

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Kristjan Ehastu

RK 150

**STANDARDTEGEVUSJUHISED GAASIGA SÕITVATE
SÕIDUKITE AVARIIDE KORRAL**

Lõputöö

Juhendaja:

Stella Polikarpus, MA

Kaasjuhendaja:

Gert Teder, MA

Tallinn 2018

ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kaitsmine:
Töö pealkiri: „STANDARDTEGEVUSJUHISED GAASIGA SÕITVATE SÕIDUKITE AVARIIDE KORRAL”	
Töö pealkiri võõrkeeles: “STANDARD OPERATING PROCEDURES FOR GAS OPERATING VEHICLE”.	
<p>Käesolev lõputöö on kirjutatud teemal „Standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariide korral“. Töö põhiosa pikkus on 33 lehekülge ja 7 lisa. Töö koosneb kahest peatükist ja kümnest alapeatükist. Lõputöö pikkus on kokku 57 lehekülge. Lõputöö kirjutamisel on kasutatud 44 erinevat eesti- ja inglise keelset allikat. Lõputöös on 3 tabelit ja 16 joonist.</p> <p>Lõputöö eesmärgiks on välja töötada standardtegevusjuhised gaasiga sõitva sõiduki avarii korral tegutsemiseks, et tagada päästjatele ja avalikkusele ohutu sündmuse lahendamine. Tegevusjuhised testiti virtuaalsimulatsiooni keskkonnas erinevate õnnetuste korral ning need saab kasutusele võtta päästeteenistuses, selleks et sündmuskohal tegutsemine oleks turvalisem ja tulemuslikum. Seejärel autor analüüsis respondentide tegevusjuhiste kasutust ning tegi parandusi juhistes, et need oleksid päästeteenistuses rakendatavad. Autor tegi neli ettepanekut: 1) Rakendada standardtegevusjuhised päästeteenistuses; 2) Päästeteenistuses viia läbi koolitused gaasiautode kohta ja näidata päästemeeskondadele gaasiga sõitvat sõidukit õppe-eesmärgil; 3) Koostada standardtegevusjuhised elektriautode ja hübriidautode jaoks. 4) Muuta kohustuslikuks gaasiga autode tähistus gaasi seadmete paigaldamisel nende sõidukite kasutajatele.</p>	
Võtmesõnad: kokkusurutud maagaas, CNG, autogaas	
Võõrkeelsed võtmesõnad: gas car, compressed natural gas, standard operating procedures	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia	
Töö autor: Kristjan Ehastu	
<p>Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste tööde autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.</p>	
Allkiri:	
Vastab lõputöö nõuetele	Allkiri:
Juhendaja: Stella Polikarpus	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Gert Teder	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	Allkiri:
Kolledži direktor: Ain Karafin	Allkiri:

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
SISUKORD.....	3
MÕISTETE JA LÜHENDITE TÄHENDUS	4
SISSEJUHATUS	5
1. AUTOKÜTUSENA KASUTATAVAD GAASID.....	8
1.1 Kokkusurutud maagaasi (CNG) süsteemiga autod	12
1.2 Veeldatud maagaasi (LNG) süsteemiga autod	15
1.3 Vedelgaasielatud propaani ja butaani (LPG) süsteemiga autod.....	16
1.4 Gaasitanklad Eestis ja erinevad sõidukite mudelid	20
1.5 Juhised gaasiga sõitva auto avarii korral tegutsemiseks	21
2. STANDARDTEGEVUSJUHISTE TESTIMINE JA ANALÜÜS	23
2.1 Uuringu meetod ja protsess.....	23
2.2 Uuringu tulemused.....	24
2.2.1 Tegevuste analüüs	25
2.2.2 Testi tulemusel saadud standardtegevusjuhised.....	33
2.3 Järeldused ja ettepanekud	35
KOKKUVÕTE	37
SUMMARY	38
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	39
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	45
Lisa 1. Gaasiga sõitvate autode tähistused.....	47
Lisa 2. Gaasitanklad Eestis	48
Lisa 3. Tegevusjuhiste esimene versioon.....	49
Lisa 4. Stsenaariumi kirjeldused	51
Lisa 5. Uuringus osalejate nimekirja blankett.....	54
Lisa 6. Küsimused testijatele	55
Lisa 7. Selgitused tegevusjuhiste juurde	56

MÕISTETE JA LÜHENDITE TÄHENDUS

Autogaas - Autogaas on sise põlemismootoris kasutatav kütus, mis on alternatiiviks mootoribensiinile ja diislikütusele. (Olerex, 2017)

Butaan – Lõhnatu ja värvitu ballooniaas, C_4H_{10} . (Talvari, 2006, lk 145)

Maagaas - Maagaas on sarnaselt kivisöele ja toornaftale fossiilne kütus. (Sotsiaalministeerium)

Metaan - Metaan (CH_4) on lihtsaim süsivesinik, mis moodustab loodusliku maagaasi põhiosa (ca 97%). (Talvari, 2006, lk 145)

Propaan - Lõhnatu ja värvitu ballooniaas, C_3H_8 . (Talvari, 2006, lk 145)

Vedelgaas - Vedelgaas ehk propaan on värvitu, mittetoksiline, kuid kergelt narkootilise toimega gaas. (AGA, 2017)

CNG – Kokkusurutud maagaas (*Compressed natural gas*). (Eesti Gaas, A)

LNG - (*Liquefied natural gas*) ehk veeldatud maagaas saadakse tavalise maagaasi jahutamisel umbes -160 kraadini. (U.S. Department of Energy, 2017)

LPG – (*Liquid petroleum gas*) ehk autogaas või ballooniaas on üks kõige keskkonnasõbralikum autode sise põlemismootorites kasutatavatest kütustest. (Eesti Autogaas)

NGT – (*Natural Gas Technology*) ehk maagaasi tehnoloogia (MSM Group LLC, 2016)

PMJ – Päästemeeskonna juht

PÄKE – Päästejuhised keemiaõnnetustel.

SISSEJUHATUS

21. sajandil on üheks levinuks transpordiviisiks sõiduauto. Võiks öelda, et igas majapidamises on sõiduauto olemas. Ametlik statistika näitab, et aastal 2011 Eestis oli 1000 elaniku kohta 433 sõidukit ning aastaks 2015 oli see arv tõusnud 514ni (Statistikaamet, 2017). Kuigi üha enam leiavad kasutust alternatiivkütusega sõitvad autod nagu näiteks elektriautod, on siiski levinumaiks sõidukite tüübiks sise põlemismootoriga liikuvad sõidukid. Keskkonnasäästlikum mõttelaad ja kütuse hindade kallinemine on toonud kaasa gaasiga sõitvate sõidukite arvu kasvu. Üha enam kogub populaarsust surugaas (NGVA Europe, A, 2017). Gaas on odavam võrreldes bensiini ja diislikütusega, mistõttu selle kasutus suureneb Eestis (Eesti Gaas). Tallinnas kasutatakse gaasiga sõitvaid prügiautosid ja mitmes Eesti linnas liiguvad gaasiga sõitvad bussid (NGVA Europe, B, 2017). Samuti pannakse juba tehases uutele sõiduautodele peale gaasisüsteem.

Teema on aktuaalne, sest Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi Transpordi arengukava 2014-2020 järgi on pandud peamine rõhk alternatiivkütuste kasutamise laiendamisele. Biometaani kasutuselevõtt on 2020.a perspektiiv. Esimeses faasis on soovitatav surugaasibusside kasutuselevõtta, mis aitaks luua kriitilise nõudluse gaasi järele ning soodustaks seeläbi teiste gaasil töötavate maantesõidukite turupõhist kasutuselevõttu ja seejärel biometaanile üleminekut (Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2013). Siseturvalisuse teenuste arendamisel arvestatakse, kuidas on muutunud õnnetussurmade arv. Liikluses hukkunute arv on viimase kümne aasta jooksul märkimisväärselt vähenenud. Samas on inimeste ohutunne suur, sest elanikud osalevad liikluses iga päev (Siseministeerium, 2015). Statistikaameti järgi on viimase 7 aasta jooksul täheldatud liiklusõnnetuste arv tõuse ja langusi. Vaadates viimast kolme aastat, siis aastatel 2016 ja 2017 on liiklusõnnetuste arv suurem kui 2015-ndal aastal. Aastal 2015 oli liiklusõnnetusi 1376, 2016 oli 1468 ning 2017 oli 1406 liiklusõnnetust (Statistikaamet, 2018). See teeb päevas 3,81 liiklusõnnetust aastal 2015, aastal 2016 3,99 liiklusõnnetust päevas ning aastal 2017 3,85 liiklusõnnetust päeva. Gaasiga sõitvate autode arvu tõusuga kaasneb tõenäosuse kasv, et gaasiga sõitvad sõidukid osalevad liiklusõnnetuses.

Aastal 2015 Indianopolises oli juhtum, kus CNG-ga sõitev prügiauto läks põlema. Kohale tulnud päästjad asusid prügiautot kustutama ja jahutasid CNG balloone, kuid just selle

tegevuse tõttu kaks ballooni plahvatasid. Plahvatuse käigus lendasid autotükid 100 m kaugusele. (Smith, 2016) Balloonide mittejahutamise oleksid nad hoidnud plahvatuse ära. Antud juhtumist saab järeldada, et päästjatel puudusid teadmised süttinud gaasiga sõitva auto kustutamiseks. Töö aktuaalsus seisneb selles, et gaasiga sõitvaid autosid on hakatud tootma laiemalt ja nende mudelite arv on kasvanud viimastel aastatel. Ilmselt on muutunud need tavakasutajale kättesaadavamaks hindade odavnemise tõttu.

Lõputöö on kirjutatud uudsel teemal. Sarnasel teemal G.Teder on koostanud õppematerjali liiklusõnnetustele reageerimiseks ja Hinno Üprus (2012) on koostanud lõputöö elektriautode ohutusest kustutus ja päästetöödel, kuid autorile teadaolevalt ei ole seni gaasiga sõitvate autode ohte ja riske päästesündmustel Eestis uuritud. Sisekaitseakadeemias on kirjutatud mitmeid lõputöid, kus on koostatud standardtegevusjuhiseid (Õunapuu, 2015, „Gaasiavariide standardtegevuste juhised“), kuid senini ei ole tegevusjuhiste sobivust hinnatud virtuaalsimulatsioonis õnnetusstsenaariumi lahendamise käigus.

Gaas on tule- ja plahvatusohtlik aine, mistõttu õnnetusse sattunud gaasisõiduk võib ohustada lisaks avalikkusele esmareageerijaid. Lõputöös käsitletakse keskset uurimisprobleemi, kuidas vähendada gaasiga sõitva sõidukite avariikorral ohte ja riski esmareageerijatele?

Uurimisprobleemist lähtudes püstitati uurimisküsimused:

- 1) Millele peaks päästjad tähelepanu pöörama kui õnnetusse on sattunud gaasiga sõitev sõiduk?
- 2) Kuidas on võimalik gaasiga sõitvast avariilisest sõidukist tulenevaid ohte ja riske maandada?

Lõputöö eesmärk on välja töötada standardtegevusjuhised gaasiga sõitva sõiduki avarii korral tegutsemiseks, et tagada päästjatele ja avalikkusele ohutu sündmuse lahendamine.

Eesmärgi saavutamiseks püstitatakse järgmised uurimisülesanded:

- Teoreetiliste allikate analüüsi käigus selgitada välja gaasiga sõitva sõiduki tööpõhimõtted.

- Koostada standardtegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite avariidele reageerimiseks.
- Testida standardtegevusjuhiseid päästemeeskonna juhtidega virtuaalsimulatsioonis sündmuste lahendamisel ning teha parandused juhistesse, et need oleksid päästeteenistuses rakendatavad.

Lõputöö koosneb kahest peatükist, millest esimene peatükk on teoreetiline ja kirjeldab teoreetiliste allikate analüüsi käigus autokütusena kasutatavaid gaase, gaasiseadmete tööpõhimõtteid. Peatükis tuuakse välja peamised gaasisõidukite ehituslikud alused. Peatüki lõpus on kirjas Eestis kasutusel olevad gaasitanklad ja levinumad sõidukid maailmas, mis kasutavad gaasi kütusena. Teine peatükk on töö empiiriline osa. Kus kirjeldatakse õnnetuse stsenaariumi ja selle lahendamisel juhiste testimine päästemeeskonna juhtide (PMJ) poolt. Andmete kogumiseks kasutati videosalvestusi ja küsitlust ning juhiseid täiendati vastavalt PMJ ettepanekutele.

Lõputöös testiti teoreetiliste allikate baasil koostatud juhiseid. Juhiste kasulikkuse ja täiendamise kohta koguti infot ettevalmistatud stsenaariumi alusel. Eesmärk oli analüüsida teavet uuritavate objektide kohta uurija valitud ja loodud erinevates situatsioonides. Uuritavaks objektiks oli autori poolt koostatud standardtegevusjuhised, mida kasutati kahes erinevas stsenaariumis. Testimise ajal salvestatud videomaterjalile tehti audio- ja visuaalsete materjalide analüüs, eesmärgiga parandada juhiste sõnastust.

1. AUTOKÜTUSENA KASUTATAVAD GAASID

Peatükis antakse ülevaade peamistest gaasidest, mida kasutatakse kütusena sisepõlemismootoritel. Põhiliselt kasutatakse sõiduautodel kahte tüüpi gaase: Kokkusurutud maagaasi ehk *Compressed natural gas* (edaspidi CNG) ja veeldatud gaasi ehk *Liquified petrol gas* (edaspidi LPG). Lisaks leiab kasutust veoautode ja laevakütusena veeldatud maagaasi ehk *Liquified natural gas* (edaspidi LNG). Tabelis 1 on toodud autokütusena kasutatavate gaaside omadused ja nende omavaheline võrdlus. Tabelist selgub, et kui LNG ja LPG võivad põhjustada BLEVE ohtu, siis CNG põhjustab gaasi mahuplahvatuse ohtu.

Tabel 1. Autokütusena kasutatavate gaaside võrdlustabel (Talvari, 2006; autori koostatud)

OMADUSED	AUTOGAASID				
	Metaan – CNG	Metaan – LNG	Propaan	Butaan	LPG
Tulekahju korral tekkivad ohud	Mahuplahvatus	BLEVE oht	-	-	BLEVE oht
Rõhud balloonides	200 bar	8,5 bar	-	-	20 bar
Kogused balloonides	Toroidaalne balloon- (34-95l) Silindriline balloon – (40-250l)	275l – 495l (veoautod)	-	-	-
Sulamistemperatuur	-184 °C	-	-135 °C	-135 °C	-
Keemistemperatuur	-162 °C	-160...-162	-42 °C	-0,5 °C	-
Füüsikalised omadused	Lõhnatu, värvitu, hajub õhku	Lõhnatu, värvitu, läbipaistev, koguneb maapinnale	Lõhnatu, värvitu	Lõhnatu, värvitu	Lõhnatu, värvitu gaas. Koguneb maapinnale
Tihedus vee suhtes	-	0,42 (-162°C)	0,58	0,60	-
Leekpunkt	-	-188 °C	-42 °C	-60 °C	-
Isetsüttimistemperatuur	287 °C	-	460 °C	372 °C	-
Plahvatusohtlik kontsentratsioon õhus	44000...165000 ppm	Peab aurustuma, siis sama mis CNG-l	22000...95000 ppm	15000...85000 ppm	-
Alumine plahvatuspiir	4,4 %??	-	2,2%	1,5%	-
Ülemine plahvatuspiir	16,5 %	-	9,5%	8,5%	-

Maagaas sisaldab 98% metaani (CH₄), mis on väga tuleohtlik. Sisuliselt võib rääkida maagaasist kui metaanist. Puhtal kujul on maagaas õhust kergem, lõhnatu ja maitsetu gaas (vt tabel 1), kuid gaasiettevõttes lisavad sellele lõhnaainet, et seda oleks lekke korral kerge avastada. Ohutuse seisukohalt on õhust kergem olemine suur eelis, lekke korral hajub õhust kergem surugaas atmosfääris. Maagaasi lõhnastamiseks kasutatakse spetsiaalset lõhnaainet (THT). Lõhnaaine C₄H₈S osakaal tootes on 10...15 mg/m³. Maagaas on sarnaselt kivisöele ja toornaftale fossiilne kütus. Fossiilkütused tekkisid taimede ja loomade jäänuste ladukihtidest kuumuse ja rõhu toimel tuhandete aastate jooksul. Taime- ja loomajäänustest pärit energia on salvestunud maagaasi süsinikuna. Eestisse jõuab maagaas peamiselt torustranspordiga Venemaalt. (Sotsiaalministeerium) Maagaasi kasutamine kütusena on mugav ja majanduslikult efektiivne. Gaasi hind on võrreldes teiste kõrge kütteväärtusega kütusega konkurentsivõimeline. Gaasi ülekandmisel ja jaotamisel on kaod minimaalsed ning gaasi kasutamisel on kütteseadmeid ja tehnoloogilisi protsesse lihtne automatiseerida. Kaasaegsed gaasiseadmed on kõrge kasuteguriga, ohutud ning töökindlad. (Grupp Fortum)

Prognoositavalt jagub maagaasi varusid veel umbes 60 aastaks. See on ka põhjus, miks autotootjad on võtnud sihiks CNG-sõidukite tootmiskaotuste kasvatamise. Kui maagaasi varud ammenduvad, saab selle asendada biogaasist toodetava biometaaniga. Seetõttu nimetatakse CNG-d taastuvaks loodusvaraks, naftagaas LPG aga loetakse fossiilkütuseks. (Haymarket Media Group, 2018)

Surugaas (CNG - Compressed natural gas) on kokkusurutud maagaas (vt tabel 1), milles metaani (CH₄) sisaldus on vähemalt 97% (Haymarket Media Group, 2018). Keskkonnasõbralik CNG CO₂ emissioon on ca 25% väiksem kui bensiinil. Khan (2013, p. 2) väidab, et paljud sõidukid, millel heitgaaside kogus ületab normi on võtnud lähiaastatel suuna minna vedelkütuse pealt üle kokkusurutud maagaasile. CNG täielikult põlemisel jääb sellest järele vaid süsihappegaas ja veeaur. (Eesti Gaas)

Maagaasi mõju tervisele: Maagaas ei ole mürgine ega sööbiv. Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab peeringlust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu. Hapniku puuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatavas õhus. Segus õhuga süttib metaan mistahes süüteallika toimel, kuna moodustab õhuga kergesti plahvatusohtliku segu. Gaasipilv võib liikuda lekkest kaugele enne plahvatusohtliku kontsentratsiooni moodustumist. Kui gaasi

lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha juurde. Põlemisel tekivad süsinikdioksiid (CO_2), vesi (H_2O) ja süsümonooksiid (CO). Kokkupuutel tugevate oksüdeerijatega, näiteks kloor ja veeldatud hapnik, tekib plahvatus. **Esmaabi andmine:** evakueerida ohutusse kaugusesse ning liikuda värske õhu kätte. Eemaldada riided, millesse gaas on imendunud. Hingamisraskuse korral manustada hapnikku. Katta kannatanu soojalt kinni. (PÄKE, 2017, lk 314)

LNG (*Liquefied Natural Gas*) on maagaas (valdavalt metaan (CH_4)), mis on jahutatud kuni veeldumistemperatuurini $-162\text{ }^\circ\text{C}$ (vt tabel 1). Veeldumisel LNG-ks väheneb maagaasi ruumala 600 korda. Maagaasi veeldamise tehnoloogia teeb võimalikuks LNG transportimise spetsiaalsete tankeritega (sisuliselt termostega) suurte vahemaade taha ning LNG kaod ei ületa ka pikkadel reisidel 1 -2%. (Baltigaas)

Üks liiter veeldatud maagaasi on võrdne 600 liitrit maagaasiga rõhul 1 bar, ehk siis võrreldes normaalrõhuga väheneb maagaasi maht veeldamisel 600 korda ja võrreldes 200 bar rõhu all oleva surumaagaasiga väheneb sama koguse energia transportimiseks maht 3 korda. Ühtlasi on veeldatud gaasi kütteväärtus ruumalaühiku kohta kõrgem võrreldes maagaasiga. Veeldatud gaas on alla kriitilise temperatuuri vedelikuks kokkusurutud gaas või gaasisegu. Selle põhjusega kasutatakse LNG-d kütusena suurtel veoautodel ja laevadel, kuna nad läbivad suuri vahemaid. (Trink ja Oja, 2014)

Mõju tervisele ja olemus: Samuti ei ole mürgine ega sööbiv. Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab pearinglust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu (hapniku puuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatvas õhus. Kokkupuutel vedelgaasiga tekivad külmakahjustused. Lekkimisel võib tekkida maapinnale udu/aur. Ajapikku aurustunud kütus soojeneb ja hajub. Gaasina eriti kergesti süttiv. Vedelikuna ei põle. Veeldatud olekust läheb soojenedes kiiresti gaasilisse olekusse. Segus õhuga süttib mistahes süüteallika toimel. Moodustab õhuga plahvatusohtliku segu. Aurustudes liigub külm gaasipilv esialgu maapinna lähedal, hajumise kiirus sõltub ilmastikutingimustest. Gaasipilv võib liikuda lekkest kaugemale enne plahvatusohtliku kontsentratsiooni moodustumist. Kui gaasi lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha/lombi juurde. Vee juhtimine vedelgaasi lompi kiirendab metaani keemist ja aurustumist. Kokkupuutel tugevate oksüdeerijatega (kloor ja veeldatud hapnik) tekib plahvatusoht. **Esmaabi andmine:** Evakuatsioon ohutusse kaugusesse ning liikuda värske õhu kätte. Aine sattumisel nahapinnale eemaldada

ettevaatlikult kannatanu riided, millesse gaas on imendunud. Hingamisraskuste korral manustada hapnikku. Katta kannatanu soojalt kinni. (PÄKE, 2017, lk 312)

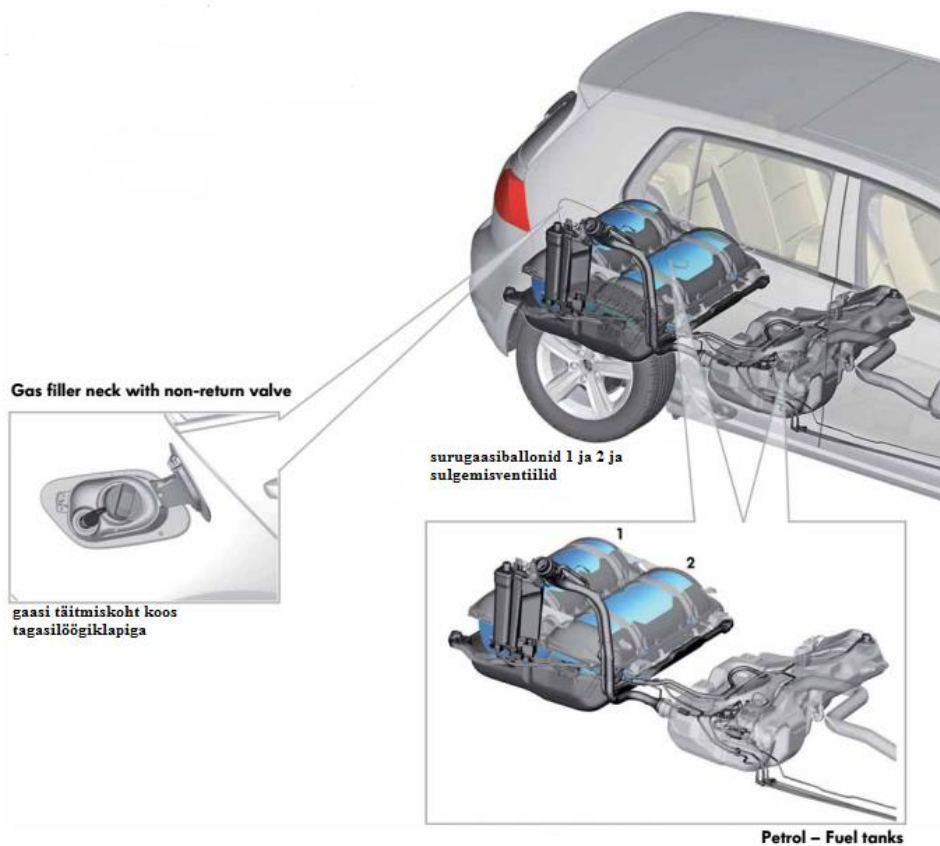
Propaan ja butaan on lõhnatud, värvitud gaasid (vt tabel 1). Propaani keemiline valem on C_3H_8 . Butaani keemiline valem on C_4H_{10} . Balloongaasile lisatakse väikeses koguses väga iseloomuliku ebameeldiva lõhnaga orgaanilisi väevliühendeid merkaptaane (tioalkohole). Seda selleks, et gaasiballooni või torustiku leke oleks kergemini avastatav. Propaan ja butaan on metaaniga võrreldava kütteväärtusega gaasid, põlemissoojusega vastavalt 46,45 MJ/kg ja 45,69 MJ/kg, mistõttu neid kasutatakse küttegaasina. Transpordil tuleb teda tähistada kui põlevgaas (Flammable Gas). Transporditakse veeldatud kujul rõhu all vastavates mahutites (raudteesistern, autoveok jm), gaasina atmosfäärirõhul transporditakse ka torujuhtmeid pidi. (Talvari, 2006)

Üsnagi levinud gaas on LPG (vt tabel 1), mida tuntakse ka autogaasi nime all. LPG ehk veeldatud gaas on propaani- ja butaanipõhine. Ta on õhust raskem, mistõttu lekete korral koguneb see madalatesse kohtadesse ja segunedes õhuga moodustab plahvatusohtliku segu palju laiemas kontsentratsioonide vahemikus kui LNG. Gaasi segu on värvitu. Autoballoonides on gaasisurve 20 bar (vt tabel 1). (Baltigaas). **Mõju tervisele ja olemus:** Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab peeringlust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu (hapnikupuuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatavas õhus). Kokkupuutel vedelgaasiga tekitab külmakahjustusi. Eriti kergesti süttiv gaas. Lekke korral tekib väljas suur tuleoht ja siseruumides lisaks plahvatusoht. Segus õhuga süttib mistahes süüteallika toimel ning gaas põleb mühinal. Kui gaasi lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha juurde. Vabanenud veeldatud gaas läheb kiiresti gaasilisse olekusse. Ühest liitrist veeldatud gaasist võib aurustumisel moodustuda 3–12 m³ süttivat segu. Põlemisel tekivad süsinikdioksiid (CO₂), vesi (H₂O) ja süsinikmonoksiid (CO). Võib reageerida tugevate oksüdeerijatega (PÄKE, 2017, lk 340). Kui on tegemist LPG sõidukiga, siis 19 liitri mahuga ballooniga tekkiv tulekera läbimõõt on 12m ja ohutu kaugus on vähemalt 48m. Enamjaolt on gaasiballoonid paigutatud sõidukite põhja alla või pagasiruumi. Kui tekib plahvatus, siis auto võib summutada tulekera ja plahvatusala on väiksem. (Talvari, 2006) **Esmaabi andmine:** Evakuatsioon ohutusse kaugusesse ning liikuda värske õhu kätte. Eemaldada riided, millesse gaas on imendunud. Vedeliku sattumisel nahapinnale eemaldada ettevaatlikult kannatanu riided. Vältida alajahtumist. (PÄKE, 2017, lk 340)

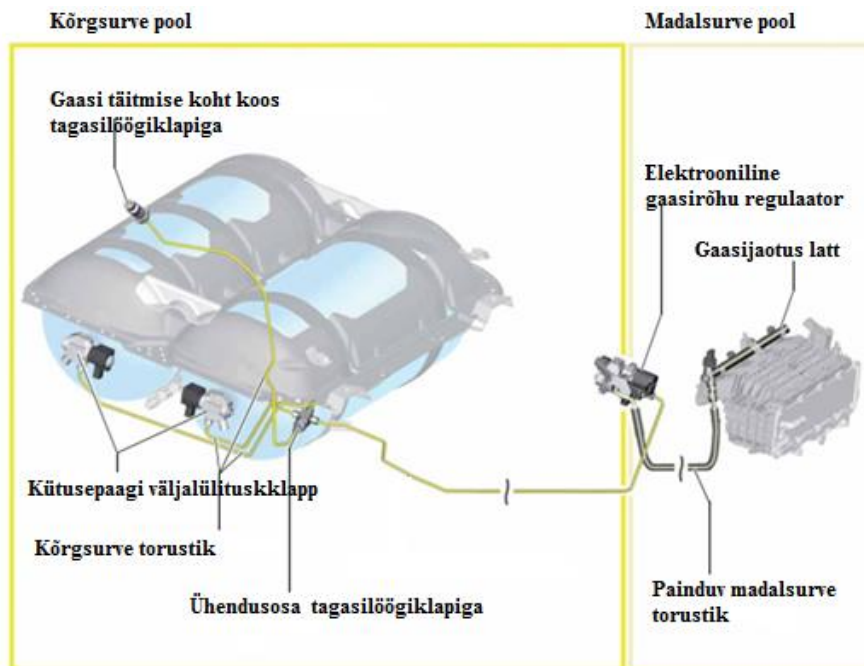
1.1 Kokkusurutud maagaasi (CNG) süsteemiga autod

Statistical Report väitel on 2016 aasta seisuga Eesti liikluses 1504 CNG autot. (NGVA Europe, 2017) CNG süsteemi kirjeldamiseks kasutab autor MøllerGruppen`st saadud koolitusmaterjali. Sellist tüüpi sõidukeid esineb Eesti teedel. Antud peatüki järgnevatel jooniste 1 ja 2 järgi tehakse CNG süsteemi tutvustus. Joonistel 1. ja 3. on kujutatud Volkswagen Golf/Golf Estate TGI Bluemotion. Auto joonis poolitatud ja pandud kahele erinevale lehele. Antud automarki ja mudelit ei ole kasutatud autori eelistuste kohaselt, vaid materjali kättesaadavuse tõttu. Autor ei propageeri näitena toodud automarki ega mudelit, vaid illustreerib, milliseid gaasiga sõitvaid sõidukeid kohtab tänavapildis. Sõidukil on peale installeeritud kahe kütusega sõitev süsteem. See tähendab, et sõiduk sõidab nii bensiinikütusega kui ka CNG gaasiga. Sõiduk käivitub ja sõidab ökonoomsemalt ja keskkonnasõbralikumalt gaasi pealt. Gaasipaakide maht on umbes 15 kg 200 baarise survega, kui ümbritsev temperatuur on 15 kraadi. Kütust kulub 100 km peale 3,4 kg kõrgsisaldusega maagaasi. Selle kogusega saab sõita umbes 440 km, kui autol on 7 käiguline topeltsiduriga automaatkäigukast DQ200. Teisalt bensiinipaagi mahutavus on 50 liitrit ning kütust kulub 100 km peale 5,0 liitrit ja kilomeetreid läbib sellega umbes 1000. Volkswagen AG (2013, pp 4-5).

Vaadeldaval sõidukil (joonis 1. ja 2) on peal 2 terasest gaasiballooni. Üks paak on 7,5kg mahutavusega. Igal balloonil on peal voolupiirajad ehk sulgemisventiilid (joonis 1) , mis on avatud seljuhul kui automootor töötab ja kasutab kütuseks gaasi. Voolupiirajad on avariiklapid ja need asuvad balloonide küljes (joonis 1). Need on omakorda varustatud mehaaniliselt sulgeva ventiiliga ja termilise klapiga (joonis 1). Balloonidele on peale pandud 3 kihti värvi, suurendamaks vastupidavust kriimustustele ning korrosioonile. Vedel kütusepaakidel on ainult 2 kihti värvi. Kui termoklappi kuumutada 110 kraadini, siis mingi aja jooksul termoklapp sulab ja balloonist lekib gaas kontrollitud kiirusega välja. (Volkswagen AG, 2013)

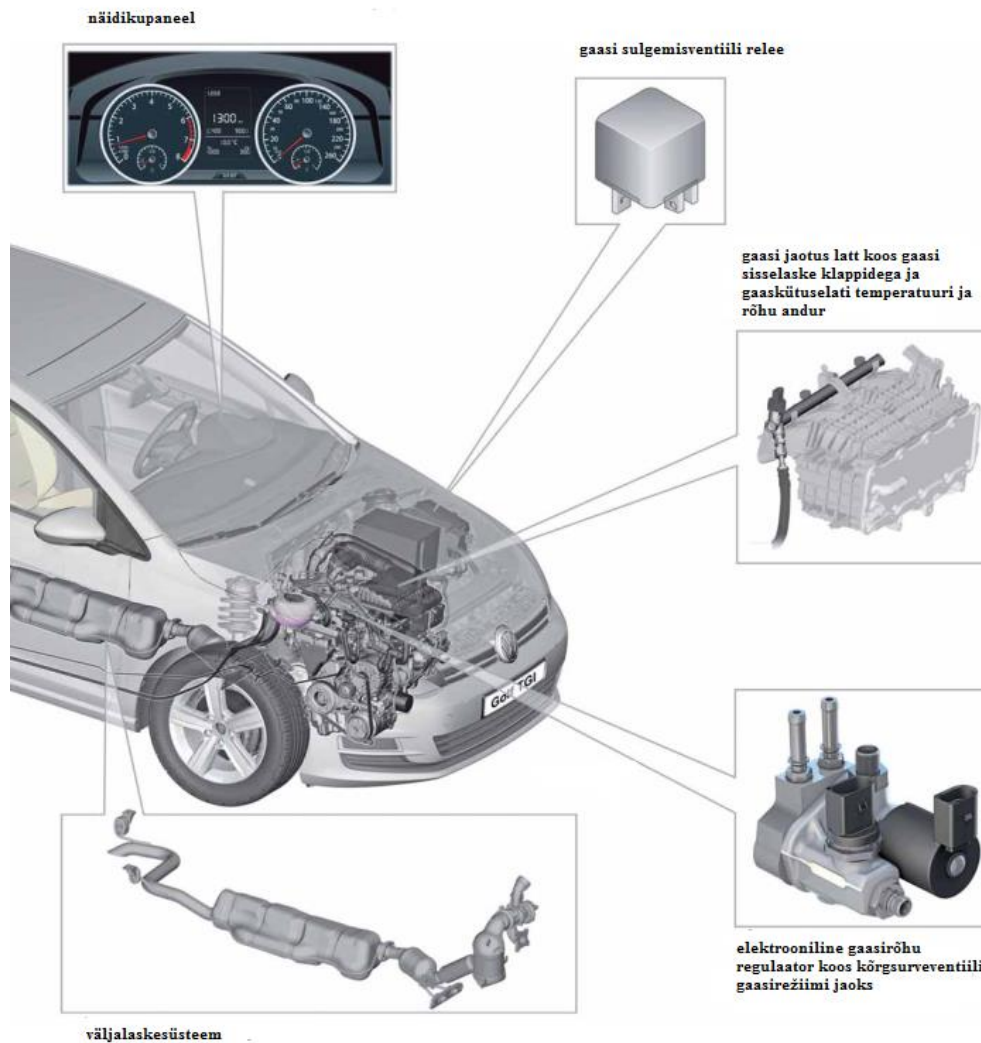


Joonis 1. Volkswagen Golfi näitel CNG süsteem auto tagaosas (Volkswagen AG, 2013, lk 4)



Joonis 2. CNG süsteemi kõrgsurve ja madalsurve osad (Volkswagen AG, 2013)

Kõrgsurve poole peal on 200 baari gaasiballoonides, balloonidest edasi torustikus on surve 20 bar. Edasi madalsurve poolel, elektroonilisest regulaatorist (joonis 2) vähendatakse rõhku vahemikku 5-9 baari. See kõik toimub tavatingimustes. Tulekahju korral termiline klapp soojeneb ja sulab. Selle tagajärjel lastakse kogu süsteem gaasist tühjaks plahvatusohu vältimiseks.



Joonis 3. Volkswagen Golfi näitel CNG süsteem auto eesosas (Volkswagen AG, 2013, lk 5)

Joonisel 3 on näidatud sõiduki tööpõhimõttest tulenevad vajalikud osad. Välja on toodud peamised komponendid: elektrooniline gaasirõhu regulaator koos kõrgsurveventiiliga gaasirežiimi jaoks. Joonisel 3 on näidatud, et gaas liigub gaasijaotus latti ja sealt edasi töösilindritesse.

Kokkusurutud maagaasiga sõitvatel autodel on originaaltähistus tagumiseluugi peal ECOFUEL, samuti võib olla tähistusi nagu CNG, BIPOWER, NATURAL POWER, NGT (vt. Lisa 1 joonised). Väga paljudel sõiduitel puudub selline tähistus, kuna ei kehti nõuet, kus gaasiga sõitev auto peab olema tähistatud. Gaasilekke korral võib CNG puhul tunda kerget mädamuna haisu. Sündmuskohal kõige paremaks indikaatoriks on tähistus. Tähistus edastab esmareageerijatele ohu, et sõidukil võib liiklusõnnetuse tagajärjel tekkida gaasileke. Gaasilekkega võib kaasned risk, mille tagajärjel võib toimuda tulekahju või plahvatus. (Teder, 2015)

1.2 Veeldatud maagaasi (LNG) süsteemiga autod

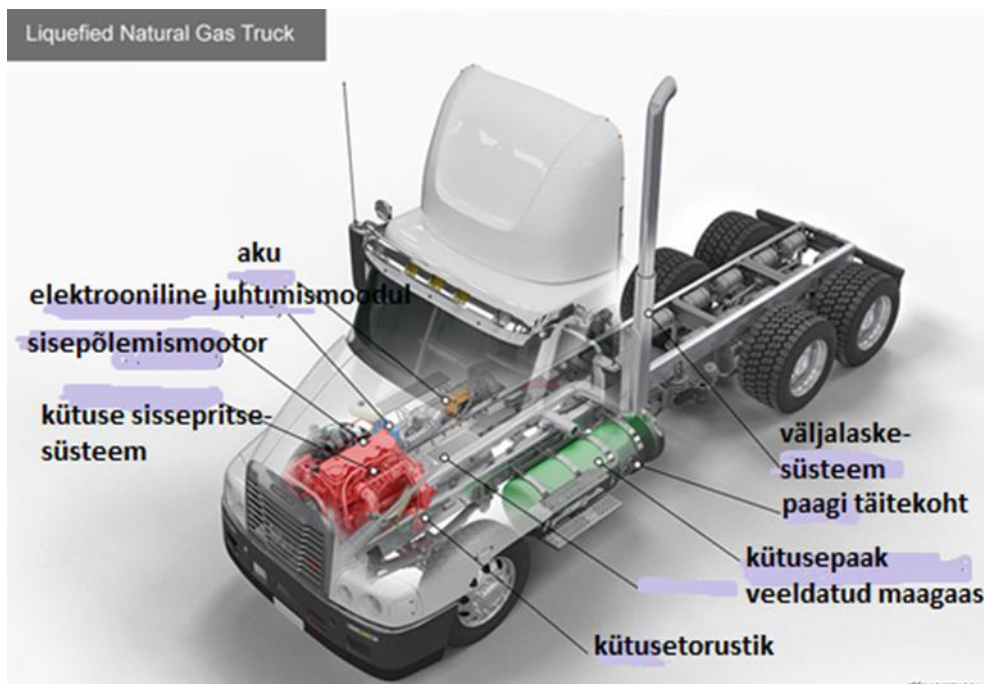
Veeldatud maagaasi (LNG) sõidukid töötavad samataoliselt nagu bensiinimootoriga sõidukid, millel on sädesüütega sise põlemismootor. Maagaas on ülijahutatud ja krüogeenselt hoiustatud vedelal kujul, tavaliselt veoauto küljel asuvas paagis (joonis 4). LNG on tavaliselt kallim võimalus kui kokkusurutud maagaas ja see on rohkem, leidnud kasutust suure jõudlusega sõidukite hulgas, nagu näiteks veoautod, millega läbitakse suuri vahemaid. (U.S. Department of Energy, 2017)



Joonis 4. Kontseptsioon LNG tanklast kuni mootorsõiduki mootorini (Trink & Oja, 2014)

Joonis 4-ga juhitakse tähelepanu soojusvahetile, mis asub auto kütusepaagi ja mootori vahel. Seevastu joonisel 5 on kujutatud LNG-ga sõitvat veoautot koos gaasi süsteemi nimetustega. Kuna LNG gaas on jahutamisega veeldatud olekus, siis selle gaasilises olekus kasutamiseks muudetakse seda soojusvaheti abil. LNG mootorsõiduki puhul on veeldatud maagaas isoleeritud kütusepaagis 8,5 bar rõhul (temperatuuril -162 C) (vt tabel

1). Aastaks 2014 oli teada, et Põhja-Ameerikas on igapäevases kasutuses ligikaudu 4 000 raskesõidukit ja samapalju ka Hiinas. Euroopas sõitis ligikaudu 200 LNG-d kasutavat raskesõidukit. Näiteks Volvo kui Scania on arendanud viimasel ajal jõudsalt raskesõidukite tööstust LNG suunas. Kanada ettevõtte Westport arendab LNG tehnoloogiaid masinatööstuses juba aastakümneid, ühtlasi tehakse tihedalt koostööd nii Scania kui Volvoga. Euroopa veoautotööstuses on hakanud LNG sõidukeid arendama lisaks eelpool mainitutele ka Iveco ja Mercedes. (Trink & Oja, 2014)



Joonis 5. LNG süsteemi kirjeldus veoauto põhjal (U.S. Department of Energy, 2017)

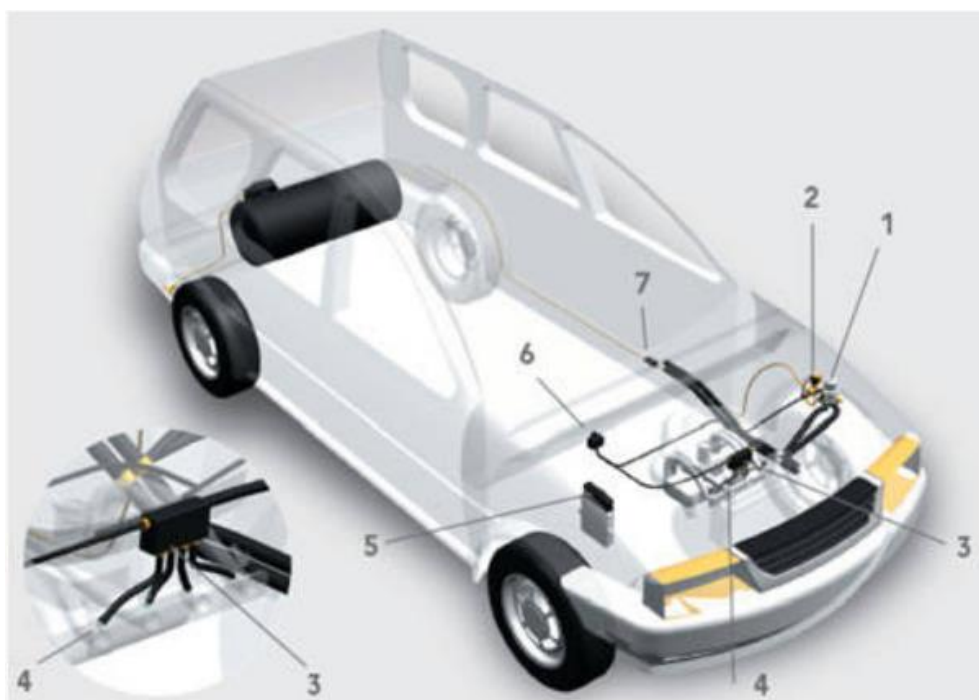
1.3 Vedelgaasielatud propaani ja butaani (LPG) süsteemiga autod

Mootor, mis kasutab LPG-d on põhimõtteliselt sama, mis kasutab bensiinikütusena sisepõlemismootor. Kaks põhilist erinevust sisepõlemismootoritel on kütus ise ja kütuse hoiustamine ning sisselaske-süsteemid. Mootoriplokk, kolvid, süüteküünlad, süütesüsteem, määrded ja elektripool jäävad kõik samaks. Oktaani arv on LPG-l üle 100, seega saab vedelgaasi kasutada kõigis bensiinimootorites. See võimaldab kõrgemat kompressiooni näitu, millega suureneb võimsus. LPG propaan süttib temperatuuril 470

°C. Maailmas on umbkaudu 25 miljonit LPG jõudlusega sõidukit. LPG autod võivad olla ühe kütuse baasil või kahe kütusega, seega, kas auto sõidab LPG-ga, mida tuntakse ka autogaasi nime all või bensiiniga. LPG-ga võivad sõita erinevad autod, näiteks väiksemad kaubaautod või sõiduaudod. Autogaasiga mootoritel on väiksemad hoolduskulud ja autogaas on ise odavam kui bensiin või diisel. Autogaasi paagid on tavaliselt keevitatud raske kaliibriga terasest. Terasse paksus jääb vahemikku 3 kuni 6 mm. Need rohkem vastupidavamad kui tüüpilised bensiini- või diiselmootoripaak. (Eric Hahn)

Gaasiseadmeid on olemas viis põlvkonda, sõltuvalt bensiinitoitesüsteemi iseärasustest (GAZNET, 2015, A):

1. Põlvkond on mõeldud karburaatormootoritele.
2. Põlvkond on loodud eelkõige monopritsemootoritele, mis on varustatud lamda anduri ja katalüütilise neutralisaatoriga.
3. Põlvkond on vahepealne süsteem monopritse ja sissepritsemootirtega sõidukitele.
4. Põlvkond on loodud kaasaegsematele argpritsemootoriga sõidukitele.
5. Põlvkond on loodud otsepritsemootorites (*Gasoline Direct Injection*)



- 1- Aurusti; 2- vedelgaasiklapp; 3- sisselaskekollektor; 4- gaasijaotuslatt koos pihustitega; 5- juhtblokk; 6- rõhu sensor; 7- gaasitoru

Joonis 6. LPG süsteemi joonis (GAZNET, 2015, A)

LPG süsteemi kirjeldamiseks kasutab autor IV põlvkonna gaasiseadme tööpõhimõtet (joonis 6). Põhjusega, et sellist tüüpi süsteemi leidub enim liikluses. Järelturu gaasiseadmed paigaldatakse enamasti kaasaegsemate mootoritega sõidukitele. Vedelgaas jõuab aurustini (1) läbi vedelgaasiklapi (2), mis on avatud olekus ainult siis, kui sõiduk sõidab gaasiga (vt joonis 6). Vedelgaas aurustatakse reductoris, kus tema rõhku vähendatakse. Aurustist liigub gaasilises olekus vedelgaas pihustiplokini (3) vaakumis sisselaskekollektorisse. Regulaatori ülemine kamber, kus asub kalibreerimisvedru, on ühendatud voolikuga sisselaskekollektori külge. Kalibreeritud pihustiploki düüsid on ühendatud kummist vooliku abil düüsidega sisselaskekollektori küljes, läbi mille liigub vedelgaas mootorisse. IV põlvkonna süsteem on loodud spetsiaalselt katalüsaatoriga sõidukitele ja seepärast on tal ka juhtplokk (5), mis kontrollib elektrilist sissepritset pihustiplokis, garanteerib perfektse gaasisegu, edastades signaali rõhu sensorile (6) ja gaasipritse töö aja (joonis 6). Gaasiga sõitmise ajal on bensiini sissepritse juhtplokkis asuva elektroonilise seadme poolt katkestatud. Kütust, mida juht sõitmiseks tahab kasutada (kas vedelgaas või bensiin), saab valida salongis asuvast lülitist, kust näeb ka gaasi taset paagis. (GAZNET, 2015, A)



Joonis 7. Gaasiballooni paigutus pagasiruumis (Alborz Fallah, 2006)



Joonis 8. Gaasiballooni paigutus varuratta asemel (Haymarket Media Group, 2018)

Pagasiruumi pandud LPG-gaasi paake võib kohata igapäeva liikluses liikuvatel sõidukitel. Tavaliselt esineb selliseid paigaldusviise vanematel sõidukitel (vt joonis 7). Uuematel sõidukitel paigaldatakse gaasiballoon pagasiruumi varuratta asemele (joonis nr. 8), kuna selline paigaldusviis säästab ruumi pagasnikus. Esmase vaatluse tulemusel on raske tuvastada, kas auto kasutab LPG-d kütusena või ei. Kuid kui otsides gaasitankimis kohta, on võimalik tuvastada gaasiga sõitavat autot. Joonisel 9 on näidatud punase ringiga võimalikust gaasitäitmis asukohast auto tagumise pamperi küljes.



Joonis 9. LPG täitmiskoht taga paremal all pamperil. (Robert Markowski , 2014)

Joonisel 9 on näha sõiduki tagumisel pamperil paremas all ääres täitmiskoht. Selline täitmiskoht on iseloomulik gaasiautodele, millele on süsteem ise paigaldatud. Täitmiskohta on suhteliselt raske märgata, kuna see asub pamperi all osas.

1.4 Gaasitanklad Eestis ja erinevad sõidukite mudelid

Gazneti allika järgi on 2018 aastal Eestis surugaasi tanklaid 11 (vt. Lisa 2). Palju rohkem on vedelgaasi tanklaid. Nimelt on vedelgaasi tankalid 62, millest Tallinnas asub 21. (GAZNET , 2015, B)

Näited, milliseid maagaasil sõitvaid autosid toodetakse (NGVA Europe, 2017):

- **Sõiduautod:** Fiat Qubo 1.4 8V Natural Power Dynamic; Fiat Doblo 1.4 T-Jet 16V Natural Power; Fiat Grande Punto Natural Power 1.4 8V; Fiat Panda 1.2 8V Bipower; Fiat Panda 0,9 Turbo Natural Power; Mercedes Benz B 180 NGT BlueEFFICIENCY; Mercedes Benz E 200 NGT; Opel Combo 1.6 CNG ecoFlex; Opel Zafira Classic 1.6 CNG ecoFlex Turbo; Opel Zafira 1.6 CNG Tourer Turbo; Volkswagen Caddy Life EcoFuel; Volkswagen Caddy Maxi 2.0 EcoFuel; Volkswagen Passat Variant TSI EcoFuel; Volkswagen Touran EcoFuel; Volkswagen Cross Touran EcoFuel
- **Tarbesõidukid:** Citroen Berlingo bivalent; Fiat Doblo Cargo 1.6. 16V Natural Power; IVECO Daily 3.0 CNG; IVECO Daily 3.0 CNG porte; Mercedes Benz ECONIC NGT; Mercedes ECONIC NGT 1828; Mercedes Sprinter 316 NGT; Opel Combo 1.6 CNG EcoFlex kaubik; VW Caddy 2.0 EcoFuel kaubik
- **Bussid:** Irisbus Citelis; Irisbus IVECO Minibus; Man Lion's City CNG; Mercedes Benz Citaro (EVOBUS)

Käesolevas peatükis tuuakse välja sõidukid, mis leiavad kasutust maailmas ning mõned sõidavad ka Eesti teedel igapäevaselt. Sõiduautodest liigub näiteks Eestis Mercedes Benz E 200 NGT; Opel Zafira 1.6 CNG Tourer Turbo ja Volkswagen Passat Variant TSI EcoFuel. Üha enam koguvad populaarsust Volkswageni mudelid, mis tõttu võib järeldada, et järjest enam enam liigub gaasiga sõitvaid autosid. Igapäevselt sõidavad linnas ühistranspordid. Linnaliini bussideks on näiteks Solbus Solcity SM12 CNG (vt. Joonis 10)



Joonis. 10 Pärnu linnaliinibuss, Solbus Solcity SM12 CNG № 183 BNC (Сергей Якунин, 2015)

1.5 Juhised gaasiga sõitva auto avarii korral tegutsemiseks

Peatükis antakse ülevaade, kuidas tegevusjuhised koostati päästemeeskonnale liiklusõnnetusel tegutsemiseks, kui avaris osaleb gaasiga sõitev sõiduk. Autor kasutas standardtegevusjuhitse koostamiseks vidematerjali, kus kirjeldatakse gaasiga sõitvaid sõidukeid. WEBER- HYDRAULIK oli avaldanud video „Erdgas- und hynridfahrzuege“. Juhiste koostamisel pöörati tähelepanu eelkõige CNG-ga sõitvatele masinatele. Videomaterjalis oli filmitud, kuidas tuleb käituda transpordiavarii korral, kui selles osaleb gaasiga sõitev auto. Nendest tegevustest lähtus ka autor standardtegevuste koostamisel. Standardtegevusjuhised on välja töötatud eelkõige CNG-ga sõivate autode puhul, kuid need sobivad ka LPG autodele. Sündmuskohal lisainformatsiooni leidmiseks gaasi omaduste kohta tuleb kasutada PÄKE ohukaarte. Autor koostas kaks erinevat tegevusjuhist kaheks erinevaks õnnetusjuhtumiks. Sõiduauto puhul võib eeldada hetkel kehtivast õnnetuste klassifikatsioonist lähtuvalt, et sõiduauto saab sattuda avarisse ja sõiduauto võib süttida põlema. Esimene tegevusjuhis on kasutatav õnnetuse stsenaariumi puhul, kus gaasiga sõitev sõiduk on süttinud põlema. Teine tegevusjuhis on kasutatav õnnetusjuhtumi puhul, kui transpordiavarii korral lekib gaasisüsteem. Tegevusjuhis on mõeldud eelkõige olukorraks, kus leke asub gaasiballoonist edasi mootori suunas. Kolmas õnnetuse stsenaarium on see, et transpordiavarii tagajärjel võib sõiduk põlema süttida. Sel juhul saab mõlemaid tegevusjuhist kasutada kombineeritult. Tegevusjuhiste koostamisel

lähtuti teooria peatükkidest ning arvestati gaasisüsteemide ja gaaside iseärasusi. Tegevusjuhistest koostati mitu erinevat versiooni. Teises peatükis on välja toodud analüüsi tulemusel saadud lõplik versioon. Uuringus osalenud päästemeeskonnajuhid aitasid tegevusjuhiseid sõnastada ja analüüsida.

2. STANDARDTEGEVUSJUHISTE TESTIMINE JA ANALÜÜS

2.1 Uuringu meetod ja protsess

Teoreetilise osa tulemusel koostati gaasiga sõitva sõiduki avarii standardtegevusjuhised esmareageerijatele (vt Lisa nr 3). Standardtegevusjuhiseid testiti koos esmatasandijuhtidega virtuaalsimulatsiooni keskkonnas ning koguti nende sobilikkuse kohta tagasisidet küsitluse teel, mis salvestati videofailina, et viia sisse standardtegevusjuhistesse vajadusel parandused.

Kasutati mittetõenäosuslikku valimite hulgast sihipärast valimit. Eksperdirollis uurija valis ise uuritavad välja, püüdes leida valimi kõige paremad esindajaid. Eesmärgiks on valida sõltuvalt uurimiseesmärgist välja tüüpilised ja/või ideaalsed küsitletavad. (Rämmer, 2014) Valimisse kuulusid üksnes need PMJ-d, kes olid varasemalt SKA-s läbinud „Päästemeeskonna juhi arendamise ja hindamise“ projekti raames virtuaalsimulatsiooni keskkonnas hindamise tulemusele „vastab kutsestandardile“. Kõigil juhiste testijate puhul eeldas autor, et neil on olemas kutsestandardile vastavad teadmised ja varasem kogemus kasutada virtuaalsimulatsiooni keskkonda XVR sündmuse lahendamiseks. Valimisse kaasatud viis päästemeeskonnajuhti töötasid Põhja päästekeskusest ja üks Lõuna Päästekeskusest, kuna testimine eeldas virtuaalsimulatsiooni litsentsiga arvutite kasutamist ja testimist sai läbi viia juhendajale sobival ajal Tallinnas.

Standardtegevusjuhiste testimiseks lahendati virtuaalsimulatsioonis XVR On_Site 2017 versioonis loodud õnnetuse stsenaariumid: 1) „Põleb gaasiga sõitev auto.“ Õnnetuse stsenaariumi kirjeldus ja pildid virtuaalsimulatsiooni keskkonnast on toodud lisa nr. 4. 2) „Gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas.“ Vt stsenaariumi kirjeldust lisa nr. 4. Autor koostas sündmuse olustiku ja kulgemise kohta stsenaariumi, mille esitas wordi failina juhendajale, kus koostöös autoriga töötati välja simulatsiooni fail. Mõlemad sündmused planeeriti lahendada ühe põhiauto baasil, isikkoosseisuga 1+3, mis tähendab, et sündmusele reageeris PMJ, autojuht ja kaks päästjat. Kogu PMJ tegevuskäik filmiti üles Sony HDR-SR5 kaameraga. Kokku osales juhiste testimises 6 päästemeeskonna

juhti. Andmeid koguti ajavahemikul 17.03.2018-18.03.2018. Juhiste testijad kutsuti esimesel päeval Sisekaitseakadeemiasse, kus õppehoone ruumis B-110 toimus virtuaalsimulatsiooni keskkonnas kahe sündmuse lahendamine. Teisel päeval viidi uuring läbi Erika tänaval Põhja-Päästkeskuses. Testijatele selgitati, uuringu eesmärki ning paluti nende abi juhiste parendamiseks. Samuti sooviti teada, kas nad peavad tegevusjuhiseid vajalikuks ning operatiivteenistuse jaoks eesmärgipäraseks. Lõputöö autor võttis osalejalt kirjaliku kinnituse kus nende uuringus osalemisel jäädvustatud salvestisi näidatakse teistele esmastasandijuhtidele õppe-eesmärgil (vt. Lisa nr. 5)

2.2 Uuringu tulemused

Iga testija mängis mõlemad stsenaariumid (vt lisa 4) läbi ühe korra. Kuna tegevusjuhiste testimine oli ajamahukas protsess, oli testijaid vaid kuus., Lõputöö koostamise jaoks õppekavas ettenähtud aeg ei võimaldanud rohkem teste läbi viia. Kokku filmiti üles 12 lahenduskäiku. Filmimatejali audio ja visuaalseks analüüsimiseks 4 tundi 26 minutit ja 57 sekundit. Virtuaalsimulatsiooni sündmuseid aitas tehniliselt virtuaalsimulatsiooni tarkvaras teenindada käesoleva lõputöö juhendaja Stella Polikarpus. Autor tutvustas testijale koostatud juhist paludes see läbi lugeda. Kui testija oli juhise läbi töötanud, küsis autor, kas testijal tekkis küsimusi juhise kohta. Kui testija küsis midagi, siis autor vastas tekkinud küsimustele ning täitis paberil protokollil lisas nr. 6, et kaardistada juhise ebaselged kohad. Sündmuse lahendamise nn dünaamilise faasi ajal mängis autor kaasa kõrvalrolle (võtmeisikud, päästjad, autojuht, politseid, kiirabi). Autor analüüsis videosalvestusi kasutades selleks Exceli tabelarvutusprogrammi, kuhu kanti sisse videot vaadates kõik respondendi tegevused kronoloogilises järjekorras. Tabeli esimeses veerus olid tegevusjuhiste tegevused, teises kuni seitsmendas veerus respondentide tegevuse lühikirjeldused (vt peatükk 2.2.1 on lühendatud tabelid).

Virtuaalsimulatsiooni keskkonnas sündmuseid lahendades tegutsesid päästemeeskonna juhid alguses vastavalt varasemale kogemusele (Klein, 2015). Näiteks uurisid häirekeskuse käest lisainfot, kus küsiti kas on kannatanuid ja kui palju neid on? Uuriti kas sündmusele on kiirabi ja politsei reageerinud ning kuna jõuavad? Testijad hakkasid kasutama tegevusjuhiseid, kui olid jõudnud sündmuskohale ja andnud esmased käsud. Tegevusjuhist järgisid PMJ edasi kuni sündmuse lahendamise lõpuni.

2.2.1 Tegevuste analüüs

Tegevusjuhised, kui gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas

Tegevused:

1. Tee luure – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT, ECO FUEL)

Luure eesmärk on välja selgitada, et sündmusel osaleb gaasiga sõitev auto. Osadel sõidukitel on peal tähised, mille järgi tuvastab gaasiga sõitva sõiduki. Levinumad tähised Eestis on ECO FUEL ja CNG. Uuringus osalenud PMJ-d tuvastasid sündmuse lahendamisel tähise järgi gaasiauto ja tegevusjuhiste järgi suutsid lahendada sündmused.

2. Kasuta Dräger mõõteseadet!

Tegevuse eesmärk on kaasa võtta mõõteseade, mis on olemas igal põhiautol. Mõõteseade tuvastab plahvatusohtu ja mõõdab hapniku kontsentratsiooni. Gaasilekke korral mõõteseade rakendub. Mõõteseade mõõdab metaani kontsentratsiooni. Uuringus osalenud PMJ-d kasutasid ise mõõteseadet ja lasid ka päästjatel kasutada mõõteseadet sündmusel.

3. Kui mõõteseade rakendub (LEL), siis lülitada hingamisaparaati – Hingamisaparaati lülituna kaitseb päästja nägu ja hingamisteid plahvatuse korral.

Tegevuse eesmärk on rakendada isikukaitsevarustust ja ohutusnõudeid. Gaasilekke korral on tunda gaasilõhna ja gaasipilves töötamiseks on vajalik kasutada hingamisaparaati. Gaasi sisse hingamine ärritaks hingamisteid ja tekitab pearinglust. Sündmuseid lahendanud PMJ-d lasid oma päästjatel lülitada hingamisaparaati, mitte juhise järgi tegutsedes vaid varasema väljaõppele tuginedes.

4. Vabastada sündmuskoht kõrvalistest isikutest, määrates ohuala – Esmane ohuala vähemalt 50 meetrit. Jälgida tuule suunda ja gaasilekke korral alla tuult suurendada ohuala vastavalt võimalustele ja vajadusele.

Tegevuse eesmärk on hoida ohuala puhas kõrvalistest isikutest. Selle tulemusel ei segata päästetöid ja nende elu ja tervist ei seata ohtu. Sündmuse lahendamises täitsid kõik PMJ-d

seda punkti. Varasema väljaõppe järgi moodustati ohuala ja ei lastud kõrvalisi isikuid sündmusesse sisse.

5. Süttimisoh!

- Eemalda võti süütelukust - Süüte välja keeramisega suletakse klapid ja ventiilid. Kui autol on avanenud turvapadjad, siis automaatselt suletakse gaasiventilid.
- Eemalda autost mobiiltelefonid ja teised elektroonilised seadmed (plahvatusohu vältimine)

Tegevuse idee seisneb selles, et sõidukil on vaja sulgeda kõik klapid ja ventiilid, mis on jäänud avatuks, et takistada gaasi juurdevool balloonist. Lisaks tuleb eemaldada elektroonilised seadmed, et ei tekiks plahvatusohtu. Juhul, kui liiklusõnnetuse korral jääb süüde sisse, siis jäävad avatuks klapid ja ventiilid. Süüte välja keeramisega need suletakse. Kuna klappide ja ventiilide juhtimine käib läbi gaasiseadme aju. Varasem väljaõppe on näinud ette vajadust aku juhtmeid eemaldada süttimisohu vältimiseks, see oli oodatav tegevus, aga lähtudes gaasiauto ehitusest (Volkswagen AG, 2013), peab autor siiski vajalikuks süütelukust võtmete eemaldamist akujuhtmete eemaldamise asemel. Sündmuseid lahendanud kõik PMJ-d ei osanud seda tegevust vajalikuks pidada, kuna varasem kogemus puudus. Sündmuse järgsel vestlusel tunnistasid kõik PMJ, et süüte eemaldamine oleks lihtsam ja tulemuslikum tegevus ohutuse tagamiseks, kui aku juhtmete eemaldamine. Autor järeldab sellest, et väljaõppe ja varasem kogemus mängib olulist rolli, mistõttu on vajalik lisaks juhiste teha töötavatele PMJ-le täiendkoolitus.

6. Ventileeri sõiduk – selleks paigalda ülerõhuventilaator. Metaan on õhust kergem gaas ja see hajub kergesti, autogaas on õhust raskem. Ülerõhuventilaatori paigaldamisel tuleb jälgida tuule suunda.

Tegevus on juhises seepärast, et gaasilekke korral tuleb lekkinud gaas hajutada ohualas, siis saavad päästjad ohutult töötada. Lekkinud gaas võib koguneda sõidukisse sisse ja see ohustab kannatanuid ja päästvaid ressursse. Enamus PMJ-d tegutsesid selle punkti järgi. Kuna PMJ-l puudus varasem kogemus gaasi lekkivast autost kannatanu päästmiseks, usaldasid nad tegevusjuhust. Uuringust selgus, et antud tegevus on igati asjakohane ja sündmuse lahendamiseks hädavajalik.

7. Ventileerimiseks ava ukсед või aknad - Juhul kui ukсед ei avane, kasuta hüdraulilisi töövahendeid. Ava aknad ja ukсед ning hoia kogu sündmuse ajal avatuna, et toimuks pidev ventileerimine.

Tegevusjuhhis toetab eelmist punkti, et toimuks pidev sõiduki ventileerimine ja süttimisohklikku kontsentratsiooni vältimine. Kannatanu kättesaamiseks sõidukist võib samuti olla uste avamine vajalik. Uste kinni kiilumise puhul, kasutati hüdraulisi töövahendeid varasema väljaõppe kohaselt.

8. Moodusta survestatud põhiliin – Ohutuse tagamiseks

Tegevus lisatud juhisesse põhjusega, et tulekahju korral toimuks selle kiire likvideerimine. Uuringus osalenud enamus PMJ-d täitsid selle punkti. Küll aga tehti erinevatel aegadel seda. Mõni sündmuse alguses, mõni hiljem. Autor järeldab sellest, et kõigi tegevuste täitmiseks võib jääda 1+3 isikkoosseis väikseks ning väiksema isikkoosseisu puhul peab PMJ otsustama tegevuste vajalikkuse ja järjekorra osas sündmuse põhiselt.

9. Alusta kannatanu päästmisega sõidukist - Teosta päästetöid väljaõppekohaselt.

Tegevus on lisatud juhisesse põhjusega, kuna eelnevad tegevused olid seotud sõiduki ehituslike eripäradest tulenevalt päästjate ja avalikkuse ohutuse tagamisele. Käesolev punkt juhatab tähelepanu inimeste päästmise vajadusele. Autor eeldas, et kannatanu päästmist peab kogunud PMJ esmatähtsaks, kuid pidas oluliseks kirjeldada esmalt tegevused, mis välistavad gaasiplahvatuse ohu.

10. Jälgi, et keegi ei suitsetaks sündmuskoha lähedal ja eemalda ka muud süüteallikad – Gaasilekke korral väiksemgi säde võib põhjustada plahvatuse.

Tegevus on tähtis seepärast, et gaasipilv suureneb ja lähedal olev süüteallikas võib põhjustada plahvatuse. Oluline on, et sündmuskoha lähedal ei kasutata lahtist tuld. Päästemeeskonna juhid juhtisid sellele tegevusele tähelepanu ja tegutsesid vastavalt.

Tegevusjuhised, kui põleb gaasiga sõitev auto

Tegevused:

1. Tee luure – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT, ECO FUEL)

- Põlev sõiduk võib olla gaasiga sõitev. • Termoklapp avatud/suletud - tunnuseks on „jugaleek“ mis ühtlaselt purskab auto külje peale või taha. Sel hetkel põlemine intensiivistub, kuid gaasiballoon ei plahvata.

- Termoklapp sulab 100 °C juures.

Tegevus juhhib tähelepanu sellele, kui luure käigus selgitatakse välja, et põlev sõiduk on gaasiga sõitev, siis tuleb olla valmis nn. jugaleegiks. PMJ-d peab teadma, et võib tekkida olukord, kus tekib jugaleek. Uuringus osalenud päästemeeskonna juhid ei olnud teadlikud, et jugaleegi tekkimine on vajalik balloone plahvatusohu vältimiseks.. Juhist lugedes said nad aimduse, et võib midagi juhtuda, aga ei teadnud kuidas ja missugusel kujul. Autor järeldab sellest, et lisaks tegevusjuhistele on vajalik läbi viia päästemeeskonna juhtidele koolitus gaasiautode kohta.

2. Anna korraldus hingamisaparaati lülitumiseks – Hingamisaparaati lülituna kaitstakse hingamisteid ja nahka kuumuse ja põlemisel tekkivate mürgiste ühendite eest.

Tegevuse eesmärk on kasutada isikukaitsevarustust ja rakendada ohutusnõudeid. Hingamisaparaat on kohustuslik tulekahju korral hingamisteede ja näo kaitseks. Antud varustuses töötab päästja palju efektiivsemalt. Hingamisaparaadis lülituna on päästja võimeline sõidukit kustutama ohutumalt ja tulemuslikumalt. Sündmuseid lahendanud PMJ-d lasid oma päästjatel lülitada hingamisaparaati, mitte juhise järgi tegutsedes vaid varasemale väljaõppele tuginedes.

3. Määra sündmuskohale ohuala kuhu ei tohi lubada kõrvalisi isikuid - Kui on tegemist LPG sõidukiga, siis 19 liitrise mahuga ballooni tekkiv tulekera läbimõõt on 12m ja ohutu kaugus on vähemalt 48m. CNG puhul võib arvestada vähemalt sama raadiusega, sest CNG on balloonides rõhu all.

Selle tegevusega pööratakse tähelepanu ohutusele. Juhul kui vaatamata kasutusele võetud ohutusmeetmetele tekib plahvatus, siis ei oleks vahetus läheduses kõrvalisi isikuid. Päästemeeskonna juhid kasutasid tegevusjuhiste sündmuse lahendamisel ning nende arvates oli tegevus vajalik, sest nende kogemuste ja teadmiste puudumisel said nemad sellele tuginedes teha konkreetsemaid otsuseid ohuala suuruse osas.

4. Moodusta sündmuskohale survestatud töö- või põhiliin – Jahuta kõrvalhooneid ja sõidukeid. Eesmärgiks on kaitsta inimeste vara.

Antud tegevus on üks põhilisemaid, kuna selle tulemusel likvideeritakse tulekahju. Kõik päästemeeskonna juhid tegid seda tegevust, tuginedes nende teadmiste ja kogemuste põhjal.

5. Kui termoklapp on avanenud, siis lase põleda ja turva - Toimub tulekahju üle kontroll ja leegi järgi näeb gaasileket. Mingi aja möödudes gaas saab balloonest otsa ja jugaleek kaob ära.

Tegevuse eesmärgiks on kontrollida põlevat tulekahju. Balloonis olev gaasikogus ei ole suur, seega kogu gaas väljub balloonest lühikese ajaga. Põlevat gaasi on lihtsam kontrollida ning visuaalselt on näha, millal gaasileke lõpeb. Kõik päästemeeskonna juhid tegutsesid punkti järgi ning analüüsi kohaselt on tegevus asjakohane.

6. Kustuta tulekahju - Kui tulejutt ei ole näha enam, siis kustutada sõiduk. Selle lõppemisega on kogu gaas väljunud balloonest.

Käesolevat tegevust rakendatakse peale eelmist tegevust, kui ollakse veendunud, et gaasileke on lõppenud. Kõik päästemeeskonna juhid ootasid selle hetkeni, millal gaasipõleng lõppes ja edasi toimus tulekahju kustutamine.

7. Taga vajadusel lisavesi

Tegevuse eesmärk on pöörata tähelepanu vesivarustusele, sest põleva sõiduki kõrval võib olla teisigi sõidukeid või hooneid, mille jahutamiseks kulub rohkesti vett. Kõik PMJ-d ei mõelnud lisa vee tagamisele, kui lahendasid sündmust. Analüüsi käigus tuleb välja, et antud tegevus on oluline, et aidata PMJ prognoosida suuremat vee vajadust jahutamiseks, kui ühes põhiautos on vett. Vesivarustuse katkemine võib toimuda olulisel hetkel ja tulekahju võib siis väljuda kontrolli alt.

Testimise tulemused on toodud tabeli kujul välja (Tabel 2 ja 3). Tabelid on koostatud autori poolt, kus autor analüüsis vidematerjali ja märkis üles tegevused, mida meeskonnavanemad täitsid või andsid päästjatel teha. Tabelite vasakus veerus on tegevused, mis on standardtegevusjuhistest võetud samas järjekorras. Peale tabelleid tuleb lahti kirjutatud analüüs.

Tabel 2. Stsenaariumi kokkuvõte, kus põleb gaasiga sõitev auto (Autori koostatud)

Uuritavad tegevused	Respoden t 1	Respoden t 2	Respoden t 3	Respoden t 4	Respoden t 5	Respoden t 6
1	x	x	x		x	
2	x	x		x	x	x
3	x	x	x		x	x
4		x	x	x	x	x
5	x				x	x
6	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x
8	x		x			
Astme kinnitamine			x		x	
Lisaressurss	x		x		x	
Lisategevused		Lisajuga	Tõstastet			

Tabel 3. Stsenaariumi kokkuvõte, kus gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas (Autori koostatud)

Analüüsitavad tegevused	Respoden t 1	Respoden t 2	Respoden t 3	Respoden t 4	Respoden t 5	Respoden t 6
1	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x
4		x		x	x	x
5		x			x	x
6	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x		x	x
8	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x		
Astme kinnitamine			x		x	
Lisaressurss	x		x			
Tänavavalgustus	x		x			

Kaasuses „**Põleb gaasiga sõitev auto**“ tegevuseks nr.1 oli „Tee luure koos mõõteseadmega“. Luuret teostasid kõik 6 respondenti. Tegevust nr.2 „Anna korraldus hingamisaparaati lülitumiseks“ teostasid respondendid 2, 5 ja 6 teisena. Respondent 1 andis korralduse selle asemel uurida gaasi kogust balloonis ilma hingamisaparaadita. Respondent andis käsu hingamisaparaatidesse lülituda alles 6-nda tegevusena. Respondent 4 saatis lüli ilma hingamisaparaatideta tulekahju kustutama, kuid hiljem siiski andis ka käsu aparaati lülitumiseks. Tegevust nr.3 „Määra sündmuskohale ohuala,kuhu ei tohi kõrvalisi isikuid lubada“ teostasid kõik 6 respondenti. Respondendid 3 ja 6 palusid sündmuskohale juurde politseipatrulli, kes tegeleks ohualaga. Ülejäänud 1, 2, 4 ja 5 tegid ise ohuala paludes isikutel eemalduda ohutusse kohta. Tegevus nr.4 „Moodusta sündmuskohale survestatud töö- või põhiliin“ teostasid kõik testijad sündmuse alguses. Tegevus nr.2 ja 4 toimusid paralleelselt, seega võib järeldada, et väljaõppe kohaselt tehakse põhiliini või tööliini hargnemist hingamisaparaatides. Enamikelt juhtudelt edastati need kaks tegevust ühe käsklusena. Tegevus nr.5 „Kui termoklapp on avanenud, siis lase põleda ja turva“ tegevust järgisid samuti kõik testijad. Peale seda kui termoklapp avanes, siis kõikidel juhtudel peatati auto kustutamine. Kaitsti kõrvalhoonet ja vajadusel jahutati kergelt põlevat sõidukit. Viimaks kui gaas oli ära põlenud, siis rakendati tegevust nr.6 „Kustuta tulekahju“. Lõpus respondendid 1 ja 5 lasid teostada päästjatel termokaameraga sõiduki kontrolli. Respondent 3 andis käskluse termokaamera kaasa võtta, aga ei andnud käsku sellega kontrolli teostada. Antud kaasuse lahendamisel anti autojuhile 1 ülesanne, aga kõigi päästemeeskonna juhtide poolt erinev. Respondent 1 „Hargnemine hüdrandile!“, respondent 2 „Auto hüdrandile!“, respondent 3 „P11 juurde!“, respondent 5 „Lisa vahtu 3%“, respondent 6 „Lase vahtu!“. Respondent 4 ei andnud enda meeskonna autojuhile ühtegi käsklust. Enamjaolt läksid käsklused suunatud „Meeskonnale“. Respondent 3 andis lisaks eraldi käsklusi päästja 2-le. Tehniliste käskluste edasi andmisel terminite erinevusi ei täheldatud.

Kaasus „**Gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas.**“ tegevuseks nr. 1 „Tee luure koos mõõteseadmega“ teostasid luuret kõik päästemeeskonna juhid. Respondendid 3 ja 4 lasid päästjatel tuua gaasianalüsaatori sündmuskohale. Teised respondendid võtsid selle ise kaasa. Tegevus nr. 2 „Kui mõõteseadme rakendub, siis lülitada hingamisaparaati“ teostasid kõik respondendid. Tegevus nr.3 „Vabastada sündmuskohast kõrvalistest isikutest, määrates ohuala“ teostasid samuti kõik respondendid. Tegevus nr.4 „Eemalda võti süütelukust ning eemalda autost mobiiltelefonid ja teised

elektroonilised seadmed) teostasid kõik peale respondendi 1 ja 3. See tegevus oli antud kaasuse võtmetegevuseks, sest süütelukust võtme eemaldamisega peatati sündmuskohal gaasileke. Seevastu Respondent 3 käskis lülil jätta nende enda raadiojaamad autosse, kui kutsus lüli auto juurde tagasi. Autor järeldeb, et tegevusjuhises oli sees punkt, kus tuli eemaldada elektroonilised seadmed ja mobiiltelefonid, mille tõttu respondent 3 palus jätta raadiojaamad, mis ei ole plahvatuskindlad igaks juhuks ohutusse kohta, põhiautosse. Tegevus nr.5 „Ventileeri sõiduk- selleks paigalda ülerõhuventilaator!“ teostasid pooled testijad. Respondent 3 selgitas hiljem, et ventileerimiseks koos kõigi teiste tegevustega ei piisa koosseisust 1+3, vaid selleks peaks olema üks meeskond juures. Muidu on nn oma meestel liiga palju tööd korruga teha.

Tegevust nr. 6 „Ventileerimiseks ava ukсед või aknad“ teostasid kõik päästemeeskonna juhid ning selle punkti eesmärk oli üheselt mõistetav. Tegevus nr.7 „Moodusta survestatud põhiliin“ oli teostatud kõik peale respondent 4. Antud tegevus ei tulnud PMJ-le meelde. Autori arvates oleks pidanud mõtlema sellele, sest tule- ja plahvatusohu korral on survestatud liin esmane vahend, millega tulekahju kustutada. Tegevust nr. 8 „Alusta kannatanu päästmisega sõidukist“ tegid kõik testijad. Kuna lõpptulemusel kõikidel kordadel kannatanu saadi autost kätte ja anti kiirabile üle.

Tegevus nr. 9 „Jälgi, et keegi ei suitsetaks sündmuskoha lähedal ja eemalda ka muud süüteallikad“ teostasid kõik peale respondendi 5 ja 6.

Antud kaasuse puhul oli ohuallikaks tänavavalgustus. Sest sõiduk oli sõitnud vastu elektriposti, mis oli kõver ja purunenud juhtmed võiksid sädelust anda, mille tulemusena võiks tekkida tulekahju. Katkisele tänavavalgustuspostile pöörasid tähelepanu respondendid 1 ja 3. Respondent 3 märkas ainukesena eemal ka kütusetanklat.

Testimiste tulemusel tuli välja, missugused olid päästemeeskonna juhtide teadmised gaasiga sõitvate autode kohta. Peamiselt olid juhid kuulnud, et tänavatel liiklevad gaasiautod, aga kokkupuude puudus neil. Ei teatud täpselt, kuidas tuleks tegutseda sündmustel, milles osalevad gaasiga sõitvad sõidukid. Respondent 3 selgitas, et edaspidi tegutseb tegevusjuhiste järgi, mis käesoleva lõputöö autor koostas. Eelnevalt väljaõpe puudumise tõttu võttis ta need tegevusjuhised aluseks. Teisedki testijad ei olnud saanud mingisugustki väljaõpet ja lubasid edaspidi lähtuda sündmust lahendades tegevusjuhistest.

2.2.2 Testi tulemusel saadud standardtegevusjuhised

LISA nr. 3 on välja toodud esmased tegevusjuhised, mida päästemeeskonna juhid kasutasid testimisel. Testimise käigus viidi sisse järgmised muudatused:

Tegevusjuhised, kui gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas

- 1) Esimese tegevuse juurde lisati tähis ECO FUEL, sest see tähis on Eestis rohkem levinud, kui teised.
- 2) Teiseks tegevuseks lisati „Kasutage Dräger mõõteseadet“. Antud käsklus on konkreetsem ja eesmärgistatud.
- 3) Viies tegevus sai pealkirjaks „Süttimisoht!“ ja talle lisandusid kaks eraldi tegevust. Konkreetsemalt kirjutati välja, et esiteks tuleb eemaldada võti süütelukust ja teiseks tuleb eemaldada autost elektroonilised seadmed.

Tegevusjuhistes, kus põleb gaasiga sõitev auto tehti järgmised muudatused:

- 1) Lisati juurde tähis ECO FUEL.
- 2) Neljandast punktist eemaldati vahu kasutamine, kuna sõiduauto põlengul piisab veega kustutamisest.
- 3) Viies tegevus eemaldati juhiseist, mille eesmärk oli termokaameraga temperatuuri jälgimine. Kuna vaatluseks on ohtlik läheneda balloonile ja see on pedetud auto kere sisse.

Lõplik tegevusjuhiste sõnastus on järgmine:

Tegevusjuhised, kui gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas

Tegevused:

1. Tee luure – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT, ECO FUEL)



Gaasilekke korral on tunda mädamuna haisu.

2. **Kasuta Dräger mõõteseadet!**
3. **Kui mõõteseadet rakendub (LEL), siis lülituda hingamisaparaati –** Hingamisaparaati lülituna kaitseb päästja nägu ja hingamisteid plahvatuse korral.

4. **Vabastada sündmuskoht kõrvalistest isikutest, määrates ohuala** – Esmane ohuala vähemalt 50 meetrit. Jälgida tuule suunda ja gaasilekke korral alla tuult suurendada ohuala vastavalt võimalustele ja vajadusele.
5. **Süttimisoh!**
 - **Eemalda võti süütelukust** - Süüte välja keeramisega suletakse klapid ja ventiilid. Kui autol on avanenud turvapadjad, siis gaasiventilid suletakse automaatselt .
 - **Eemalda autost mobiiltelefonid ja teised elektroonilised seadmed (plahvatusohu vältimiseks)**
6. **Ventileeri sõiduk –paigalda ülerõhuventilaator.** Metaan on õhust kergem gaas ja see hajub kergesti, LPG on õhust raskem.. Ülerõhuventilaatori paigaldamisel tuleb jälgida tuule suunda.
7. **Ventileerimiseks ava ukсед või aknad** - Juhul kui ukсед ei avane, kasuta hüdraulilisi töövahendeid. Ava aknad ja ukсед ning hoia kogu sündmuse ajal avatuna, et toimuks pidev ventileerimine.
8. **Moodusta survestatud põhiliin** – Ohutuse tagamiseks ja tulekahju likvideerimiseks.
9. **Alusta kannatanu päästmisega sõidukist** - Teosta päästetöid väljaõppekohaselt.
10. **Jälgi, et keegi ei suitsetaks sündmuskoha lähedal ja eemalda ka muud süüteallikad** – Gaasilekke korral väiksemgi säde võib põhjustada plahvatuse.

Tegevusjuhised, kui põleb gaasiga sõitev auto

Tegevused:

1. **Tee luure – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT, ECO FUEL)**



- Põlev sõiduk võib olla gaasiga sõitev.
 - Termoklapp avatud/suletud - tunnuseks on „jugaleek“ mis ühtlaselt purskub auto küljele või taha. Sel hetkel põlemine intensiivistub, kuid gaasiballoon ei plahvata.
 - Termoklapp sulab 100 °C juures.
2. **Anna korraldus hingamisaparaati lülitumiseks** – Hingamisaparaati lülituna kaitstakse hingamisteid ja nahka kuumuse ja põlemisel tekkivate mürgiste ühendite eest.
 3. **Määra sündmuskohale ohuala, kuhu ei tohi kõrvalisi isikuid lubada.** - Kui on tegemist LPG sõidukiga, siis 19 liitrise mahuga ballooni tekkiv tulekera läbimõõt on 12m ja ohutu kaugus on vähemalt 48m.
 4. **Moodusta sündmuskohale survestatud töö- või põhiliin** – Jahuta kõrvalhooneid ja sõidukeid. Eesmärgiks on hoida ära tule levik ja kaitsta vara.

5. **Kui termoklapp on avanenud, siis lase põleda ja turva** - Toimub tulekahju üle kontroll ja leegi järgi on näha gaasileket. Mõne aja möödudes gaas saab otsa ja jugaleek kaob.
6. **Kustuta tulekahju** - Kui jugaleeki ei ole näha enam, siis kustuta sõiduk. Selle lõppemisega on kogu gaas väljunud balloonest.
7. **Taga vajadusel lisavesi.**

2.3 Järeldused ja ettepanekud

Videode analüüsist ja autori tehtud märkemetest saab järeldada, et PMJ-le olid tegevusjuhised arusaadavad. Tegevusjuhistest arusaamist aitas kinnistada harjutus virtuaalsimulatsiooni keskkonnas. Uuringus mitte osalenud PMJ-l ei pruugi avaneda võimalust tegevusjuhiseid kinnistada harjutuse näol, sest selle dünaamiline läbimängimine nõuab aega ja ressursi. Instruktoereid, kes suudavad tehniliselt teenindada harjutust virtuaalsimulatsiooni keskkonnas on vähe. Samas selgus testimisel, et juhiste rakendamiseks ei piisa üksnes nende lugemisest, sest kuigi enne lahendust olid kõigile juhised arusaadavad ja täpsustavaid küsimusi ei olnud, siis peale harjutust Respondendid 2, 4, 5 ja 6 ütlesid, et alguses tuleks koolitus teha, mis hõlmaks pildimaterjali, kus oleks näha gaasiga sõitvate autode pilte, skeeme, tähistusi, balloone, klappide ja ventiilide asukohti. Ainuüksi juhiseid ei piisa, aga koos harjutusega aitavat see hästi kinnistada tegevusjuhist. Autori hinnangul pildimaterjalist ja ka simulatsioonist ei pruugi piisata, sest simulatsioonis puudus juurdepääs reaalsele gaasisüsteemidele. Seetõttu tuleks välja töötada koolitus gaasiga sõitvate autode avariidele reageerimiseks ja uurida ka selle koolituse tulemuslikkust juhiste kinnistamisel.

Selleks, et päästjad ja päästemeeskonna juhid saaksid parema üldpildi gaasiga sõitvatest sõidukitest teeb autor ettepaneku, et koolituse üks osa oleks reaalse gaasiga sõitva autoga tutvumine. Selle jaoks sõidaks komandodest läbi gaasiga sõitev auto, et päästjad näeksid oma silmaga, kus nende balloone, klappid ja ventiilid asetsevad.

Paljudel gaasiga sõitvatel sõidukitel puudub tähistus, mistõttu on ohtu kiiresti PMJ keeruline tuvastada. Ettepanek gaasisüsteemide paigaldajatele ja gaasiga sõitvate autode kasutajatele on teha kohustuslikuks gaasiautodele tähistus. Tähistuse olemasolu aitaks kaasa kütuse tüübi tuvastamisel sündmusel. Lisaks gaasiautode tegid respondendid

ettepanekuid elektriautodele tegevusjuhiste väljatöötamiseks. Igapäevaselt sõidab Eesti teedel erinevaid elektriautosid ja hübriidautosid, mille olemustest väga ei teata ning uuringus osalenud PMJ soovisid juhiseid ja koolitust nende ohtude kohta.

KOKKUVÕTE

Lõputöö raames töötati välja standardtegevusjuhised päästemeeskonna juhile gaasiga sõitvate autode avariide korral kasutamiseks. Tegevusjuhised testiti virtuaalsimulatsioonis erinevate õnnetuste korral ning need saab kasutusele võtta päästeteenistuses, selleks et sündmuskohal tegutsemine oleks turvalisem ja tulemuslikum. Seejärel autor analüüsis respondentide tegevusjuhiste kasutust ning tegi parandusi juhistes, et need oleksid päästeteenistuses rakendatavad.

Esimese uurimisülesandena analüüsis autor erinevaid autogaase ning tegi selgeks gaasidega sõitvate sõidukite tööpõhimõtteid. Autor kirjeldas kolme erinevat tüüpi gaasiga sõitvaid sõidukeid (CNG, LNG, LPG) ning tõi välja nende peamised ohud, kui sõidukite gaasisüsteemides tekib avarii tulemusel mehaaniline vigastus.

Teiseks uurimisülesandeks autor koostas esialgsed tegevusjuhised gaasiga sõitvate sõidukite liiklusõnnetustele reageerimiseks. Selleks autor analüüsis videomaterjali, milles oli kirjeldatud tähtsamaid tegevusi gaasiga sõitva auto avarii korral päästemeeskondade jaoks.

Kolmanda uurimisülesandena autor testis standardtegevusjuhiseid päästemeeskonna juhtidega virtuaalsimulatsioonis sündmuste lahendamiste näol. Peale tegevusjuhiste testimist autor analüüsis lahenduskäike ja tegi parandusi standardtegevusjuhistes ja selle tulemusel tegi autor ettepanekud:

1. Rakendada standardtegevusjuhiseid päästeteenistuses.
2. Päästeteenistuses viia läbi koolitused gaasiautode kohta ja näidata päästemeeskondadele gaasiga sõitvat sõidukit õppe-eesmärgil.
3. Koostada standardtegevusjuhised elektriautode ja hübriidautode jaoks.
4. Muuta kohustuslikuks gaasiga sõitvate autode tähistus gaasi seadmete paigaldamisel nende sõidukite kasutajatele.

SUMMARY

Title of work: "STANDARD OPERATING PROCEDURES FOR GAS OPERATING VEHICLES"

This thesis is written on "Standard operating procedures for gas operating vehicles". The main part of the work is 33 pages and 7 annexes. The work consists of two chapters and 10 chapters. The total length of the thesis is 58 pages. 44 different sources of Estonian and English have been used in writing the thesis. The thesis consists of 3 tables and 16 drawings. The aim of the thesis is to develop standard operating instructions for the operation of a gas-fueled vehicle in an emergency in order to provide a solution to a safety event for the salvors and the public. The codes of practice were tested in the virtual simulation environment in the event of various accidents and can be deployed at the rescue service in order to make the operation of the scene safer and more effective. The author then analyzed the use of the respondents' codes of conduct and made corrections to the instructions that they would be applicable to the rescue service.

After making some conclusions, the author made some suggestions:

- Implement the standard operating instructions in the rescue service
- In the rescue service, carry out trainings on gas vehicles and demonstrate to the rescue teams a gas-fueled vehicle for study purposes.
- Draw up standard operating instructions for electric cars and hybrid cars.
- Make gas vehicles compulsory the use of gas appliances for users of these vehicles.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

AA1Car, 2013. *Alternative Fuels.* [Võrgumaterjal]
Available at: http://www.aa1car.com/library/alternative_fuels.htm
[Kasutatud 19 12 2017].

AGA, 2017. *Tööstusgaasid Eestis.* [Võrgumaterjal]
Available at: http://www.aga.ee/et/products_ren/cutting_welding_gases/fuel_gases/propane/index.html
[Kasutatud 21 12 2017].

AkMa, 2010. *IndianCarsBikes.* [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.indiancarsbikes.in/cars/volkswagen-polo-bi-fuel-lpg-model-2010-launch-germany-8036/>
[Kasutatud 14 01 2018].

Alborz Fallah, 2006. *Caradvise.* [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.caradvise.com.au/1262/lpg-tank-safety-warning-get-yours-checked>
[Kasutatud 14 01 2018].

Almeida, R., 2014. qCaptain. [Võrgumaterjal] Available at:
<http://gcaptain.com/indonesia-orders-worlds-first-cng-carrier-chinese-yard/>
[Kasutatud 14 01 2018].

Baltigaas, *Veeldatud maagaas.* [Võrgumaterjal]
Available at: <http://baltigaas.eu/veeldatud-maagaas/>
[Kasutatud 20 12 2017].

Eesti Autogaas, *Autogaas.* [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.eestiautogaas.ee/autogaas/>
[Kasutatud 21 12 2017].

Eesti Gaas, *Surugaas*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.gaas.ee/kodukliendile/gaas-autole/>
[Kasutatud 2 11 2017].

European Union, 2018. *Europa*. [Võrgumaterjal]
Available at: https://europa.eu/investeu/projects/automated-ecall-system_et
[Kasutatud 6 02 2018].

GAZNET, 2015, A. GAZNET. [Võrgumaterjal] Available at:
<https://gaznet.ee/autogaasiseadmetest/#tab-id-4>
[Kasutatud 22 01 2018].

GAZNET, 2015, B. *Maagaasi ja vedelgaasi tanklad Eestis*. [Võrgumaterjal]
Available at: <https://gaznet.ee/tanklad/>
[Kasutatud 19 12 2017].

Grupp Fortum, *Maagaas*. [Võrgumaterjal]
Available at:
<https://www.fortum.com/countries/ee/arikliendile/pklient/maagaas/pages/default.aspx>
[Kasutatud 29 11 2017].

Hahn, E, *ELGAS*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.elgas.com.au/blog/2207-how-does-an-lpg-engine-work>
[Kasutatud 11 01 2018].

Haymarket Media Group, 2018. *WHATCAR*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.whatcar.ee/uudiste-artiklid/5904/lpg-vs-cng-liitriiga-lihtsam-kilogrammiga-kaasaegsem>
[Kasutatud 10 01 2018].

Hirsijärvi, S., Pirkko, R., Sajavaara, P., 2007. Osalusvaatlus. rmt.: E. Uuspõld, toim. *Uuri ja kirjuta*. Tallinn: Medicina, p. 203.

Khan, Maryam. Kausar. Fidous. Tabinda. Aamtul Bari. Haider. Rizwan. Yasar. Abdullah., 2013. A Comparison of Engine Emissions from Heavy, Medium, and Light

Vehicles for CNG, Diesel, and Gasoline Fuels.. *Polish Journal of Environmental Studies.*, pp. 1-6.

Klein, G., 2015. *Naturalistic Decision Making*, Fairborn, Ohio: Klein Associates

Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2013. *Transpordi arengukava 2014-2020*. [Võrgumaterjal]

Available at: https://www.mkm.ee/sites/default/files/transpordi_arengukava.pdf [Kasutatud 6 02 2018].

Markowski, R., 2014. Gazeo. [Võrgumaterjal] Available at: <http://gazeo.com/up-to-date/reportages-interviews-road-tests/road-tests/Skoda-Rapid-LPG-insanely-reasonable,report,7655,s,2.html>

[Kasutatud 20 01 2018].

MSM Group LLC, 2016. *Mercedes Benz vans*. [Võrgumaterjal]

Available at: https://www.mercedes-benz.mn/content/mongolia/mpc/mpc_mongolia_website/en/home_mpc/van/home/vans_world/blueefficiency/technologies/ngt.html

[Kasutatud 7 05 2018].

NGVA Europe, 2017. A. *STATISTICAL REPORT*. [Võrgumaterjal]

Available at: https://www.ngva.eu/downloads/NGVA_Europe_Statistical_Report_2017.pdf

[Kasutatud 22 01 2018].

NGVA Europe, 2017. B. *Vehicle catalogue*. [Võrgumaterjal]

Available at: <http://www.gaas.ee/wp-content/uploads/2017-06-ngva-vehicle-catalogue-vf.pdf>

[Kasutatud 10 04 2018].

Olerex, 2017. *Autogaas*. [Võrgumaterjal]

Available at: <http://olerex.ee/era/autogaas>

[Kasutatud 21 12 2017].

Polikarpus, S., 2018. A. Sündmuse lahendamine, kus gaasiga sõitev autol lekib gaas. Tallinn

Polikarpus, S., 2018. B. Virtuaalsimulatsiooni keskkonnas gaasiga sõitva auto kustutamine. Tallinn

PÄKE, Päästejuhised keemiaõnnetustel, 2017. Soome keelest tõlgitud TOKEVA, Tõlget toimetanud Frantsuzov, Danilas, Polikarpus. Retsenseerijad Talvari, Suurkivi, Anton, Kriisa, Kääparin, Kaunissaar. Tallinn, lk 1-395

[Kasutatud 15 05 2018].

Rämmer, A., 2014. *Tartu Ülikool*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://samm.ut.ee/valimid>

[Kasutatud 10 04 2018]

Siseministerium, 2015. *Siseturvalisuse arengukava 2015-2020*. [Võrgumaterjal]
Available at:

https://www.siseministerium.ee/sites/default/files/dokumendid/Arengukavad/siseturvalisuse_arengukava_2015-2020_kodulehele.pdf

[Kasutatud 2 12 2017].

Smith, S., 2016. *Commercial CNG Vehicles: A Whole New Danger for Responders*. [Võrgumaterjal]

Available at: <http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-169/issue-7/features/commercial-cng-vehicles-a-whole-new-danger-for-responders.html>

[Kasutatud 20 12 2017].

Sotsiaalministerium, *Maagaas*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/maagaas.html>

[Kasutatud 29 11 2017].

Statistikaamet, E., 2017. A. *Liiklusõnnetused, kuu*. [Võrgumaterjal]
Available at: <https://www.stat.ee/34658>

[Kasutatud 3 11 2017].

Statistikaamet, E., 2017. B. *Sõiduautode arv 1000 elaniku kohta*. [Võrgumaterjal]
Available at: <https://www.stat.ee/34300>
[Kasutatud 2 11 2017].

Statistikaamet, E., 2018. *Liiklusõnnetused, kuu*. [Võrgumaterjal]
Available at: <https://www.stat.ee/34658>
[Kasutatud 5 04 2018].

Talvari, A., 2006. *Ohtlikud ained*. Teine, Täiendatud trükk toim. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Teder, G., 2015. *PÄÄSTEJUHISED LIIKJLUSÕNNETUSTE TAGAJÄRGEDE KÕRVALDAMISEL*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Trink, T., Oja, A., 2014. *LNG kui puhtam tulevikukütus valmistab ette infrastruktuuri veeldatud taastuva biometaani kasutamiseks*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://baltibiometaan.ee/wp-content/uploads/2014/01/LNG-kui-puhtam-tulevikuk%C3%BCtus-valmistab-ette-infrastruktuuri-veeldatud-taastuva-biometaani-kasutamiseks.pdf>
[Kasutatud 10 04 2018].

U.S. Department of Energy, 2017. *Alternative Fuels Data Center*. [Võrgumaterjal]
Available at: <https://www.afdc.energy.gov/vehicles/how-do-bifuel-natural-gas-cars-work>
[Kasutatud 19 12 2017].

U.S. Department of Energy, 2017. *EIA*. [Võrgumaterjal]
Available at: https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_lng
[Kasutatud 21 12 2017].

WEBER- HYDRAULIK, 2006. *Erdgas- und hynridfahrzuege*, s.l.: Pure-production.

Volkswagen AG, 2013. *Self-study Programme 528*, Wolfsburg: Volkswagen AG.

Äripäev, 2012. *AUTO. Surugaasiga autod koguvad Eestis populaarsust*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.aripaev.ee/uudised/2012/11/08/auto-surugaasiga-autod-koguvad-eestis-populaarsust>
[Kasutatud 2 11 2017].

XenForo, 2009. *Cleanmpg*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.cleanmpg.com/community/index.php?threads/19242/>
[Kasutatud 15 04 2018].

Якунин, С 2015. *Ebus*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.ebus.ee/view/2/>
[Kasutatud 15 04 2018].

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Autokütusena kasutatavate gaaside võrdlustabel (Talvari, 2006; autori koostatud).....	8
Tabel 2. Stsenaariumi kokkuvõte, kus põleb gaasiga sõitev auto (Autori koostatud).....	29
Tabel 3. Stsenaariumi kokkuvõte, kus gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas (Autori koostatud).....	30
Joonis 1. Volkswagen Golfi näitel CNG süsteem auto tagaosas (Volkswagen AG, 2013, lk 4).....	13
Joonis 2. CNG süsteemi kõrgsurve ja madalsurve osad (Volkswagen AG, 2013).....	13
Joonis 3. Volkswagen Golfi näitel CNG süsteem auto eesosas (Volkswagen AG, 2013, lk 5).....	14
Joonis 4. Kontseptsioon LNG tanklast kuni mootorsõiduki mootorini (Trink ja Oja, 2014).....	15
Joonis 5. LNG süsteemi kirjeldus veoauto põhjal (U.S. Department of Energy, 2017).....	16
Joonis 6. LPG süsteemi joonis (GAZNET, 2015, A).....	17
Joonis 7. Gaasiballooni paigutus pagasiruumis (Alborz Fallah, 2006).....	18
Joonis 8. Gaasiballooni paigutus varuratta asemel (Haymarket Media Group, 2018).....	19
Joonis 9. LPG täitmiskoht taga paremal all pamperil. (Robert Markowski , 2014).....	19
Joonis. 10 Pärnu linnaliinibuss, Solbus Solcity SM12 CNG № 183 BNC (Сергей Якунин, 2015).....	21

Joonis 11. CNG tähis sõidukitel (Rob Almeida, 2014).....	46
Joonis 12. Volkswagen Polo 2010 BIFUEL tähistus (AkMa, 2010).....	46
Joonis 13. ECO FUELi tähistus sõiduki tagaosas ja gaasi tankimis koht (XenForo, 2009).....	46
Joonis 14. Eestis asuvad gaasitanklad (GAZNET , 2015, B).....	48
Joonis 15. Sündmuse lahendamine, kus gaasiga sõitev autol lekib gaas (Polikarpus, 2018, A).....	52
Joonis 16. Virtuaalsimulatsiooni keskkonnas gaasiga sõitva auto kustutamine (Polikarpus, 2018, B).....	53

Lisa 1. Gaasiga sõitvate autode tähistused



Joonis 11. CNG tähis sõidukitel (Rob Almeida, 2014)

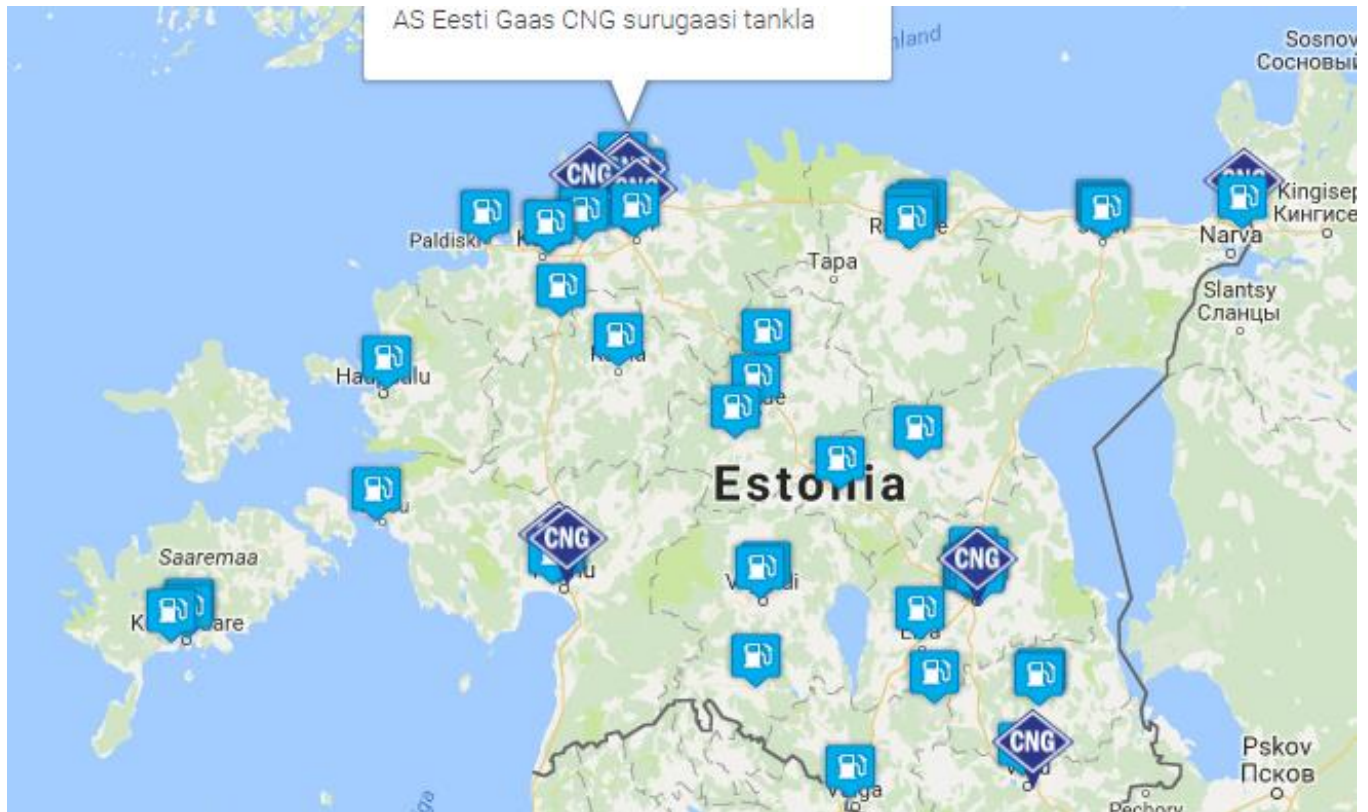


Joonis 12. Volkswagen Polo 2010 BIFUEL tähistus (AkMa, 2010)



Joonis 13. ECO FUELi tähistus sõiduki tagaosas ja gaasi tankimis koht (XenForo, 2009)

Lisa 2. Gaasitanklad Eestis




Joonis 14. Eestis asuvad gaasitanklad (GAZNET , 2015, B)

Lisa 3. Tegevusjuhiste esimene versioon

Tegevusjuhised, kui gaasiga sõitev auto osaleb liiklusõnnetuses ja lekib gaas

Tegevused:

1. Tee luure koos mõõteseadmega – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT,) 



Gaasilekke korral on tunda mädamuna haisu.

2. **Kui mõõtesead rakendub (LEL), siis lülituda hingamisaparaati** – Hingamisaparaati lülituna kaitseb päästja end plahvatuse eest ja peale plahvatust on päästja võimeline tööd edasi tegema.
3. **Määra sündmuskohale ohuala** – Esmane ohuala vähemalt 50 meetrit. Jälgida tuule suunda ja gaasilekke korral alla tuult suurendada ohuala vastavalt võimalustele ja vajadusele.
4. **Eemalda võti süütelukust ning eemalda autost mobiiltelefonid ja teised elektroonilised seadmed(plahvatusohu vältimine)** - Süüte välja keeramisega suletakse klapid ja ventiilid. Kui autol on avanenud turvapadjad, siis automaatselt suletakse gaasiventilid.
5. **Ventileeri sõiduk** – selleks paigalda ülerõhuventilaator. Metaan on õhust kergem gaas ja see hajub kergesti minema. Ülerõhuventilaatori paigaldamisel tuleb jälgida tuule suunda.
6. **Ventileerimiseks ava ukсед või aknad** - Juhul kui ukсед ei avane, siis kasuta hüdraulilisi töövahendeid. Ava aknad ja ukсед ning hoiu kogu sündmuse ajal avatuna, et toimuks pidev ventileerimine.
7. **Moodusta survestatud põhiliin** – Ohutuse tagamiseks ja tulekahju korral kiire likvideerimis võimalus.
8. **Hoiu sündmuskoht vaba kõrvalistest isikutest ning jälgi, et keegi ei suitsetaks sündmuskoha lähedal** – Gaasilekke korral väiksempi säde võib põhjustada plahvatuse.
9. **Alusta kannatanu päästmisega sõidukist** - Teosta päästetöid väljaõppekohaselt.

Tegevusjuhised, kui põleb gaasiga sõitev auto

Tegevused:



1. Tee luure koos mõõteseadmega – Otsi tähiseid (CNG, BI-fuel, NGT)



- Põlev sõiduk võib olla gaasiga sõitev.
 - Termoklapp avatud/suletud - tunnuseks on „**jugaleek**“ mis ühtlaselt purskab auto külje peale või taha. Sel hetkel põlemine intensiivistub, kuid gaasiballoon ei plahvata.
 - Termoklapp sulab 100 °C juures.
2. **Anna korraldus hingamisaparaati lülitumiseks** – Hingamisaparaati lülituna kaitstakse hingamisteid ja nahka kuumuse ja põlemisel tekkivate mürgiste ühendite eest.
 3. **Moodusta sündmuskohale survestatud töö- või põhiliin** – Vajadusel kasuta vahtu. Jahuta kõrvalhooneid ja sõidukeid. Eesmärgiks on kaitsta inimeste vara.
 4. **Termokaameraga vaata ballooni temperatuuri** – kui temperatuur alla 100 kraadi, siis kustuta tulekahju.
 5. **Kui termoklapp on avanenud, siis lasse põleda ja turva** - Toimub tulekahju üle kontroll ja leegi järgi näeb gaasileket. Mingi aja möödudes gaas saab balloonist otsa ja tulejutt kaob ära.
 6. **Määra sündmuskohale ohuala ja kuhu ei tohi kõrvalisi isikuid lubada** - Kui on tegemist LPG sõidukiga, siis 19 liitrise mahuga ballooniga tekkiv tulekera läbimõõt on 12m ja ohutu kaugus on vähemalt 48m.
 7. **Kustuta tulekahju** - Kui tulejutti ei ole näha enam, siis kustutada sõiduk. Selle lõppemisega on kogu gaas väljunud balloonist.
 8. **Taga vajadusel lisavesi**

Lisa 4. Stsenaariumi kirjeldused

Gaasiauto leke

Sündmus	<i>Hindamisstsenaarium (koodi annab Stella hiljem, kui on teada keskkond kuhu see XVR loodi)</i>
Sündmuse asukoht	<i>Oluline keskuste lõikes täpsustada, et ressursi tunnetus oleks hea Sündmuse asukoht on Viimis rannarajoonis. Viimsi ja Pirita teeristis.</i>
Sündmus aeg	Kellaaeg: kell on 22.00 Aastaaeg: suvi (soovitavalt peaks olema sama kui siis kui seda kasutatakse hindamiseks)
Ilmastikuolud	Temperatuur: 15 kraadi väljas Tuul: 4 m/s
Sündmuse stsenaarium	<i>Mis juhtus? Mida näha on? Kuidas kulgeb, kui ei sekkuta? Kuidas kulgeb, kui sekkutakse asjakohaselt? Kannatanute arv? Jms Nt, mitmendal minutil avatakse uus avariitulekahju uus staadium jms Sõiduautojuht kaotas teadvuse ja sõitis teeristil vastu elektriposti. Sõiduauto kasutab kütusena nii bensiini kui gaasi. Tagastangel on näha CNG tähist. Sündmuskohal on gaasileke. Näha on , et juht on autos kinni ja ei liiguta. Elektriposti, mille vastiu sõitis, vilgub. Teeristil eemal on helistaja. Teest eemal on kodanikud, kes tunnevad sündmuse vastu huvi. Kui koheselt ei sekuta sündmusesse, siis gaasipilv suureneb ja inimesed saavad tervisekahjustusi.</i>
Kannatanute seisund	<i>Rolli nimetus: vigastused Juht. Teadvuseta. Puuduvad välised suured verejooksud. Hingamine sage, puls kiire. Rolli nimetus: vigastused Rolli nimetus: vigastused</i>
HK väljasõidukorraldus:	<i>TÄHELEPANU: „välja sõidab Pirita 11, Viimsi rannas, pirita ja viimsi teeristis on toimunud liiklusõnnetus..ASTE 1</i>
Kohale jõudmise järjekord	<i>Põhiautod Pirita 11</i>
HKpoolt edastav lisainfo väljasõidu ajal	<i>Kellelt millist lisainfot saadi ja mida jagatakse teenistujaga enne, teel olles? Helistaja sõnul on juht teadvuseta ja autos. Tegemist ühe sõiduautoga. Kiirabi jõuab enne sündmuskohale kui põhiauto.rohkem lisainfot ei ole.</i>
„Võtmeisikute“ info juhul kui seda temalt küsitakse	Võtme isik 1 – Helistaja ei tea väga palju midagi. Võtme isik 2 - Võtme isik 3 - Võtme isik 4 -
Kiirabi vastumäng	<i>Vabastamise kriitiline aeg ja eesmärgi? Kiirabi jõuab enne sündmuskohale. Kui PMJ läheb luurele siis kiirabi töötaja ütleb et jube gaasihais on auto juures.</i>
Politsei vastumäng	<i>Eesmärgid ja küsimused?</i>

	<i>Politseil puudub vaba ressurs, et sündmusele reageerida.</i>
P5 vastumäng	<i>Kas on sündmuse spetsiifilisi küsimusi, mida küsida, et saada ülevaade?</i>



Joonis 15. Sündmuse lahendamine, kus gaasiga sõitev autol lekib gaas (Polikarpus, 2018, A)

Gaasiauto põleng

Sündmus	<i>Hindamisstsenaarium (koodi annab Stella hiljem, kui on teada keskkond kuhu see XVR loodi)</i>
Sündmuse asukoht	<i>Oluline keskuste lõikes täpsustada, et ressursi tunnetus oleks hea Sündmuse asukoht on Viimsi alevikus. Lageda tee 8 hoovis.</i>
Sündmus aeg	<i>Kellaaeg: kell on 12.00 päeval Aastaaeg: suvi (soovitavalt peaks olema sama kui siis kui seda kasutatakse hindamiseks)</i>
Ilmastikuolud	<i>Temperatuur: 17 kraadi väljas Tuul: 3 m/s</i>
Sündmuse stsenaarium	<i>Mis juhtus? Mida näha on? Kuidas kulgeb, kui ei sekkuta? Kuidas kulgeb, kui sekkutakse asjakohaselt? Kannatanute arv? Jms Nt, mitmendal minutil avatakse uus avarii/tulekahju uus staadium jms Omanik näeb, et tal maja ees auto põleb. Jookseb välja ja püüab tulekustutiga kustutada aga ei suuda. Helistab 112. Meeskond sõidab kohale ja näeb põlevat sõidukit. Kui Pmj luurele läheb, siis auto alt tuleb plahvatavalt tulejutt välja ja põleb intensiivselt. Kui koheselt kustutatakse põleng ära siisgaaskogunemisel ja olemasoleval kuumusel plahvatab uuesti põlema. Balloon jookseb tyhjaks 3ndal minutil alates sellest kui meeskond on jõudnud kohale. Kui lastakse gaas ära põleda siis saab tulekahju kustutada.</i>
Kannatanute seisund	<i>Rolli nimetus: vigastused Sõiduki omanikul on kerged põletushaavad. Rolli nimetus: vigastused Rolli nimetus: vigastused</i>
HK väljasõidukorraldus:	<i>TÄHELEPANU: „väljas sõidab Pirita 11. Viimis alevikus Lageda 8 põleb sõiduauto. ASTE 2“ Hooned on lähedal.</i>

Kohale jõudmise järjekord	<i>Põhiautod Pirita 11. Kesklinna 11- teavitatakse ja hakkab hiljem sõitma. Teised ressursid on teisel sündmusel ja nendel võtab aega kohale jõudmisega.</i>
HKpoolt edastav lisainfo väljasõidu ajal	<i>Kellelt millist lisainfot saadi ja mida jagatakse teenistujaga enne, teel olles? Häirekeskus annab teada, et helistaja on saanud põletushaavasid. Sõiduauto ei põle suure leegiga.</i>
„Võtmeisikute“ info juhul kui seda temalt küsitakse	<i>Võtme isik 1 – Omanik, kes seisab õues, ütleb et tal gaasiauto ja kardab et plahvatab. Võtme isik 2 – Kõrvalmaja omanik kardab et tema auto ja saab kuumakahjustusi. Võtme isik 3 – pealtvaataja tuleb uurima mis toimub. Võtme isik 4 -</i>
Kiirabi vastumäng	<i>Vabastamise kriitiline aeg ja eesmärgi? Kiirabi tegeleb kohapeal ainult sõiduki omanikuga, kes on saanud põletushaavasid.</i>
Politsei vastumäng	<i>Eesmärgid ja küsimused? Politsei saabub vajadusel kohapeal ja küsib PTJ-i käest, mis on tema ülesanded.</i>
P5 vastumäng	<i>Kas on sündmuse spetsiifilisi küsimusi, mida küsida, et saada ülevaade?</i>



Joonis 16. Virtuaalsimulatsiooni keskkonnas gaasiga sõitva auto kustutamine (Polikarpus, 2018, B)

Lisa 5. Uuringus osalejate nimekirja blankett

UURINGUS OSALEMISE NÕUSOLEKU ANDMINE

Käesolev uuring on koostatud Päästekolledži kadeti Kristjan Ehastu lõputöö koostamise jaoks. Eesmärgiks koguda andmeid ja neid hiljem analüüsida. Andmekogumine toimub XVR virtuaalsimulatsiooni sündmuste lahendamiste näol. Olen sellest teadlik ja annan nõusoleku, et mind võib sündmuste lahendamise ajal filmida ja filmitud video materjale luban esitada andmete kogumiseks.

NIMI

ALLKIRI

Lisa 6. Küsimused testijatele

1. Kirjelda palun, milline on Sinu arusaamine sündmusest, mille just lahendasid?
2. Millised olid ohud avalikkusele ja reageerivatele jõududele sellel sündmusel?
3. Kas miski segas ja kui jah, siis mis segas sündmuse lahendamisel?
4. Kui arusaadavad olid tegevusjuhised Sinu jaoks?
5. Kuivõrd tegevusjuhised aitasid sündmuse lahendamisele kaasa?
6. Mida muudaksid tegevusjuhistes, et need oleksid paremini kasutatavad ajakriitilises olukorras?

Lisa 7. Selgitused tegevusjuhiste juurde

Kokkusurutud maagaas (CNG):

Mõju tervisele: Ei ole mürgine ega sööbiv. Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab pearinglust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu. Hapniku puuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatavas õhus.

Eriti kergesti süttiv ja põlev gaas. Segus õhuga süttib mistahes süüteallika toimel. Moodustab õhuga plahvatusohtliku segu. Gaasipilv võib liikuda lekkest kaugele enne plahvatusohtliku kontsentratsiooni moodustamist. Kui gaasi lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha juurde. Põlemisel tekivad süsinikdioksiid (CO₂), vesi (H₂O) ja süsniikmonooksiid (CO). Kokkupuutel tugevate oksüdeerijatega, näiteks kloor ja veeldatud hapnik, tekib plahvatus.

Esmaabi andmine: Evakueerida ohutusse kaugusesse värske õhu kätte. Eemaldada riided, millesse gaas on imendunud. Hingamisraskuse korral manustada hapnikku. Katta kannatanu soojalt kinni.

Jahutamiseega veeldatud maagaas LNG:

Mõju tervisele: Ei ole mürgine ega sööbiv. Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab pearinglust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu (hapniku puuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatavas õhus. Kokkupuutel vedelgaasiga tekivad külmakahjustused.

Lekkimisel võib tekkida maapinnale udu/aur. Ajapikku aurustunud kütus soojeneb ja hajub. Gaasina eriti kergesti süttiv. Vedelikuna ei põle. Veeldatud olekust läheb soojenedes kiiresti gaasilisse olekusse. Segus õhuga süttib mistahes süüteallika toimel. Moodustab õhuga plahvatusohtliku segu. Aurustudes liigub külm gaasipilv esialgu maapinna lähedal, hajumise kiirus sõltub ilmastikutingimustest. Gaasipilv võib liikuda lekkest kaugele enne plahvatusohtliku kontsentratsiooni moodustamist. Kui gaasi lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha/lombi juurde. Vee juhtimine vedelgaasi lompi kiirendab metaani keemist ja aurustumist. Kokkupuutel tugevate oksüdeerijatega (kloor ja veeldatud hapnik) tekib plahvatusoht.

Esmaabi andmine: Evakuatsioon ohutusse kaugusesse värske õhu kätte. Aine sattumisel nahapinnale eemaldada ettevaatlikult kannatanu riided, millesse gaas on imendunud. Hingamisraskuste korral manustada hapnikku. Katta kannatanu soojalt kinni.

Veeldatud Propaani ja butaani segu (LPG):

Mõju tervisele: Suurte kontsentratsioonide korral ruumis põhjustab peeringlust, uimasust, võimalik on lämbumine hapniku defitsiidi tõttu (hapnikupuuduse sümptomid ilmnevad, kui hapniku sisaldus langeb alla 18% sissehingatavas õhus). Kokkupuutel vedelgaasiga tekitab külmakahjustusi.

Eriti kergesti süttiv gaas. Lekke korral tekib väljas suur tuleoht ja siseruumides lisaks plahvatusoht. Segus õhuga süttib mistahes süüteallika toimel. Põleb mühinal. Kui gaasi lekkimine jätkub ka peale süttimist, tõmbub tuli lekkimiskoha juurde. Vabanenud veeldatud gaas läheb kiiresti gaasilisse olekusse. Ühest liitrist veeldatud gaasist võib aurustumisel moodustuda 3–12 m³ süttivat segu. Põlemisel tekivad süsinikdioksiid (CO₂), vesi (H₂O) ja süsinikmonooksiid (CO). Võib reageerida tugevate oksüdeerijatega.

Kui on tegemist LPG sõidukiga, siis teadmiseks et 19 liitri mahuga ballooniga tekkiv tulekera läbimõõt on 12m ja ohutu kaugus on vähemalt 48m (Talvari, 2006).

Esmaabi andmine: Evakuatsioon ohutusse kaugusesse, värske õhu kätte. Eemaldada riided, millesse gaas on imendunud. Vedeliku sattumisel nahapinnale eemaldada ettevaatlikult kannatanu riided. Vältida alajahtumist.