Honey, R., Cohen-Hatton, S., 2020. Development of a behavioural marker system for incident command in the UK fire and rescue service: THINCS. *Cognition, Technology and Work*, 22(1), pp. 1-12.

Chamberlain, S., Modarres, M., 2005. Compressed Natural Gas Bus Safety: A Quantitative Risk Assessment. *Risk Analysis*, 25 (2), pp. 377-387.

Euroopa komisjon, 2016. *A European Strategy for low-emission mobility*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/> [kasutatud 10.09.2021].

Ehastu, K., 2018. *Standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariide kohta. Lõputöö*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Euroopa komisjon, 2018. *Komisjoni teatis euroopa parlamendile, euroopa ülemkogule, nõukogule, euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele, regioonide komiteele ning euroopa investeerimispankale*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/59671a41-f3d6-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-et> [kasutatud 19.09.2021].

From, A., Wiberg, G., 2019. *Kompletterande händelserapport Brand i biogasbuss Klaratunneln 2019-03-10*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://rib.msb.se/Filer/pdf/28893.pdf> [kasutatud 30.03.2022].

Fu, Y., Zhang, C., 2019. Hewing Out Evacuation Routes for Burning Buses by Linear-Shaped Charge Jet. *SAE International Journal of Transportation Safety*, 7 (1), pp. 17-30.

Gissane, C., 1998. Understanding and Using Descriptive Statistics. *British Journal of Occupational Therapy*, 61 (6), pp. 267-272.

Gobus, 2022. *Narva linna hakkab teenindama Go Bus, liinile tuuakse uued gaasibussid*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://gobus.ee/uudised/narva-linna-hakkab-teenindama-go-bus-liinile-tuuakse-ued-gaasibussid/> [kasutatud 30.03.2022].

Hagberg, M., Lindström, J., Backlund, P., 2016. *Brand i gasbuss Gnistängstunneln, Göteborg 12 juli 2016*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://rib.msb.se/Filer/pdf/28337.pdf> [kasutatud 12.09.2021].

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., 2005. *Uuri ja kirjuta*. Tallinn: Medicina.

Kasetalu, K., 2022. *Lõputöö küsimustiku kohta küsimus*. [E-kiri] (18.04.2022).

Khan, M., Yasmin, T., Shakoor, A., 2015. Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 51, pp. 785–797.

Kelley, K., Clark, B., Brown, V., Sitzia, J., 2003. Good practice in the conduct and reporting of survey research. *International Journal for Quality in health care*, 15(3), pp. 261- 266.

Lamb, K., Davies, J., Bowley, R., Williams, J., 2014. Incident command training: the introspect model. *International Journal of Emergency Services*, 3(2), pp. 131-143.

Lamb, K., Farrow, M., Olymbios, C., Launder, D., Greatbatch, I., 2020. Systematic incident command training and organisational competence. *International Journal of Emergency Services*, 10 (0)2, pp. 222-234.

Launder, D., Perry, C., 2014. A study identifying factors influencing decision making in dynamic emergencies like urban fire and rescue settings. *International Journal of Emergency Services*, 3 (2), pp. 144-161.

Li, Z., Luo, Y., 2019. Comparisons of hazard distances and accident durations between hydrogen vehicles and CNG vehicles. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(17), pp. 8954–8959.

Li, Y., 2019. Study of fire and explosion hazards of alternative fuel vehicles in tunnels. *Fire Safety Journal*, 110, p. N.PAG.

Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2020. *Transpordi ja liikuvuse arengukava 2021-2035*. [Võrgumaterjal] Leitav:

[https://www.mkm.ee/sites/default/files/mkm\\_transpordi\\_ja\\_liikuvuse\\_arengukava\\_2020\\_a4\\_web\\_small.pdf](https://www.mkm.ee/sites/default/files/mkm_transpordi_ja_liikuvuse_arengukava_2020_a4_web_small.pdf) [kasutatud 10.09.2021].

Milojević, S., Pešić, P., Taranović, D., 2017. Fire Safety Of CNG Buses – Proper Experiences. *Mobility and Vehicle Mechanics*, 43 (4), pp. 23-37.

Mumma, A., Tammik, A., 2017. *Päästetöö juhtimise taktilised alused I ja II juhtimistasandile*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Polikarpus, S., Danilas, K., Frantsuzov, I., Marvet, T., 2017. *Päästejuhised keemiaõnnetusel*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia, lk 1-390.

Polikarpus, S., Ley, T., Poom-Valickis, K., 2020. Developing the situational awareness of incident commanders: evaluating a training programme using a virtual simulation. *Proceedings of Estonian Academy of Security Sciences*, 19, pp. 195-226.

Päästeamet, 2019. *Päästetöö juhi meelespea*. Tallinn: Päästeamet.

*Päästeseadus* (2010) RT I, 30.12.2020, 9.

Raidna, R., 2022. *Sisekaitseakadeemia üliõpilase Oleg Kurilovi lõputöö*. [E-kiri] (21.04.2022)

Saadatmand, M., Foroughi, H., Dai, T., Misra, T., Bensabath, T., Farnood, R., 2015. Odor fading in natural gas distribution systems. *Process Safety & Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B*, 94 (part B), pp. 131-139.

Solaris A Caf Group Company, 2020. *Dokumentatsioon*. [E-kiri] (08.12.2021).

Statistikaamet, 2021. *Sõitjatevedu bussiga*. [Võrgumaterjal] Leitav: [https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_transport\\_maanteetransport/TS541](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_transport_maanteetransport/TS541) [kasutatud 12.09.2021].

Stenious, C., Nordström, J., Svensson, J., Olsen, M., 2020. Räddningsinsatser vid olyckor med gasfordon. Olyckor med Gasfordon – En omvärldsanalys av metodik och olyckor 2016-2019. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Karlstad: MSB.

Tallinna Linnatransport, 2020. *Majandusaasta aruanne 2020*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.tlt.ee/wp-content/uploads/2021/06/2020-majandusaasta-aruanne.pdf> [kasutatud 10.09.2021].

Tallinna Linnatransport, 2021. *Tallinnas avati regiooni suurim surugaasitankla*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.tlt.ee/tallinnas-avati-regiooni-suurim-surugaasitankla/> [kasutatud 13.12.2021].

Talvari, A., 2006. *Ohtlikud ained*. 2. trükk. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Tammik, A., 2019. *Õpimotivatsiooni ja kaasahaaratuse tegurite kaardistus päästetöö juhtide arendamisel ja hindamisel*. Magistritöö. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Tartu Linnavalitsus, 2021. *Energiasäästlik linnatransport*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.tartu.ee/et/transport#Tartu-gaasibussid> [kasutatud 30.03.2022].

Teddle, C., Yu, F., 2007. Mixed Methods Sampling : A Typology With Examples. *Journal of Mixed Methods Research*, 1 (1), pp. 77-100.

Teder, G., 2015. *Päästejuhised liiklusõnnetuste tagajärgede kõrvaldamisel*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Transpordiamet, 2021. *Bussidega liiklusõnnetuse statistika 2016-2021 a.a*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://transpordiamet.ee/liiklusonnetuste-statistika> [kasutatud 12.09.2021].

Tschirschwitz, R., Krentel, D., Kluge, M., Askar, E., Habib, K., Kohlhof, H., Krüger, S., Neumann, P., Rudolph, M., Schoppa, A., Storm, S., Szczepaniac, M., 2019. Hazards from failure of CNG automotive cylinders in fire. *Journal of Hazardous Materials*, 367, pp. 1–7.

Turu-uuringute AS, 2020. *Tallinna ühistransport. Uuring tallinna elanikkonna seas 2020.* Tallinn. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.tlt.ee/uuring-rahulolu-pealinna-uhistranspordiga-on-korge-enim-kasutatakse-bussitransporti/> [kasutatud 13.09.2021].

Õunapuu, L., 2014. *Valimid kvantitatiivsetes ja kvalitatiivsetes uurimustes.* Tartu Ülikool. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/27764/index.html> [kasutatud 13.10.2021].

Üprus, H., 2012. *Ohutus elektriautode kustutus- ja päästetöödel. Lõputöö.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

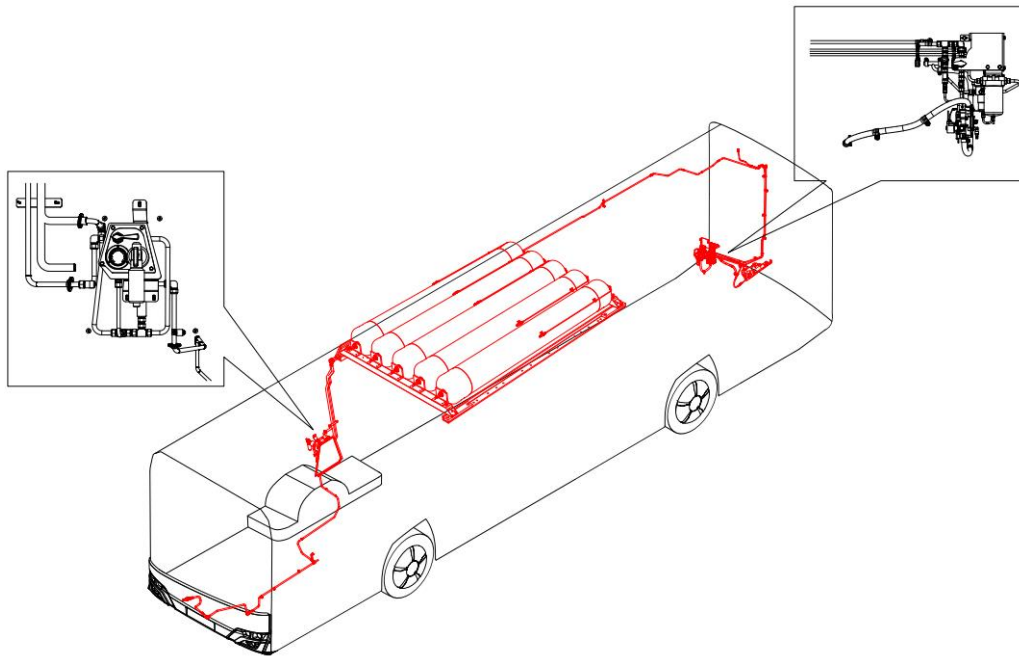
## JOONISTE JA TABELITE LOETELU

Joonis 1. Põleva gaasibussist väljunud põlev juga (Andersson & Sundström, 2012, p. 69).....	12
Joonis 2. Solaris Urbino 18 (Tallinna Linnatransport, 2021).....	14
Joonis 3. Gaasiballoonid bussi katusel (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	14
Joonis 4. Gaasiballooni avariiklapp (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	15
Joonis 5. Avariiklapp (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	16
Joonis 6. Bussi mootoriruumis asuv kõrgsurve keraamiline gaasifilter ja gaasi torustikust väljalaske avariiventil (punane) (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	17
Joonis 7. Vastajate osakaal ametikohtade lõikes (autori koostatud).....	25
Joonis 8. Vastajate vastused gaasiballooni termoklappide avanemise temperatuuri kohta (autori koostatud).....	28
Joonis 9. Vastajate arvamus kõige tõenäolisemast põleva gaasijoa suunast (autori koostatud).....	31
Joonis 10. Solaris Urbino 12 buss (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	49
Joonis 11. Solaris Urbino 18 buss (Solaris A Caf Group Company, 2020).....	49
Tabel 1. Kvantitatiivse riskihindamise CNG bussi tulekahjus hukkumise ohu põhjused protsentides (Chamberlain & Modarres, 2005; autori koostatud).....	9
Tabel 2. Tulekahju või süüteallikate võimalikud põhjused (Milojevič, <i>et al.</i> , 2017, p. 35; autori koostatud).....	10
Tabel 3. Erineva tööõhu all olevate surugaaside hinnangulised joa leegi omadused (Li, 2019, p. 14; autori koostatud).....	12
Tabel 4. Välisriikides tegevusjuhistest tulekustutusrännaku suunad põleva gaasisõiduki vastu (Stenius, <i>et al.</i> , 2020, p. 51; autori koostatud).....	22
Tabel 5. Uuringi läbiviimise etapid (Tammik, 2019; autori koostatud).....	24

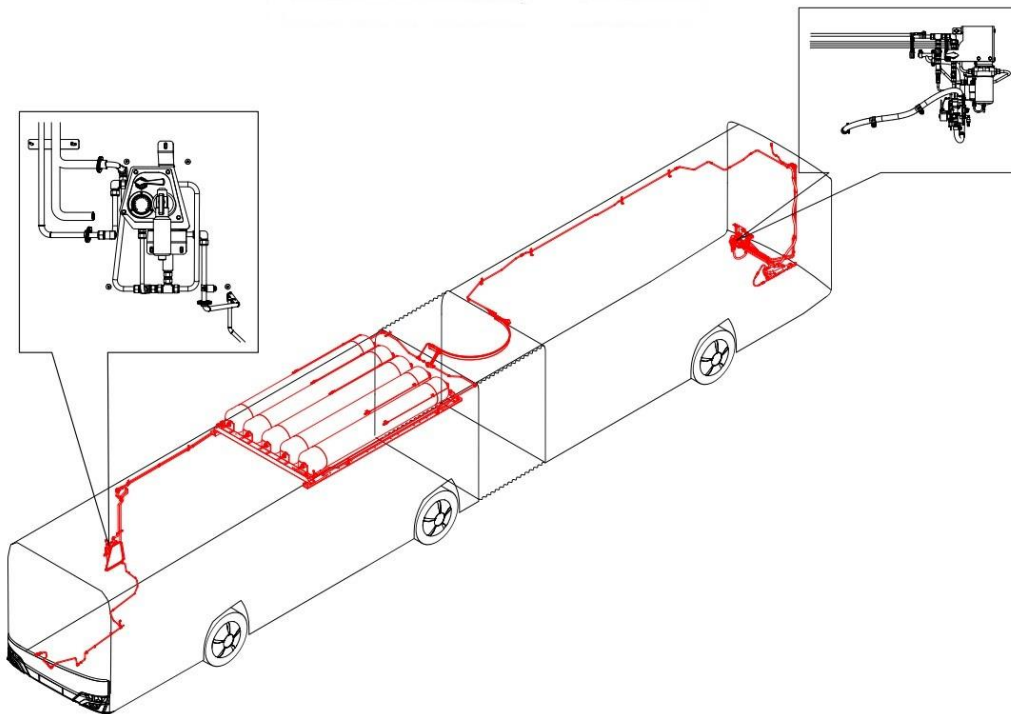


Tabel 6. Teenistujate jagunemine staaži ja ametikoha järgi (autori koostatud).....26

# LISA 1. GAASISEADMETE PAIGUTAMINE BUSSIDES



Joonis 10. Solaris Urbino 12 buss (Solaris A Caf Group Company, 2020)



Joonis 11. Solaris Urbino 18 buss (Solaris A Caf Group Company, 2020)

## LISA 2. ANKEETKÜSITLUS

# Päästetöö juhtide tegutsemine gaasibussi õnnetuste korral

---

Lugupeetud vastaja!

Olen Jõhvi päästekomando rühmapealik Oleg Kurilov. Praegu õpin Sisekaitseakadeemia Päästekolledži kaugõppes kolmandal kursusel ning kirjutan oma lõputööd teemal "Päästemeeskonna juhtide teadlikkuse ja tegutsemise kaardistamine gaasibussi õnnetuste korral Põhja päästekeskuse näitel". Lõputöö raames viin läbi käesoleva ankeetküsitluse. Teie vastused on väga olulised, sest nende abil kaardistan Põhja päästekeskuse päästetöö juhtide teadlikkuse gaasibussi liiklusõnnetuse korral ja koolitusvajadusi ning juhtimiskompetentside arendamisvõimalusi.

Kõik vastused on isikustamata ehk Teie vastuseid ei seostada mingil viisil Teie isikuga.

Küsimustikule vastamiseks kuulub umbes 7 – 10 minutit. Palun vastata ausalt ja esimesel võimalusel.

Ette tänades vastuste eest!

Lugupidamisega

Oleg Kurilov  
Kadett  
Sisekaitseakadeemia  
Päästekolledž  
Rühm RK 190  
Tel. +372 5203 293  
Oleg.kurilov@kad.sisekaitse.ee

### ÜLDKÜSIMUSED

Kui kaua töötate Päästametis ametikohal, mille tööülesannete hulka kuulub päästetööde juhtimine (tööstaaž aastates)? \*

Valige üks järgnevatest vastustest.

Millisel ametikohal töötate?

Valige üks järgnevatest vastustest.

1. Meeskonnavanem
2. Rühmapealik
3. Vanemoperatiivkorrapidaja

Kas teie praktikas on olnud päästesündmusi, mille üheks osapooleks oli gaasibuss? \*

Valige üks järgnevatest vastustest.

Ei

Jah

Kas teile on pakutud gaasibusside osalemisel sündmuste lahendamist toetavaid materjale, koolitusi või õppusi? \*

Märkige palun sobivad vastusevariandid. Kui jah, siis palun loetlege milliseid (muu)

Ei

Jah

Muu...

#### GAASIBUSSI OMADUSED

Kus asuvad gaasiballoonid gaasibussis? \*

Märkige palun sobivad vastusevariandid.

Gaasibussi esiosas

Gaasibussi salongi põranda all

Mõlemad variandid on valed

Kas väide „Iga gaasiballooni avariiklapil on kaks klappi: rõhuklapp ja termoklapp“ on.... \*

Valige üks järgnevatest vastustest.

Tõene

Väär

Mis temperatuuri juures avanevad gaasiballoonide termoklappid? \*

Valige üks järgnevatest vastustest.

- 80°C juures
- 110°C juures
- 150°C juures

Mis võib juhtuda, kui tulekahju levib balloonide juurde? \*

Märkige palun sobivad vastusevariandid.

- Balloonid võivad plahvatada
- Mitte midagi ei juhtu, sest kaasaegsetel gaasibussidel on balloonid tulekahju eest kaitstud
- Tulekahju korral avariiklappide avamisel võib tekkida põlev gaasijuga
- Gaasibussides kasutatakse mittepõlevat gaasi

Mis võib juhtuda, kui tulekahju levib balloonide juurde? \*

Märkige palun sobivad vastusevariandid.

- Balloonid võivad plahvatada
- Mitte midagi ei juhtu, sest kaasaegsetel gaasibussidel on balloonid tulekahju eest kaitstud
- Tulekahju korral avariiklappide avamisel võib tekkida põlev gaasijuga
- Gaasibussides kasutatakse mittepõlevat gaasi

## GAASIBUSSI JA TRAMMI KOKKUPÕRGE

Olete valves meeskonnavanemana päästemeeskonnaga 1+3 ja saate järgmise väljakutse: aste 2, \*  
Tallinna kesklinnas Toru tn ja Kooli tn ristmikul toimus kokkupõrge gaasbussi ja trammi vahel.  
Sõidu ajal saate aru, et jõuate esimesena sündmuskohale. Mis otsused teete teel sündmuskohale?

Märkige palun sobivad vastusvariandid. Lisage palun vajadusel muud tegevused (muu)

- Korraldus päästjatele hingamisaparaadid selga panna
- Astme tõstmine kolmandale astmele
- Võtan luurele kaasa Dräger X-AM 2500
- Korraldus päästjatele kohale saabumisel teostada kohe põhiliini hargnemine
- Ei oska öelda
- Muu...

Jõuate sündmuskohale ja näete pilti. Mis tüüpi kütusega buss sõidab? (vaata pilt 1 ja 2) \*

Valige üks järgnevatest vastustest. Muu variant, vajadusel kirjeldage lühidalt.

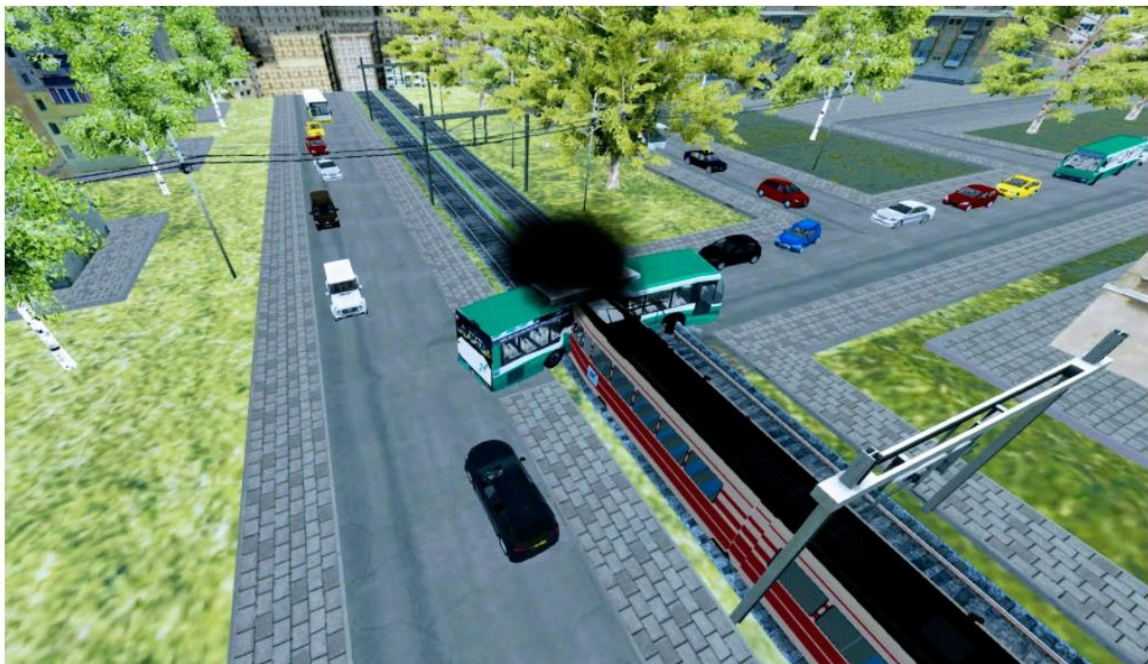
- Veeldatud maagaasiga sõitev buss
- Elektribuss
- Kokkusurutud maagaasiga sõitev buss
- Butaan-propaan veeldatud seguga sõitev buss
- Diisliga sõitev buss
- Ei oska öelda
- Muu...



PILT 1



PILT 2



Kui suur peaks olema antud olukorras ohutsoon (m)? \*

Lisage palun ka põhjendus.

Pikk vastuse tekst

---

Mis ohud võivad tekkida antud olukorras? \*

Loetlege palun:

Pikk vastuse tekst

---

Ohtude maandamiseks teen järgmised tegevused. \*

Märkige palun kõik, mis sobivad.

- Tõmban võtme bussi süütelukust välja
- Leian bussil avariiklapi ja sulgen selle, et gaas ei läheks balloonidest mootorisse
- Mitte midagi ei ole vaja teha, kui bussimootor ei tööta, siis sulguvad klapiid balloonidel automaatselt

Tulekahju levib katusel edasi, millised on teie järgmised otsused? (vaata pilt 3 ja 4) \*

Märkige palun kõik, mis sobivad. Muu variant, vajadusel kirjeldage lühidalt.

- Kustutusrännak käsijoatoruga veega bussi katusele kasutades jätkredeli
- Bussi määramine keelualaks ja ohuala suurendamine (m)
- Lafeti kasutamine bussi kustutamiseks
- Vahurännak vahugeneraatoriga bussi katusele kasutades jätkredeli
- Muu...



PILT 3



PILT 4



Kui tekib põlev gaasijuga balloonidest, siis missugune on kõige tõenäolisem joa suund? \*

Märkige palun sobivad vastusevariandid.

- Alati balloonidest bussi tagumise osa poole
- Mis tahes suunas
- Alati balloonidest bussi esiosa poole
- Balloonidest bussi alla