



SAVONIA

Tekniikka

Palopäällystön koulutus

OPINNÄYTETYÖ

TOIMINTA MATALAPAINEISEN MAAKAASUN PUTKIVERKOSTON
ONNETTOMUUDESSA

Henrik Hellström

SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO

Koulutusohjelma

Palopäälylystön koulutusohjelma (Insinööri AMK)

Tekijä

Henrik Hellström

Työn nimi

Toiminta matalapaineisen maakaasun putkiverkoston onnettomuudessa

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Opinnäytetyö

7.10.2019

46 + 11

Työn valvoja

Yrityksen yhdysenkilö

vanhempi opettaja Jouni Salminen

Yritys

Tiivistelmä

Maakaasua tuodaan Suomeen korkeapaineputkistoa pitkin Venäjältä. Korkeapaineputkistosta kaasu siirretään paineenvähennysaseman kautta matalapaineverkostoon ja sitä kautta asiakkaalle. Pelastustoimelle ei kuitenkaan ole luotu toimintaohjeita siltä varalta, että matalapaineisessa maakaasuputkistossa sattuisi onnettomuus. Korkeapaineputkistolle on olemassa toimintaohjeet, mutta ne eivät sovellu sellaisenaan matalapainepuolelle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja tutkia onnettomuustilanteita matalapaineisessa maakaasuputkistossa. Saadun tiedon perusteella kehitettiin voimassa olevaa ohjeistusta ja päivitettiin vaara-alueita matalapaineverkoston osalta.

Matalapaineisen maakaasuputkiston onnettomuuden vakavuuteen ja seurauksiin vaikuttavat kaasuputken halkaisija ja ulospurkautuvan kaasun paine. Myös onnettomuuspaikan ympäristö ja mahdollinen syttymä ovat riskejä, joita pelastustoiminnassa on otettava huomioon. Paras tapa torjua onnettomuus, jossa maakaasuputkistosta purkautuu ulos kaasua, on estää kaasun virtaus kääntämällä venttiili kiinni. Paikalliset jakeluverkkoyhtiöt opastavat ja tuottavat asiantuntemusta. Maakaasupaloa ei pidä yrittää sammuttaa, ellei se ole aivan välttämätöntä.

Pelastuslaitosten tulee tehdä yhteistyötä paikallisten jakeluverkkoyhtiöiden kanssa varmistaakseen saumattoman yhteistoiminnan mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Suurista kohteista tulisi tehdä erillinen kohdesuunnitelma helpottaakseen pelastustoimintaa. Tämä opinnäytetyö ja päivitetty T2i-ohje ovat suuri apu matalapaineisen maakaasuputkiston onnettomuustilanteissa.

Avainsanat

maakaasu, jakeluputkisto, TOKEVA

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Fire Officer (Engineer)

Author

Henrik Hellström

Title of Project

Operational Model of a Low-Pressure Natural Gas Distribution Pipeline Accident

Type of Project

Final Project

Date

7th October, 2019

Pages

46 + 11

Academic Supervisor

Mr. Jouni Salminen, Senior Lecturer

Company Supervisor

Company

Abstract

Natural gas is imported to Finland through high pressure transmission pipelines from Russia. The gas is then moved to a low-pressure distribution pipeline through a pressure reduction station, and further on to the customer. However, there is no model of operations for Fire and Rescue Services in case there is an accident involving the low-pressure distribution pipeline. There are operating procedures for the high-pressure transmission pipeline, but those procedures are not suitable for the low pressure distribution pipelines.

The aim of this final project was to study incidents in connection with the low-pressure natural gas distribution pipeline network and develop procedures for rescue workers in these kinds of accidents. Based on the information and data received, the existing operations procedures were updated to meet with the requirements of the low-pressure distribution pipeline.

The most significant factors that affect the determining of the hazardous area of an accident involving natural gas are the diameter of the pipeline and the pipeline pressure. The environment of the accident site and the risk of ignition are also risks that the rescue services must prepare for. The best procedure to stop natural gas from escaping out through a leak in the pipeline is to turn off the gasflow by closing valves. The local distribution companies will assist and provide expert knowledge. The attempts to extinguish natural gas fires should not be carried out if it is not necessary in order to save lives.

The local rescue services should co-operate with the local natural gas distribution companies to ensure effective and safe co-operation in case there is an accident. This final project and the updated T2i- operational procedures will be vital in case there is an accident in the low pressure distribution pipeline.

Keywords

Natural gas, low pressure, distribution pipeline, TOKEVA

Confidentiality

public

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TAVOITTEET	6
2.1	Tutkimusongelma	6
2.2	Työn rajaus	6
2.3	Tavoitteet.....	7
3	TERMISTÖ JA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	8
3.1	Maakaasun ominaisuudet	11
4	MAAKAASUVERKOSTO SUOMESSA	12
4.1	Verkoston rakenne	13
4.2	Verkoston hallinta.....	16
4.3	Verkoston merkintä.....	18
5	ONNETTOMUUS MATALAPAINEVERKOSTOSSA.....	23
5.1	Vaarallisten aineiden onnettomuudet.....	23
5.2	Pelastustoiminnan johtaminen maakaasuonnettomuuksissa	24
6	VAARA-ALUEEN MÄÄRITTÄMINEN	27
7	TOIMINTA ONNETTOMUUSTILANTEESSA.....	38
7.1	Vuoto, Ei tulipaloa.....	38
7.2	Vuoto, joka on syttynyt.....	42
8	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET.....	45
	LIITE 1 PÄIVITETTY T2i-OHJE.....	47

1 JOHDANTO

Aloitin opinnot Pelastusopistolla 2014. Aluksi minulla ei ollut minkäänlaista käsitystä, mistä tekisin opinnäytetyöni. Halusin tehdä työn, joka on oikeasti merkityksellinen pelastusalalle, työn, joka voi vaikuttaa ajatusmaailmaan ja toimintamalleihin. 2017 selasin Pelastusopiston opinnäyteaihepankkia, ja löysin aiheen ”*Tokeva 2020 Maakaasu, alle 18 bar paineinen siirtoputkisto T2j-ohje*”. Otin yhteyttä ohjaavaan opettajaan Jouni Salmiseen ja ilmaisoin mielenkiintoni kirjoittaa opinnäytetyö aiheesta. Tässä vaiheessa en tuntenut maakaasua tai maakaasumarkkinoita millään tavalla. Aihe oli kuitenkin kiinnostava ja antoi minulle mahdollisuuden kirjoittaa sellaisen työn jonka halusin.

Tässä vaiheessa tarkoitus oli, että teen erillisen ohjeen maakaasun matalapaineputkistolle, joka julkaistaisiin Tokeva2020 yhteydessä. Aloittaessani tiedon keräämisen, selvisi, että matalapainepuolen ohjeet olisivat hyvin samankaltaiset kun korkeapainepuolen, joten Salminen ehdotti, että päivittäisin olemassa olevan ohjeistuksen siten että se sisältää myös toimintaohjeet matalapaineputkiston onnettomuustilanteen varalle.

Heti opinnäytetyöprosessin alussa otin yhteyttä Gasum Oy:n edustajiin kysyäkseni yritystä mukaan tähän projektiin. Selvisi kuitenkin, että Gasum Oy ei hallinnoi matalapaineverkostoa Suomessa. Sain kuitenkin Suomen Kaasuenergia Oy:n verkostovalvoja Lauri Hemmingin yhteystiedot, ja hän lähti ohjaamaan työtäni eteenpäin.

Opinnäytetyössäni esittelen matalapaineverkoston rakenteen ja pelastustoimen toiminnan vaarallisten aineiden onnettomuustilanteissa. Tietoperustana käytän tietokonesimulaatioita ja ulkomaalaisia lähteitä ja raportteja, kuten ERG; Emergency Response Guidebook ja Ruotsissa käytössä olevat RIB-ohjeet. Näiden perusteella päivitän voimassa olevan T2i-ohjeen vastaamaan myös matalapaineverkoston tuottamia haasteita. Päivitetty ohje on tämän opinnäytetyön liitteenä.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TAVOITTEET

2.1 Tutkimusongelma

Suomessa ei ole omia maakaasuesiintymiä. Suurin osa Suomeen tulevasta maakaasusta tulee Venäjältä siirtoputkea pitkin. Osa maakaasusta tuodaan Suomeen myös Euroopasta maantiekuljetuksella tai säiliökonteissa. Maakaasu on 98 % metaania. (Maakaasukäsikirja, 6). Korkeapaineisessa siirtoputkistossa tuleva maakaasu tuodaan Kouvolaan maakaasukeskukselle, josta se jaetaan ympäri Suomea loppukäyttäjälle. Kouvolaan maakaasu jatkaa joko korkeapaineputkistossa tai matalapaineputkistossa. Putkistoa on noin 3000 km.

Korkeapaineputkistossa maakaasun paine voi olla jopa 56 bar. Pasi Saari teki 2012 opinnäytetyön, jossa hän käsitteli toimintaa korkeapaineisen maakaasuputken onnettomuustilanteissa. Hän rajasi työnsä siten, että hän käsitteli ainoastaan putkistoa, jonka kaasunpaine on yli 15 bar. Tämän työn tuloksena syntyi Tokeva2012 T2i-ohje

Toiminnasta maakaasun matalapaineisen siirtoputkiston onnettomuustilanteissa ei ole juurikaan tutkittua tietoa. Saaren työtä ei voi sellaisenaan käyttää matalapaineputkistojen onnettomuustilanteissa, koska ulos purkautuvan kaasun määrä, ympäristö ja putkiston rakenne ovat hyvin erilaiset kuin korkeapaineputkistossa. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on päivittää voimassa oleva ohjeistus ajan tasalle ja luoda selkeät ja helppokäyttöiset ohjeet, miten pelastushenkilöstön tulee toimia maakaasun matalapaineisen jakelu- ja käyttöputkiston onnettomuustilanteissa.

2.2 Työn rajaus

Jo tehdyissä opinnäytetöissä käsitellään ainoastaan korkeapaineputkistoa. Korkeapainerajana on käytetty 15 bar. Edellisten töiden ulkopuolelle on myös jätetty kaikki maakaasun käyttölaitteet ja väliasemat. Gasum Oy on määritellyt, että maakaasun put-

kisto on matalapaineinen siitä eteenpäin, kun kaasuputkisto kulkee ensimmäisen painevähennysaseman kautta. Tätä rajaa käytetään myös tässä työssä. Se helpottaa toimijoiden välistä yhteistyötä, kun osapuolet käyttävät samanlaisia käsitteitä. Painevähennysasema vähentää painetta verkostossa siten, että se on maksimissaan 24bar. Tässä opinnäytetyössä käsitellään myös käyttölaitteita ja muita maakaasun matalapaineiseen putkistoon liittyviä laitteistoja.

LNG (liquified natural gas), jäähdyttämällä nesteytettyä maakaasua ja maakaasun kuljetustapahtuma rajataan tämän työn ulkopuolelle. LNG-kuljetuksista on tehty opinnäytetyö vuonna 2013.

Nykyään tuotetaan myös paljon biokaasua. Biokaasu on energia- ja polttoainemuotona kasvava ala. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä biokaasua, biokaasua polttoaineena tai biokaasun kuljetustapahtumaa. Biokaasua kuljetetaan joko paineen alla nesteytettyinä biokaasuna (CBG) tai jäähdyttämällä nesteytettyinä (LBG). Gasum on myös tuonut markkinoille kontteja, jotka täytetään bio- tai maakaasulla. Kontit kuljetetaan tankkausasemalle, josta kuluttaja voi tankata vaikka autonsa. Näitä kontteja kutsutaan MEG-konteiksi. Tässä työssä en käsittele MEG-kontteja. Niistä tehdään erillinen opinnäytetyö.

2.3 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on päivittää Tokeva 2012 T2i-ohje siten, että sitä voidaan soveltaa myös matalapaineverkoston onnettomuustilanteissa. Jo voimassa olevia ohjeita ei voi sellaisenaan hyödyntää, koska putkiston koko, kaasun määrä ja toimintaympäristö ovat hyvin erilaiset. Voidaan sanoa, että korkeapaineinen putkisto kulkee pikiä matkoja maastossa, jossa ei ole juurikaan asutusta tai muita riskejä. Matalapaineinen maakaasuputkisto sen sijaan kulkee kaupungeissa, teollisuuspuistoissa ja alueilla, joissa on paljon muuta toimintaa. Täten myös riskit ovat erilaiset, ja nämä pitää myös ottaa huomioon pelastustoiminnassa. Päivitetty T2i-ohje lisätään Tokeva2020-ohjeistukseen.

3 TERMISTÖ JA LAINSÄÄDÄNTÖ

Maakaasu. Maakaasulla tarkoitetaan metaanin ja muiden hiilivetyjen sisältämää kaaseosta. Maakaasu otetaan talteen maaperästä, ja se on puhtain fossiilinen polttoaine.

Maakaasuputkistolla tarkoitetaan maakaasun siirto-, jakelu- ja käyttöputkiston muodostamaa kokonaisuutta sekä siihen kuuluvia kaikkia säiliöitä, laitteita ja laitteistoja, joiden sisältönä on maakaasu. Maakaasuputkiston osiksi luetaan myös maakaasun tankkausasemat. (VNa 551/2009, 4 §)

Biokaasu. Biokaasua saadaan kun biomassaa hajotetaan mädätysprosessissa. Biokaasussa on noin 60 % metaania ja noin 30 % hiilidioksidia. Biokaasuseos on hyvin samanlainen kuin maakaasun. Biokaasua voidaan syöttää maakaasuputkistoon.

LNG. (Liquified Natural Gas) on jäädyttämällä nesteytettyä maakaasua. Normaalissa ilmapaineessa maakaasu muuttuu nestemäiseksi, kun lämpötila putoaa alle -162 °C. Nestemäinen maakaasu on helpompi kuljettaa maantiellä kuin kaasulomuodossa oleva maakaasu.

CNG. Compressed Natural Gas. Puristettu maakaasu. Maakaasun paine nostetaan 200-300 baariin, jolloin kaasu saadaan pienempään tilaan. Maakaasuajoneuvoissa käytettävä polttoaine on puristettua maakaasua.

Nimellissuuruus. Nimellissuuruudella tarkoitetaan putkistorjestelmän kaikille osille yhteistä koon numeerista esitystapaa, lukuun ottamatta osia, joista annetaan ulkohalkaisija tai kierrekoko; luku (mm) pyöristetään viitearvoksi, joka ei ole tiukasti sidoksissa valmistusmittoihin; nimellissuuruus ilmoitetaan antamalla DN ja luku. Esimerkiksi DN50, tarkoittaa putkistoa, jonka halkaisija on noin 50 mm. (Vna 511/2009, 4 §)

TOKEVA. TOKEVA 2012 -ohjeet sisältävät torjuntaohjeet kemikaalien ja muiden vaarallisten aineiden vaaratilanteille. TOKEVA 2012 -ohjeet sisältävät taktiset ja me-

netelmäohjeet, niiden käyttöön tarvittavat ohjeet, hakemistot ja ainekohtaiset liitetiedostot. (Tokeva2012 käyttäjän opas, 2 ja 5)

Alempi syttymisraja. Tarkoittaa sitä kaasun pitoisuutta ilmassa, jonka alapuolella kaasuilmaseos ei ole syttyvä eli seos on liian laiha. Ilmaistään tilavuus prosentteina (til.%). Lyhenteet: suomeksi ASR, englanniksi LEL. (Lower Explosive Limit) (Saari 2013.)

Ylempi syttymisraja. Tarkoittaa sitä kaasun pitoisuutta ilmassa, jonka yläpuolella kaasuilmaseos ei ole syttyvä eli seos on liian rikas. Ilmaistään myös tilavuus prosentteina. (til.%). Lyhenteet: suomeksi YSR, englanniksi UEL (Upper Explosive Limit)

TEEL-arvo. TEEL-arvo on pitoisuus, jonka yläpuolella väestölle, kemikaalin vaikutukselle herkät yksilöt mukaan luettuina, yli tunnin altistuminen saattaa aiheuttaa seuraavaa:

TEEL - 1 Huomattavaa haittaa, ärsytystä tai tiettyjä sellaisia haittavaikutuksia, jotka eivät aiheuta oireita ja joita ei voi todeta aisteilla. Nämä vaikutukset kuitenkin lakkaavat altistumisen loppuessa, eivät ole palautumattomia eivätkä aiheuta vammoja.

TEEL - 2 Pysyvää tai muuten vakavaa ja pitkäaikaista terveyshaittaa tai oireita, jotka vähentävät kykyä suojautua altistumiselta.

TEEL – 3 Hengenvaarallista terveyshaittaa tai kuolema.

(OVA-Ohje. Käyttäjän opas.)

PRONTO. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto. Sisäministeriön järjestelmä pelastustoimen seurantaan ja kehittämistä sekä onnettomuuden selvittämistä varten. PRONTO:n aineisto muodostuu alueellisten pelastuslaitosten ylläpitämistä toimenpide- ja resurssirekistereistä. (Prontonet.fi.)

VARO. Varo-rekisteri on turvallisuus ja kemikaaliviraston ylläpitämä vaurio- ja onnettomuusrekisteri. Toiminnanharjoittajan on toimitettava maakaasuputkelle tai käyttölaitteelle sattuneesta vakavasta onnettomuudesta tai vaaratilanteesta Tukesille selvitys.

Selvitys on tehtävä myös vaurioista, joilla saattaa olla merkitystä käyttöturvallisuuteen. Selvitykset tallennetaan VARO-rekisteriin. (Tukes-ohje 7/2015.)

Maakaasua, maakaasun käyttöä ja maakaasulaitteistojen ja putkistojen asennuksia ohjaa hyvin tarkka ja huolellisesti standardoitu lainsäädäntö. Keskeisin on valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta (551/2009), joka perustuu lakiin vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005). Kaasulaitteita koskevat vaatimukset määritellään tarkasti kaasulaitelaisissa (502/2018), joka perustuu vastaavaan EU-direktiiviin.

3.1 Maakaasun ominaisuudet

Suomeen tuotava maakaasu tulee Siperiasta, Venäjältä. Maakaasu on 98 % metaania, mutta koostumus voi vaihdella jonkin verran maakaasun alkuperän mukaan. Väritön ja myrkytön maakaasu on lähes puolet ilmaa kevyempää luonnonkaasua. Sitä saadaan poraamalla maan uumenista. Maakaasu on vähäpäästöinen polttoaine, jolla saavutetaan hyvä hyötysuhde. Sen tehollinen lämpöarvo on 10 kWh/m³n, joten yksi kuutiometri maakaasua vastaa lämpöarvoltaan yhtä litraa kevyttä polttoöljyä. (Gasum)

Maakaasun ominaisuuksia:

- metaani (CH₄) 98 %
- etaani (C₂H₆) 0,8 %
- propaani (C₃H₈) 0,2 %
- butaani C₄H₁₀) 0,02 %
- typpi (N₂) 0,9 %
- hiilidioksidi (CO₂) 0,1 %
- kiehumispiste: -162 °C
- sulamispiste -182 °C
- leimahduspiste -190 °C
- suhteellinen tiheys 0,56 (ilman suhteellinen tiheys = 1)
- alempi syttymisraja 5 tilavuusprosenttia
- ylempi syttymisraja 15 tilavuusprosenttia
- lämpöarvo 50 Mj/kg
- syttymislämpötila 650 °C

(Maakaasukäsikirja, Gasum Oy, OVA Ohje, Metaani.)

4 MAAKAASUVERKOSTO SUOMESSA

Suomessa ei ole omia maakaasuesiintymiä, joten Suomi on tuontikaasun varassa. Maakaasua on toimitettu Suomeen vuodesta 1974. Suurin osa Suomen maakaasusta tulee Venäjältä korkeapainesiirtoputkistoa pitkin. Suomen maakaasuverkosto kattaa Kaakkois-Suomen, Pirkanmaan ja pääkaupunkiseudun. Kuvassa yksi on esitetty korkeapaineverkosto Suomessa.



Kuva 1 (Gasum.com)

Maakaasu tulee Suomeen kahta korkeapaineputkistoa pitkin. Kaksi erillistä putkea varmistaa, että kaasun toimitus jatkuu mahdollisissa suurissa häiriötilanteissa. Korkeapaineputkisto tulee Imatralle. Sieltä putkisto jatkaa Kouvolaan, jossa sijaitsee Suomen maakaasukeskus. Kouvolaan kaasuputkisto jatkaa matkaansa eri puolille Suomea aina loppukäyttäjälle asti. Ennen kaasun toimitusta käyttäjälle kaasu menee erinäisten asemien ja putkistojen läpi, joissa esimerkiksi voidaan nostaa tai alentaa painetta ja mitataan maakaasun määrä, joka menee asiakkaalle.

4.1 Verkoston rakenne

Maakaasuverkosto koostuu korkeapaineisesta siirtoputkistosta ja matalapaineisesta jakelu- ja käyttöputkistosta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että kaasu siirtyy matalapaineiseen putkistoon, kun se on mennyt paineenvähennysaseman kautta. Paineenvähennysasemalla kaasun määrä ja laatu mitataan. Verkostoon kuuluu myös kompressoriasemat, paineenvähennysasemat, linkkiasemat ja venttiiliasemat. Myös käyttölaitteet ovat osa maakaasun verkostoa.

Siirtoputkisto

Maakaasun siirtoputkistolla siirretään maakaasu käyttöpaikalle tai käyttöpaikan tai alueen läheisyyteen. Siirtoputkiston paine voi olla jopa 54 bar. Puhutaan korkeapaineputkistosta. Siirtoputket ovat yleensä maan alla, noin 1 - 2 metrin syvyydessä. Siirtoputken halkaisija on nimellisuuruudeltaan maksimissaan DN900. Siirtoputkisto on terästä ja pinnoitettu. Siirtoputkistojen tilavuus on mitoitettu siten, että se riittää paitsi kattamaan varmasti maakaasun kulutuksen, mutta myös toimimaan maakaasuvarastona sekä tasaamaan kulutushuippuja ja lyhytaikaisia jakeluhäiriöitä. Putkisto on merkattu merkein.

Jakeluputkisto

Maakaasun jakeluputkistolla siirretään maakaasu alennetulla paineella alueelliseen kulutukseen ja käyttöön. Jakeluputkiston rakenne on hyvin samanlainen kuin siirtoputkiston mutta jakeluputkistoa voidaan rakentaa myös muoviputkilla. Muoviputkia saa käyttää maanalaisiin asennuksiin, vesistöjen alituksiin sekä rakennukseen tulevaan nousuputkeen pääsulkuventtiiliin asti. Maanpäällisen jakeluputkiston on oltava terästä. Muoviputkina saa käyttää saumattomia keskikovasta tai kovasta polyeteenistä valmistettuja putkia ja niiden osia. Muoviputkien suurin sallittu käyttöpaine on materiaalin ja kohteen mukaan joko 4 tai 8 bar. (Maakaasukäsikirja, 25)

Käyttöputkisto

Käyttöputkistolla tarkoitetaan maakaasuputkea, jolla johdetaan kaasu kaasulaitteelle tai muuhun käyttökohteeseen. Käyttöputkisto voi olla terästä, kuparia tai muuta maakaasukäyttöön tarkoitettua materiaalia. Yleisimmät materiaalit ovat lujitemuovi tai teräs. Putkiston muoviputken koko vaihtelee 20 mm – 315 mm. Teräsputki voi olla jopa 700 mm. Ei pidä kuitenkaan sekoittaa tätä putkea korkeapainepuolelle. Yleisimmät käyttöpaineet käyttöputkessa on 4 bar tai 8 bar. Jotkut voimalaitokset tai teollisuuskohteet voivat käyttää maakaasua, jonka paine on 16 bar. Käyttöputkistoon lasketaan myös mahdolliset käyttö- säätö- ja ohjauslaitteet sekä liekinvalvontalaitteistot. Käyttöputkistoa löytyy esimerkiksi pienkohteista, kuten omakotitaloista, teollisuudessa ja kaupunkiympäristössä, esimerkiksi ravintoloissa, jotka käyttävät maakaasua. (Maakaasukäsikirja ja Suomen Kaasuyhdistyksen julkaisu maakaasun pienkohteiden suunnitteluohje.)

Venttiiliasemat

Siirtoputkistoon on asennettu venttiiliasemia 8-32 km välein. Venttiiliasemat ovat aidattuja, ja niillä sijaitsevat linjasulkuventtiilit, joilla voidaan tarvittaessa katkaista kaasun siirto ja jakelu sekä tyhjentää putki maakaasusta ulospuhaltamalla. Linjasulkuventtiilit voivat olla joko paikan päällä käsin käytettäviä tai Gasum Oy:n keskusvalvomosta kauko-ohjauksella toimivia. Linjasulkuventtiilit, erityisesti kauko-ohjattavat, lisäävät verkoston käyttöturvallisuutta, koska vaurioitunut putkiston osa voidaan niiden avulla sulkea ja tyhjentää kaasusta. Siirtoverkostossa on tällä hetkellä yhteensä 166 venttiiliasemaa joista 40 kpl on kauko- ohjattuja ja valvottuja. (Gasum.com.)

Linkkiasemat

Valvonta- ja hälytystiedot verkoston alueelta välitetään Kouvolaan keskusvalvomoon maakaasuverkoston omaan tiedonsiirtojärjestelmään kuuluvien linkkiasemien kautta. Linkkiasemia on 15 kpl. Linkkiasemat sijaitsevat yleensä venttiiliasemien yhteydessä tai läheisyydessä.

Kompressoriasemat

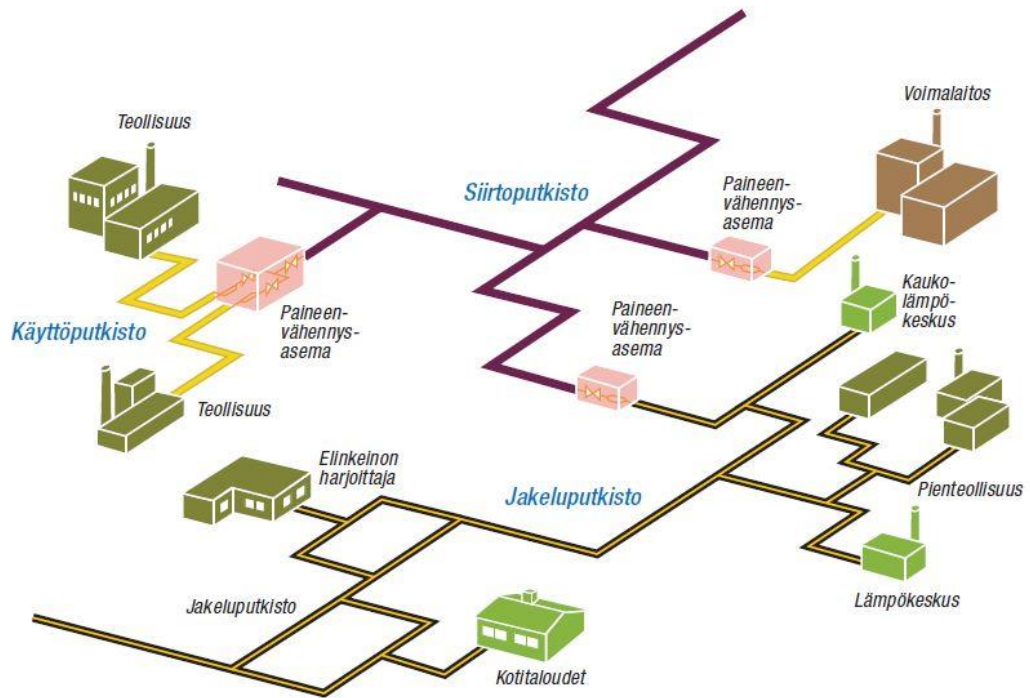
Kompressoriasemien avulla nostetaan kaasun painetta ja siten lisätään maakaasuverkoston siirtokapasiteettia. Maakaasun siirto putkiverkostossa on taloudellisinta korkeassa paineessa. Suomessa on kolme kompressoriasemaa, jotka sijaitsevat Mäntsälässä, Imatralla ja Kouvolassa. Kompressoriasemilla on yhteensä yhdeksän turbokompressoria, joiden akseliteho on yhteensä 64 MW. (Gasum.com.) Kompressoriasemien käyttötarve riippuu maakaasun kulutuksesta, joka vaikuttaa putkiverkoston paineeseen. Jos paine laskee liian alas, painetta voidaan kompressoriasemien avulla nostaa. Kaikkia kompressoriasemia ei käytetä samanaikaisesti vaan kompressoriasema valitaan sen perusteella millä alueella putkiverkoston painetta halutaan nostaa.

Paineenvähennysasemat

Siirtoputkistosta maakaasu johdetaan paineenvähennysasemalle, jossa kaasun painetta alennetaan asiakkaalle tai jakeluputkistolle sopivaksi. Paineenvähennysasemia on 135 kpl. Maakaasu myös hajustetaan paineenvähennysasemalla.

Käyttölaitteet

Maakaasuputkiston käyttölaitteet ovat osa matalapaineverkostoa. Käyttölaitteeksi luetaan kaikki ne laitteet ja koneet, jotka käyttävät tai polttavat maakaasua. Käyttölaitteita ovat kaikki pienistä liesistä kerrostaloasunnossa suuriin voimalaitoksiin. Isotkin voimalaitokset ovat matalapaineverkostossa. Tällöin maakaasun pääsulku on rakennuksen ulkopuolella. Mikäli voimalaitoksessa tai teollisuudessa käytetään maakaasupoltinta, jonka teho on yli 1,2 MW, kohteessa on oltava nimetty käytönvalvoja.



Kuva 2 Maakaasuverkoston rakenne

4.2 Verkoston hallinta

Suomen maakaasun siirtoverkostoa hallinnoi Gasum Oy. Yritys vastaa maakaasun maahantuonnista, siirrosta ja tukkumyynnistä Suomessa. Maakaasun toimituksesta jakeluverkon kautta kuluttajalle vastaavat paikalliset maakaasuverkonhaltijat. Suomessa maakaasun kuluttaja-asiakas hankkii maakaasunsa aina paikalliselta maakaasuverkonhaltijalta, kuluttaja ei voi vaihtaa maakaasun toimittajaa. Samoin kuin sähköntoimitus myös maakaasun toimitus kuluttajalle muodostuu siirtopalvelusta ja maakaasuenergian toimituksesta. (Energiavirasto)

Energiavirasto valvoo maakaasuverkkotoimintaa ja myöntää siihen tarvittavat verkkoluvat sekä säätelee maakaasun hinnoittelua. Energiavirasto myös valvoo, että maakaasuverkon haltijat kehittävät ja ylläpitävät maakaasuverkkoa, täyttävät käyttöpaikkojen liittämiselvoitteen ja siirtävät maakaasua asiakkaalle.

Gasumin keskusvalvomo sijaitsee Kouvolassa ja on osa maakaasukeskusta. Keskusvalvomossa on kaksi henkilöä ympäri vuorokauden. Valvomon ensisijainen tehtävä on

valvoa korkeapaineputkiston tilaa, kaasun virtausta ja kaasun painetta. Valvomon tiedot ovat reaaliaikaisia. Putkiston paine ja kaasunvirtaustiedot ovat tarkat, putkiston tarkka sijainti saadaan selville jopa 15 senttimetrin tarkkuudella. Maakaasun korkeapaineverkoston käytönvalvontajärjestelmä koostuu ala-aseamista sekä keskusvalvomossa sijaitsevasta keskusjärjestelmästä. Suuri osa putkiston venttiiliasemista ja lähes kaikki paineenvähennysasemat on varustettu ala-aseamalla. Valvomosta voidaan ohjata venttiiliasemien venttiilit kiinni, mutta maakaasulainsäädännön mukaan venttiilin avaaminen vaatii aina henkilöstöä paikalle avaamaan venttiili käsin.

Jakelu ja käyttöputkiston alueilla päivystää jakeluverkkoyhtiöiden omia päivystäjiä, jotka ovat pelastustoiminnan johtajan käytettävissä mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Päivystäjillä on pääsy heidän omiin tietojärjestelmiinsä, ja he voivat kertoa pelastustoiminnan johtajalle esimerkiksi lähimmän sulkuventtiilin sijainnin. Päivystäjällä voi kuitenkin kestää saapua onnettomuuspaikalle, joten pelastustoiminnan johtajan on otettava huomioon, että pelastustoimen henkilöstö voi joutua itse sulkemaan venttiili päivystäjän ohjeilla. Jo suljettuja venttileitä ei saa avata. Ne saa avata ainoastaan yhtiön oma henkilöstö.

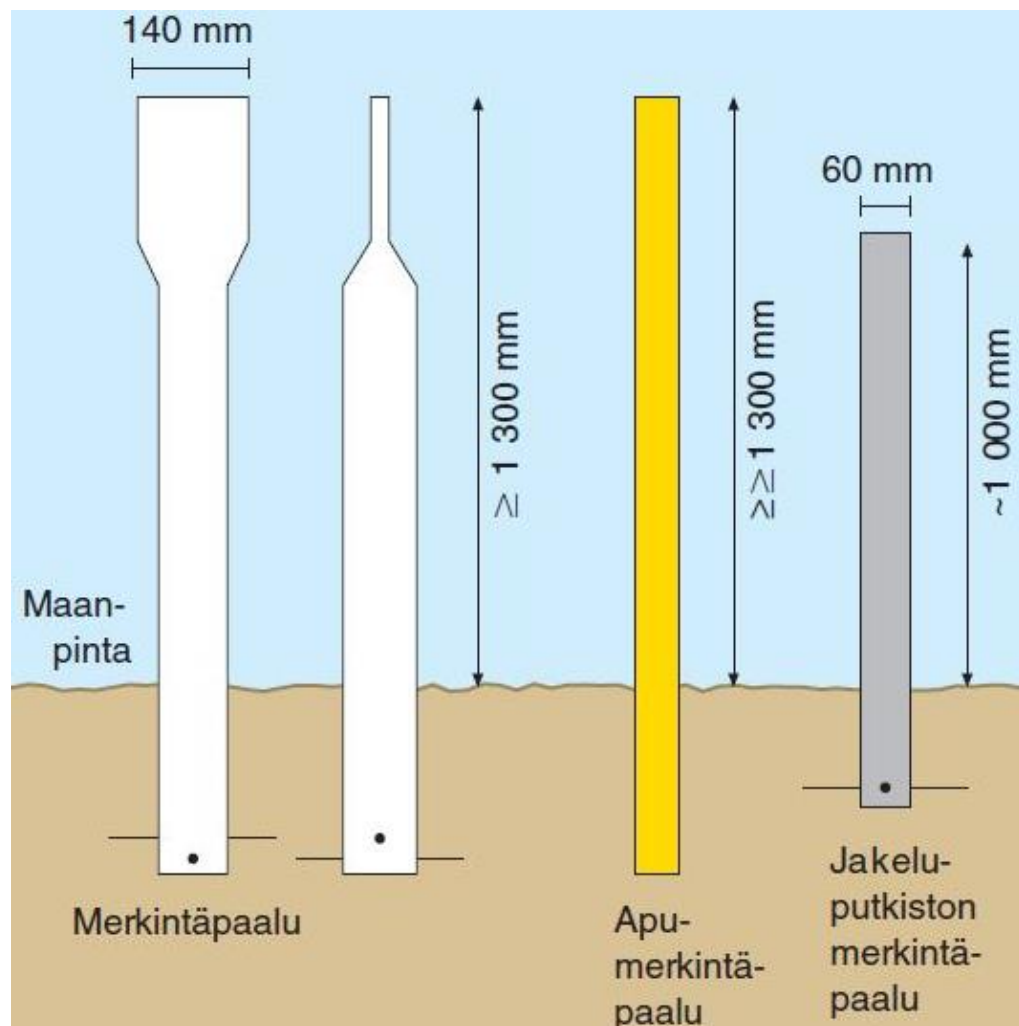
Gasum vastaan korkeapaineputkistosta ja paikalliset jakeluverkkoyhtiöt matalapaineputkiston tilasta. Tällä hetkellä Gasumin keskusvalvomossa on tieto myös matalapaineverkoston haltijoista ja heidän päivystysnumeronsa. Keskusvalvomoon kannattaa soittaa myös matalapaineputkiston onnettomuustilanteissa. Sieltä saadaan paikallisen yhtiön yhteystiedot ja ensimmäisiä tietoja onnettomuuden luonteesta. Pelastustoiminnan johtajan vastuulla on soittaa paikalliselle jakeluyhtiön päivystäjälle, ellei hän toisin sovi keskusvalvomon päivystäjän kanssa. (Laurila Ari 2019 Maakaasuasiantuntija Puhelinhaastattelu 2.5.2019)

Maakaasunmarkkinoilla on tapahtumassa uudistus, jonka myötä korkeapaineverkoston hallinta ja ylläpito yhtiöitetään erilliseksi yhtiöksi. Tähän kuuluu myös maakaasukeskuksen valvomo. Voi olla, että uudistuksen yhteydessä valvomosta poistetaan matalapaineverkoston haltijoiden ja toimijoiden yhteystiedot. Uudistuksen jälkeen valvomosta ei saisi enää matalapaineverkoston tietoja. Tällöin vastuu yhteystietojen ylläpidosta ja tiedottamisesta paikalliselle pelastusviranomaiselle siirtyy jakeluverkkoyhtiöille ja paikallisille pelastusviranomaisille. Heidän välisensä yhteistyö korostuu. Uudistus on

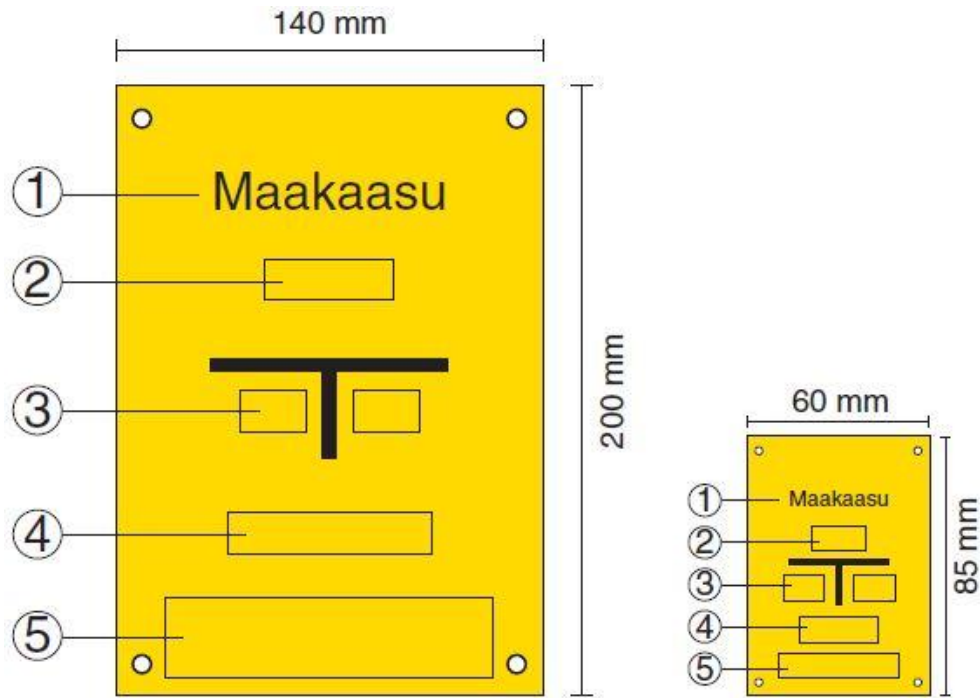
kuitenkin vasta suunnitteluvaiheessa, ja mitään konkreettista tietoa tai faktaa ei vielä ole. (Laurila Ari 2019 Maakaasuasiantuntija Puhelinhaastattelu 2.5.2019)

4.3 Verkoston merkintä

Maakaasuputkistot on merkittävä tahattoman vahingoittamisen estämiseksi. Myös pääsulkuventtiilit on merkittävä asianmukaisesti. (VNa551/2009.) Putkiston merkinnät koostuvat merkintäpaalusta ja merkintäkilvestä. (Maakaasukäsikirja, 53) Kuvassa 3 on esitetty maakaasuputkiston merkintäpaalut. Valkoisilla paaluilla merkitään siirto-putkiston linja. Keltainen paalu tarkoittaa apumerkintäpaalua. Apumerkintäpaaluun ei tarvitse kiinnittää merkintäkilpeä. Vaaleanliilan värisellä paalulla merkitään jakelu-putkiston linja. Paaluun kiinnitetään merkintäkilpi, joka on kooltaan 200 mm x 140 mm. Jakeluputkiston merkintäkilven koko voi olla sama tai vaihtoehtoisesti pienempi, esimerkiksi 85 mm x 60 mm. (Maakaasukäsikirja, 49)



Kuva 3 Maakaasuputkiston merkintäpaalut



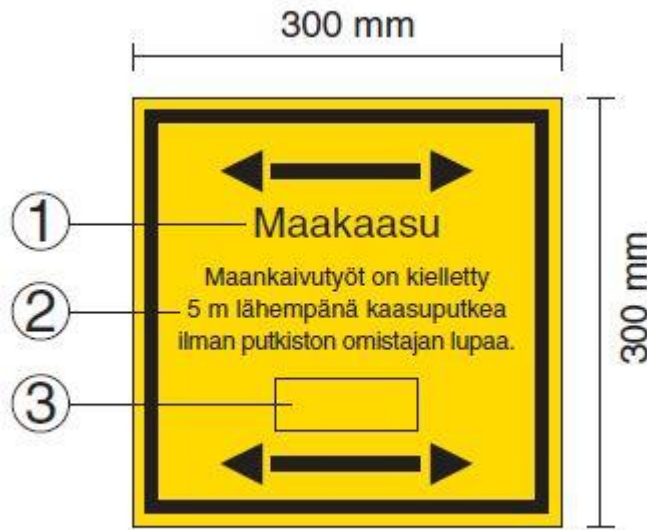
Kuva 4. Maakaasuputkiston merkintäkilpi

Kuvassa 4 näkyy maakaasulinjan merkintäkilpi. Kilpeen kirjoitetaan seuraavat tiedot:

1. teksti ”Maakaasu” tai ”Naturgas”
2. putken nimellissuuruus.
3. kilven sivupoikkeama maakaasuputkesta metreinä, jos sitä ei voida sijoittaa suoraan putkilinjan kohdalle. Sivupoikkeama merkitään putken sijaintipuolelle.
4. kilven järjestysnumero ja/tai kilometrilukema, jossa ilmenee merkin sijainti.
5. putkiston käytöstä vastaavan toiminnanharjoittajan nimi ja yhteystiedot.

Tarvittaessa kilpeen voi merkitä myös muita putken sijaintia ilmaisevia tietoja.

Maakaasulinjan yhteyteen voidaan kiinnittää myös kaivuukieltoa osoittavia merkintäkilpiä. Kuvassa 5 on esitetty kaivuukielto-merkintä. Kielto-merkinnät voi kiinnittää samaan merkintäpaaluun kuin maakaasulinjaa osoittava merkintäkilpi. Jakelu- ja käyttöputkistojen yhteyteen laitettava kaivuukieltoa ilmaiseva kilpi voi olla pienempi, esimerkiksi 150 mm x 200 mm.



Kuva 5. Kaivuukieltoalueesta kertova kilpi

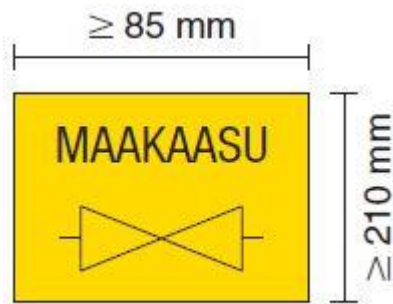
Kilpeen tulee tiedot:

1. teksti ”Maakaasu” tai ”Naturgas”
2. kaivuukiellosta kertova teksti
3. putkiston käytöstä vastaavan toiminnanharjoittajan nimi ja yhteystiedot.

Siirtoputkistojen merkintätavasta poiketen, rinnakkain kulkevien jakeluputkistojen merkintäkilvet voidaan kiinnittää samaan merkitä paaluun. Muovisen maakaasun jakeluputken ulkopintaan kiinnitetään päällystetty ilmaisinelä tai viestikaapeli, jolla maakaasuputki voidaan jälkeenpäin paikantaa. Signaalin syöttöpisteet sijoitetaan putkiston päihin sekä sopivaksi katsottuihin paikkoihin putkiston varrella siten, että syöttöpisteitä on riittävä määrä.

Maanpäällisen jakeluputkiston tunnusväri on keltainen. Tästä voidaan poiketa vain erityisestä syystä, jos esimerkiksi maakaasuputki on lämpö tai kosteuseristetty. Tällöin maakaasuputkisto on merkittävä keltaisin värirenkain ja maakaasuputkea osoittavilla merkintäteipeillä. Maanalaisen jakeluputkiston venttiilit paikallistetaan sopivilla merkinnöillä, esimerkiksi venttiilikaivon kansimerkinnällä. Venttiilin käyttökarasta tulee ilmetä venttiilin ”auki/kiinni” -asento. (Maakaasukäsikirja, 53)

Jakeluputkistossa ennen putkiston rakennukseen sisään vientiä oleva pääsulkuventtiili



Kuva 6

merkitään venttiilin tunnuskilvellä. Tunnuskilpeen voidaan lisätä tarvittavaa informaatiota. Venttiilin tunnuskilven vähimmäiskoko on 60 mm x 85 mm. Kuvassa 6 on esitetty, miltä tunnuskilpi näyttää. Pienkohteiden, kuten omakotitalojen teknisen tilan ulko-oveen, voidaan kiinnittää informatiivinen kyltti, jossa lukee "MAAKAASU", jos pääsulkuventtiili sijaitsee eri puolella rakennusta.

Maakaasun käyttöputkistot merkitään samalla keltaisella värillä kun jakeluputkistot. Värikoodi on RAL 1021. Teollisuus ja teollisuutta vastaavissa rakennuksissa käyttöputkisto merkitään keltaisen värin lisäksi maakaasuputkea osoittavilla merkintäteipeillä. Asuintiloissa sekä toimisto- ja työpaikatiloissa maakaasun käyttöputkisto voidaan maalata halutun väriseksi. Tämä vaikeuttaa putken paikantamista, joten putken viereen on kiinnitettävä maakaasuputkea ilmaisevat merkinnät. Myös käyttöputkistossa olevat pääsulkuventtiilit merkitään kuvan 6 mukaisella tunnuskilvellä. Käyttöputkiston muita venttiileitä voidaan myös tarvittaessa merkitä venttiilin tunnuskilvellä sekä mahdollisilla selventävillä tiedoilla venttiilin käyttötarkoituksesta.

Kaasupolttimen ohjausvirran pääkatkaisija on merkittävä selkeästi tekstillä "KAASUPOLTIN". Räjähdyevaarallisiksi luokiteltujen tilojen sisäänkäyntien yhteydessä on tarvittaessa oltava kolmion muotoinen ex-tilojen varoitusmerkki.

Maakaasuputkistojen merkintään käytettävät paalut, kilvet ja mahdolliset muut apumerkinnät on asennettava siten, että ne kestävät niihin normaalioloissa kohdistuvat rasitukset. Merkeissä voidaan käyttää heijastavia tai itsevalaisevia materiaaleja. Haa-listunut tai kulunut merkki on uusittava.

Taajama-alueilla merkintää ei ole voitu toteuttaa edellä mainitulla tavalla. Silloin jokainen kadunkulma olisi täynnä maakaasuputkistosta varoittavia kilpiä ja merkintäpaaluja. Rakennuksen seinustalla oleva pieni merkintäkilpi tai pääsulkuventtiili voi

olla ainut merkintä siitä, että alueella on maakaasuputki. Tällaisissa tilanteissa pelastustoimen tiedustelu on hyvin tärkeää. Tämän tapaisissa tilanteissa ainut tapa saada selville maakaasuputken tarkka sijainti ja mahdolliset kaasunsulku venttiilit, on soittaa kaasunjakeluyhtiölle. Niillä on käytössä tietokoneohjelmistot, joista voivat katsoa kaasuputken tai venttiilin tarkan sijainnin. Tämä tieto voidaan kertoa puhelimitse pelastustoiminnan johtajalle, joka voi määrätä sulkemaan venttiilit. Venttiilit voi sulkea myös paikalle hälytettävä huoltomies, mutta viiveet voivat olla pitkät. Pelastuslaitos on yleensä paikalla paljon nopeammin, joten venttiilien sulkeminen kannattaa ottaa pelastustoimen tehtäväksi. Kuvassa 7 on merkintäkilpi, joka osoittaa maakaasuputken sijainnin. Pelastustoimen kannattaa etsiä tällaisia merkintöjä maastossa.

Matalapaineverkostossa ei ole etäohjattavia sulkuventtiilejä. Joissain teollisuuskohteissa tai voimalaitoksissa voi olla, mutta ne eivät ole jakeluyhtiön tai Gasumin ohjauksessa, vaan niitä ohjaa teollisuuskohteen tai voimalaitoksen valvomo.



Kuva 7. Merkintäkilpi

5 ONNETTOMUUS MATALAPAINEVERKOSTOSSA

5.1 Vaarallisten aineiden onnettomuudet

Pelastustoimessa vaarallisella aineella tarkoitetaan ainetta, joka voi aiheuttaa ympäristönsään vaaraa. Vaarallisia aineita ovat esimerkiksi helposti syttyvät, räjähtävät, myrkylliset, syövyttävät ja radioaktiiviset aineet. (Sanastokeskus 2006, 246.) Vaarallisen aineen onnettomuuksilla on useita erityispiirteitä verrattuna tavanomaisiin onnettomuuksiin. Vaarallisten aineiden aiheuttamia onnettomuuksia ja niiden kehitystä on vaikea ennustaa, sillä esimerkiksi tulipalona alkanut tilanne voi muuttua myrkyllisen kaasun vuodoksi, jolloin myrkyllinen kaasupilvi voi levitä laajalle alueelle nopeasti. Vaarallisen aineen onnettomuudet ovat usein pitkäkestoisia ja voivat jatkua vaarallisenä jopa useita päiviä. (Castrén ym. 2015, 378.)

Vaarallisten aineiden onnettomuudet voidaan jakaa staattisiin ja dynaamisiin onnettomuuksiin. Staattinen onnettomuus on luonteeltaan nopea, ja tuhovaikutukset syntyvät hetkessä ja rajoittuvat selkeästi toiminta-alueelle. Esimerkiksi kaasupullon tai räjähteen räjähdys ovat staattisia onnettomuuksia. Dynaaminen onnettomuus on luonteeltaan liikkuva ja pitkäkestoinen. Dynaamisessa onnettomuudessa vaikutukset ulottuvat laajalle alueelle, ja ne eivät ole aina ennakoitavissa tai ne havaitaan viiveellä. Esimerkiksi maakaasuputkiston vuoto on dynaaminen onnettomuustilanne. (Castrén ym. 2015, 381.)

Vaarallisten aineiden onnettomuuteen, sen luonteeseen ja laajuuteen on merkitystä ulkoisilla tekijöillä kuten keli- ja tuuliolosuhteilla sekä onnettomuuspaikan maantieteellisellä sijainnilla. Vaarallisen aineen onnettomuudessa pelastustoiminta koostuu useasta toimenpiteestä ja vaiheesta. Pelastustoiminnan johtamisessa noudatetaan pitkälti vakiintunutta torjuntataktiikkaa. Vaarallisen aineen onnettomuudessa torjuntatoimet voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: 1) vakiinnuttaminen, 2) aineen vaarattomaksi tekeminen ja 3) pelastustoiminnan lopettaminen. Ensimmäisessä vaiheessa, vakiinnuttamisessa, tehdään ne tarvittavat välttämättömät torjuntatoimet, joilla onnet-

tomuustilanne saadaan hallintaan. Vakiinnuttamiseen kuuluvia yleisiä torjuntatoimenpiteitä ovat tiedustelu, välittömässä vaarassa olevien henkilöiden pelastaminen, leviämisen estäminen, vaara-alueen määrittäminen ja eristäminen, huuhtelu- ja/tai puhdistuspaikan perustaminen, vuodon tukkiminen, vesihuolto ja väestön suojaaminen. Toisessa vaiheessa vuotanut aine tehdään vaarattomaksi, mikä usein vaatii asiantuntija-apua. Vaarattomaksi tekeminen maakaasuonnettomuuksissa tarkoittaa usein sitä, että maakaasuvuoto saadaan lopetettua sulkemalla venttiili tai että kaasuvuoto saadaan muilla tavoin loppumaan. Toisessa vaiheessa tulee myös viimeistään ilmoittaa tarvittaville viranomaisille tapahtuneesta onnettomuudesta. Kolmannessa vaiheessa lopetetaan pelastustoiminta vaarattomaksi tekemisen vaiheen tulosten perusteella, siirrytään jälkivahinkojen torjuntaan ja vastuu toiminnasta pääsääntöisesti siirtyy muille viranomaisille. Pelastustoiminnan päättämisestä tehdään päätös, minkä jälkeen asetetut rajoitukset poistetaan ja saastuneet varusteet puhdistetaan asianmukaisesti. (Lautkaski & Teräsmaa 2006, 172–178.)

5.2 Pelastustoiminnan johtaminen maakaasuonnettomuuksissa

Maakaasun onnettomuudessa pelastustoiminnan johtaja muodostaa alustavan käsityksen onnettomuuden laajuudesta ja vaaroista usein puutteellisten ja jopa väärin tietojen perusteella. Vaarallisten aineiden onnettomuudessa joudutaan usein toimimaan nopeasti lisävahinkojen estämiseksi, minkä takia pelastustoiminnan johtaja ei voi käyttää tietojen hankintaan paljoa aikaa ja tilanteen arviointi täytyy tehdä nopeasti. Pelastustoiminnan johtajan tulee arvioida onnettomuudesta aiheutuvan vaaran luonne, seuraukset ja se, mihin tilanne kehittyy, vaaratekijöiden mukainen pelastushenkilöstön suojaustaso ja vaara-alue sekä se, onko ihmisiä välittömässä vaarassa. Tilanearvion perusteella tehty päätös ohjaa vahvasti pelastustoimintaa ja määrittää muun muassa pelastushenkilöstön suojaustason ja vaara-alueen. Pelastustoiminnan johtamisen onnistumiseksi tärkeää on selvittää etenkin onnettomuuden tyyppi sekä maakaasuputkiston koko, paine ja ympäristö. (Lautkaski & Teräsmaa 2006, 117.)

Suomessa, Pohjoismaissa ja Euroopassa on hyvin vähän tutkittua tietoa ja tilastoja matalapaineverkostossa tapahtuvista onnettomuuksista. Suomessa pelastustoimella on

oma rekisterinsä, PRONTO, johon kirjataan pelastustoimen tietoon tulevat tehtävät ja tehtävät, joihin pelastustoimi osallistuu. Lisäksi toiminnanharjoittajalla on velvollisuus ilmoittaa mahdollisesta onnettomuus tai vaaratilanteesta Tukesille. Tukes ylläpitää VARO-rekisteriä, johon onnettomuustiedot tallennetaan. Korkeapaineverkoston onnettomuus ja vaaratilanteista ylläpidetään paljon laajempia ja tarkempia tilastoja. Esimerkiksi European Gas pipeline Incident data Group (EGIG) pitää tilastointia Euroopassa tapahtuneista onnettomuuksista korkeapaineisen maakaasun siirtoverkostossa.

Mahdollinen onnettomuustilanne matalapaineverkostossa voi johtua useasta syystä. Tukesin VARO-tietojen ja PRONTO:n perusteella voidaan kuitenkin todeta, että suurin vaaratekijä maakaasulinjastolle on ulkopuolinen aiheuttaja. Ulkopuolisista tekijöistä tiedetään, että kaivinkone on suurin yksittäinen uhka ja onnettomuuksien aiheuttaja maakaasuputkelle. Tämä tarkoittaa huolimattomuutta, varomattomuutta ja ehkä jonkin verran myös tietämättömyyttä kaivuutöissä maakaasuputken lähistöllä. Tukesin tietoon tulee vuosittain noin 5 - 10 vaaratilannetta, joissa osapuolena on matalapaineinen maakaasulinjasto. Tukes ei ylläpidä tai tee tilastointia maakaasuonnettomuuksista, joten tarkkaa tietoa oikeista onnettomuusmääristä ei ole. Jos onnettomuuden aiheuttaja tai osapuoli ei ilmoita asiasta eteenpäin niin kuin kuuluisi, Tukes ei myöskään saa siitä tietoa. Myöskään PRONTOsta ei ole saatavilla tietoa onnettomuusmääristä tai laadusta. Kun hain PRONTOsta sanalla ”maakaasu”, sain hyvin vaihtelevia tuloksia. PRONTO-rekisteri on juuri niin hyvä, kun sen täyttäjä. Suurin osa onnettomuuksista tai vaaratilanteista, jossa on PRONTO-rekisterin mukaan ollut kyse maakaasuvuodosta, kyse on ollut siitä että kaivuutöiden tai rakennustöiden yhteydessä ollaan katkaistu maakaasuputki. Vuoto on saatu loppumaan kääntämällä venttiili kiinni.

Helsingissä on käytössä kaupunkikaasuverkosto. Kaasuverkostossa kulkee matalapaineista maakaasua. PRONTO-rekisteriä selaillessani huomasin, että suurin osa putki-voitotilanteissa on luultu, että kyseessä on propaania tai butaania. Paikalle on kuitenkin soitettu Gasumin päivystäjä tai jakeluverkkoyhtiön huoltomies. Tämä ristiriita esiintyy hyvin usein. Tämän perusteella en luota PRONTO-rekisteristä saamiini tietoihin.

Onnettomuus matalapaineisessa putkistossa on joko maakaasuvuoto, joka ei ole syttynyt palamaan, tai maakaasuvuoto, joka on syttynyt palamaan. Muita mahdollisia onnettomuustilanteita ei ole. Nämä kaksi skenaariota on ne, joihin pelastushenkilöstön tulee varautua. Pelastustoimen on tunnistettava mahdolliset onnettomuustilanteen uhat, riskitekijät ja onnettomuuden luonne.

T2i-ohjetta ei voi sellaisenaan soveltaa matalapainepuolelle. Ohjeessa olevat vaara-alueet ja toimintaohjeet eivät ole sellaisenaan sopivia matalapainepuolen onnettomuustilanteisiin. Myös toimintaympäristö on hyvin erilainen. Karioidusti voidaan todeta, että korkeapaineputkisto kulkee maastossa ja etäisyydet rakennettuun ympäristöön ovat suhteellisen pitkät. Matalapaineputkisto sen sijaan kulkee rakennetussa ympäristössä ja toimittaa maakaasua loppukäyttäjälle. Riskit ja toimintaympäristö on täten hyvin erilaiset, kun korkeapainepuolella.

6 VAARA-ALUEEN MÄÄRITTÄMINEN

Vaara-alueen määrittämisen ja alueen eristämisen tarkoituksena on estää sivullisten altistuminen vuotaneelle aineelle. Tokeva 2012:n vaara-alueet perustuvat aineen tai vaaraominaisuuksien mukaiseen ohjeeseen. Vaara-alueet on jaettu seitsemään vaara-aluemalliin. Vaara-alueet on ilmaistu Tokevassa ympyrämalleina, joista ilmenevät vaaraetäisyydet. (TOKEVA 2012.) Vaara-alueella saa työskennellä vain pelastushenkilöstö, jolla on tilanteeseen vaadittava henkilökohtainen suojaustaso. Henkilönsuojaintason määrittelee pelastustoiminnan johtaja saatujen tiedustelutietojen perusteella. Mikäli pelastustoiminnanjohtajalla ei ole tarpeeksi tietoa suojaustason määrittämiseksi, on hänen noudatettava pahinta mahdollista onnettomuusskenaariota.

Vaara-alueiden yksiselitteinen määrittäminen on osoittautunut hyvin hankalaksi. Korkeapaineputkiston vuototilanteessa on määritetty vaara-alueeksi kaasuputken halkaisija (mm) metreinä. Esimerkiksi DN200-maakaasuputken halkaisija on 200 mm. Tällöin välittömän vaaran alue on 200 m joka suuntaan. Tätä kaavaa ei kuitenkaan voi sovitaa matalapaineiseen verkostoon. Ulospurkautuvan kaasun paine ja kaasun määrä on paljon pienempi kuin korkeapaineputkistossa, jolloin vaara-alueesta tulee tarpeettoman suuri.

Ruotsissa on käytössä RIB-ohjeistus vaarallisten aineiden vaaratilanteita varten. Ohjeet eivät ole yhtä kattavat kuin Suomessa käytössä oleva TOKEVA-ohjeistus. RIB-ohjeista vastaa Ruotsin valtiollinen pelastusviranomainen (MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). RIB-ohjeissa vaara-alueen laajuuteen vaikuttaa tuuli ja vuodon ja onnettomuuden laajuus. Tuulen vaikutus ilmaistaan siten että, joko tuulee enemmän kuin 2 m/s tai vähemmän kuin 2m/s. Vuodon tai onnettomuuden laajuus määritellään viisiportaisella asteikolla. Ensimmäinen, lievin onnettomuus on hyvin pieni, paikallinen kaasupäästö. Tällöin vaara-alue on 50 m joka suuntaan ja 100 m tuulen alapuolella. Jos tuulee yli 2 m/s, vaara-alue on 100 m säteellä onnettomuuden sijainnista. Vaara-alue määritellään samalla tavalla, mikäli onnettomuus määritellään pieneksi päästökseksi, esimerkiksi pakkausvuoto. Tämä on toinen porras neliportaisella asteikolla.

Kolmas porras on iso päästö, esimerkiksi putkirikko tai jatkuva vuoto. Mikäli tuuli on alle 2 m/s, vaara-alue määritellään 50 m joka suuntaan ja 300 m tuulen alapuolelle. Jos tuulee yli 2 m/s, vaara-alueen säde on 300 m joka suuntaan. Neljäs ja viides porras RIB-ohjeistuksessa koskee kaasupulloa ja isoja säiliöitä, jotka voivat tulipalon ja paineen nousun seurauksena revetä ja aiheuttaa Blevé-ilmion. Tällöin vaara-alue on 300 m joka suuntaan, jolloin varaudutaan tulipalon lämpösäteilyyn ja mahdollisiin heitteisiin, ja jos kyseessä on iso säiliö, on vaara-alue 1,0 km joka suuntaan. (RIB-direktiv, Naturgas.)

RIB- ohjeistuksessa onnettomuuden luonne ei juurikaan vaikuta vaara-alueeseen. Vaara-alue on sama, oli kyseessä sitten tulipalo tai vuototilanne, joka ei ole syttynyt.

Yhdysvaltain liikenneministeriö (US Department of Transportation) on julkaissut Pohjois-Amerikassa käytössä olevan ERG-oppaan. Tämä opas on käytössä Yhdysvalloissa ja Kanadassa, ja se vastaa Suomessa käytössä olevaa Tokeva-ohjeistusta.

ERG-oppaan mukaan maakaasuvuodossa ensisijainen vaara-alue on 100 m joka suuntaan. Tämä alue tulisi eristää välittömästi. Vaara-aluetta voidaan kuitenkin muuttaa tiedustelutiedon perusteella, mikäli sille on aihetta. (ERG Guidebook, US Department of Transportation, 168)

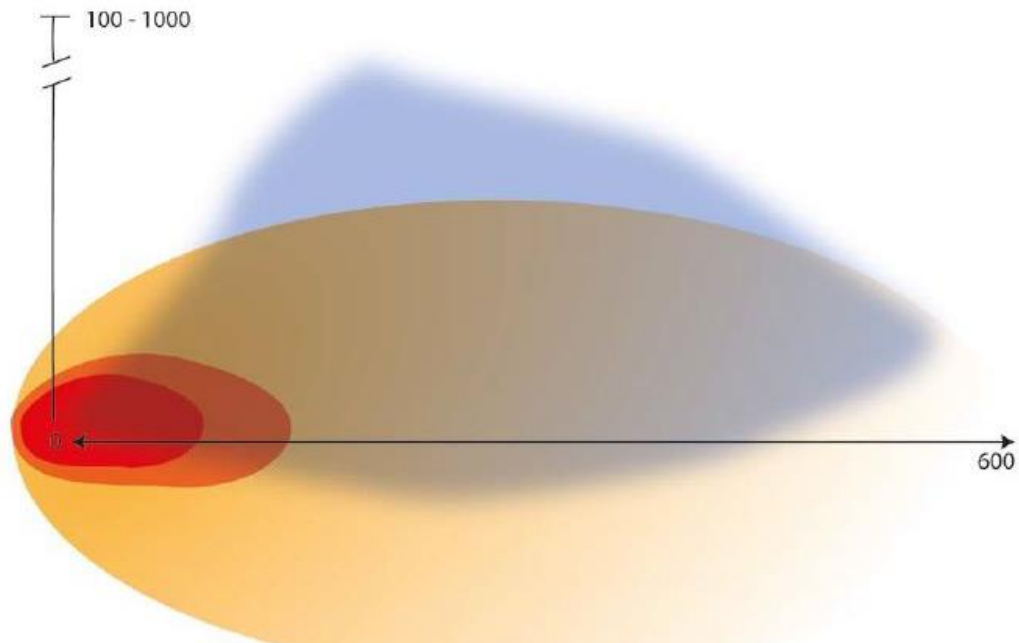
Pohjois-Amerikassa toimii myös ”The Pipeline Association for Public Awareness Association”. Kyseinen yhdistys on julkaissut vuonna 2017 ohjeen, jossa yhdistys esittää kuvan 7 mukaisia evakuointietäisyyksiä silloin, kun ulospurkautuva kaasu on syttynyt. Kuvan 7 lämpösäteilyn määränä on käytetty 450 Btu/hr ft². Tämä on kyseisen ohjeen mukaan raja lämpösäteilylle ulkotiloissa suojaamattomalle iholle. Tämä vastaa noin 1,480 KW/m² lämpösäteilyä.

		Pipeline Size (Inches)											
		4	6	8	10	12	16	20	22	24	30	36	42
Pressure (psig)	100	91	137	182	228	274	365	456	502	547	684	821	958
	200	129	193	258	322	387	516	645	709	774	967	1161	1354
	300	158	237	316	395	474	632	790	869	948	1185	1422	1659
	400	182	274	365	456	547	730	912	1003	1094	1368	1642	1915
	500	204	306	408	510	612	816	1020	1122	1224	1529	1835	2141
	600	223	335	447	558	670	894	1117	1229	1340	1675	2011	2346
	700	241	362	483	603	724	965	1206	1327	1448	1810	2172	2534
	800	258	387	516	645	774	1032	1290	1419	1548	1935	2322	2709
	900	274	410	547	684	821	1094	1368	1505	1642	2052	2462	2873
	1000	288	433	577	721	865	1154	1442	1586	1730	2163	2596	3028
	1100	302	454	605	756	907	1210	1512	1664	1815	2269	2722	3176
	1200	316	474	632	790	948	1264	1580	1738	1896	2369	2843	3317
	1300	329	493	658	822	986	1315	1644	1809	1973	2466	2959	3453
	1400	341	512	682	853	1024	1365	1706	1877	2047	2559	3071	3583
	1500	353	530	706	883	1060	1413	1766	1943	2119	2649	3179	3709
	1600	365	547	730	912	1094	1459	1824	2006	2189	2736	3283	3830
1700	376	564	752	940	1128	1504	1880	2068	2256	2820	3384	3948	
1800	387	580	774	967	1161	1548	1935	2128	2322	2902	3482	4063	
1900	398	596	795	994	1193	1590	1988	2186	2385	2981	3578	4174	
2000	408	612	816	1020	1224	1631	2039	2243	2447	3059	3671	4283	
2100	418	627	836	1045	1254	1672	2090	2299	2508	3134	3761	4388	
2200	428	642	856	1069	1283	1711	2139	2353	2567	3208	3850	4492	

Esimerkkinä tästä taulukosta voidaan lukea, että 100 psi paineella, joka vastaa noin 6.8 baria, ja 6 tuuman putkella, joka on 152 mm. Tällä saadaan evakuointietäisyydeksi 137 jalkaa. Tämä vastaa noin 41 metriä.

Taulukolla 1 voidaan todeta, että korkeapainepuolella taulukon antamat vaara-alueet ovat samaa suuruusluokkaa kuin nyrkkisääntö joka Suomessa on käytössä, eli että vaara-alueen säde on putken halkaisija metreinä. Taulukko osoittaa myös sen, että matalapainepuolella ei ole tällaista yhteyttä. Putken halkaisija on esimerkkitapauksessa 137 mm, mutta vaara-alue ainoastaan 41 m. Ulospurkautuvan kaasun paine ja mas-savirta vaikuttaa vaara-alueen määrittelyyn.

Tokeva 2012-oppaassa on määritelty maakaasulle oma vaara-alue-mallinsa. (Kuva 8) Mallia Vaara-alue 7. Vaara-alueen laajuus riippuu vuodon suuruudesta. Tällä hetkellä käytössä olevan ohjeistuksen mukaan määritellään vaara-alue siten, että se on kaasuputken läpimitta (mm) metreinä. Mitä suurempi vuotava maakaasuputki on, sitä suurempi vuoto ja vaara-alue. Esimerkiksi 200 mm putken vuodon yhteydessä vaara-alue on 200 metriä tuulen suuntaan. (K-Opas, 7.)



Kuva 8. Vaara-alue 7. Maakaasuvuoto 600mm putkesta.

Suomen Kaasuenergia Oy:lla on saatavilla Phast simulaatio-ohjelmalla tehtyjä simulaatioita siitä, miten maakaasu ja lämpösäteily purkautuu ulos vuotavasta matalapaineputkesta. Arvioinnin pohjana on käytetty Phast-ohjelman Long Pipeline-mallilla laskemaa massavuotovirtaa täysaukkoisessa vuototapauksessa. Laskentaa varten on ohjelmaan syötetty lähtöarvoja, joten tässä arvioinnissa mahdollisesti esitettävät turvaetäisyydet ja vaurion vakavuuden määrittelyt eivät ole absoluuttisia totuuksia, vaan malli ja ”nyrkkisääntö” sille, kuinka vaurion vakavuutta voidaan arvioida.

Tässä esityksessä jakeluputkivaurion vakavuutta arvioidaan siten, että vaurioitunut putki olisi pahimmassa mahdollisessa skenaariossa katkennut kokonaan ja vuotava kaasu olisi syttynyt tuleen. Vaurion vakavuutta on tällöin arvioitu sillä perusteella, kuinka lähellä tätä vauriopaikkaa on ollut ihmisiä, liikenneväyliä, rakennuksia tai muuta pelastustoiminnassa huomioon otettavaa. Taulukossa 2 esitetyt metrimäärät kuvaavat edellä mainittuja etäisyyksiä.

Taulukon 2 ensimmäisessä sarakkeessa on esitetty tarkastelussa käytettyjen putkikokojen nimellisuuruudet.

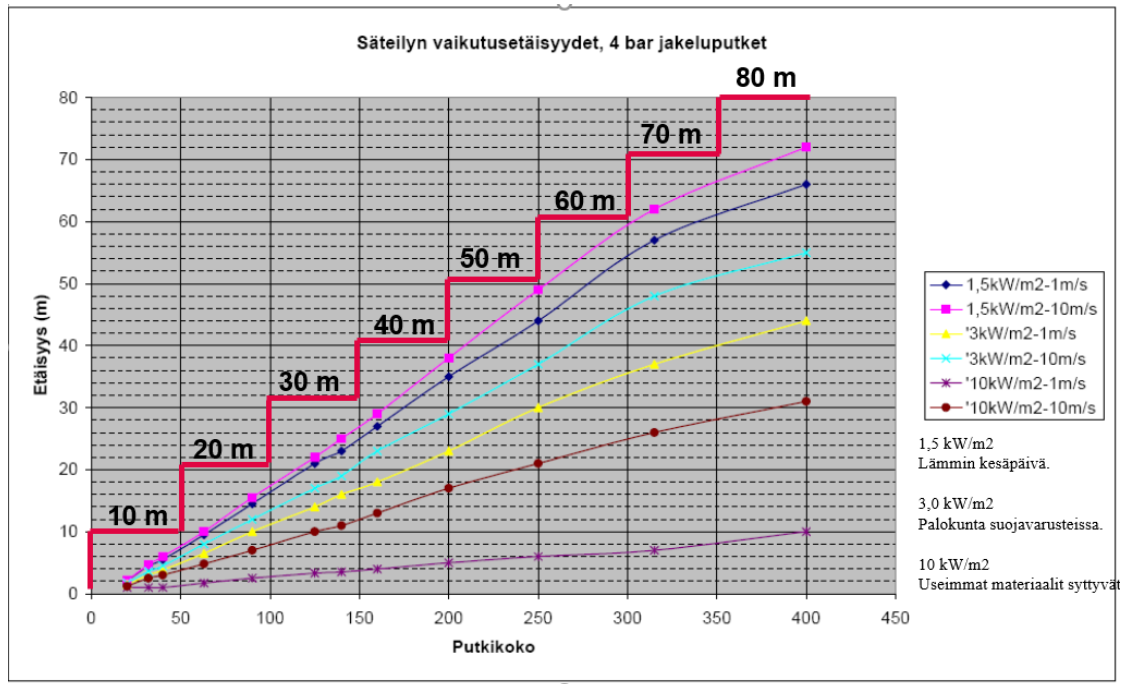
Muovisista maakaasun jakeluputkista tässä simulaatiossa tarkoitetaan esimerkiksi PEH 63 -putkella PE 100 laatuluokan polyeteeniputkea, jonka ulkohalkaisija on 63 mm. Tällainen putki sijoittuu siis taulukossa 2 kategoriaan $D_u < 100$.

Taulukon 2 toisessa sarakkeessa on esitetty pienin metrimäärä kullekin putkikokoluokalle, joka vauriotilanteessa aiheuttaa vähäisen vaaran. Tällöin pahimman mahdollisen skenaarion tapahtuessa lämpösäteilyarvo jää alle $1,5 \text{ kW/m}^2$. Taulukon 2 kolmannessa sarakkeessa on esitetty se pienin metrimäärä kullekin putkikokoluokalle, joka vauriotilanteessa aiheuttaa haitallisen vaaran. Tällöin pahimman mahdollisen skenaarion tapahtuessa lämpösäteilyarvo jää alle $3,0 \text{ kW/m}^2$. Taulukon 2 neljännessä sarakkeessa on esitetty pienin metrimäärä kullekin putkikokoluokalle, mikä vauriotilanteessa aiheuttaa vakavan vaaran. Tällöin pahimman mahdollisen skenaarion tapahtuessa lämpösäteilyarvo ylittää $3,0 \text{ kW/m}^2$.

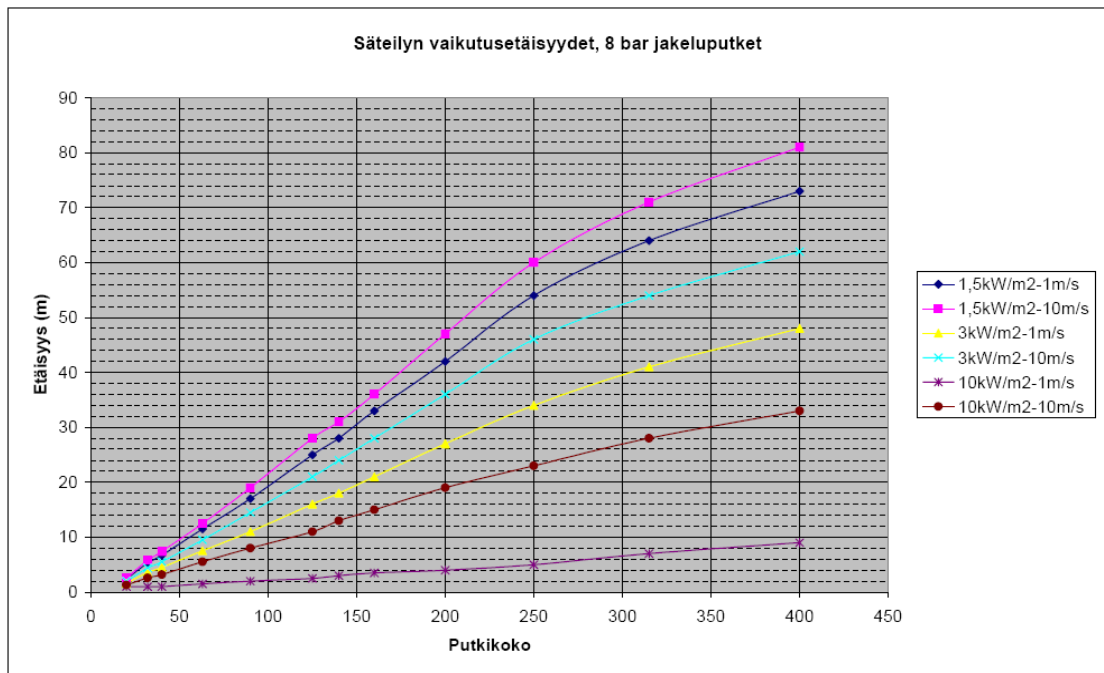
Taulukko 2

	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
$D_u < 50$	$S > 10 \text{ m}$	$S > 6 \text{ m}$	$S < 6 \text{ m}$
$D_u < 100$	$S > 20 \text{ m}$	$S > 14 \text{ m}$	$S < 14 \text{ m}$
$D_u < 150$	$S > 30 \text{ m}$	$S > 22 \text{ m}$	$S < 22 \text{ m}$
$D_u < 200$	$S > 40 \text{ m}$	$S > 28 \text{ m}$	$S < 28 \text{ m}$
$D_u < 250$	$S > 50 \text{ m}$	$S > 38 \text{ m}$	$S < 38 \text{ m}$
$D_u < 300$	$S > 60 \text{ m}$	$S > 46 \text{ m}$	$S < 46 \text{ m}$
$D_u < 350$	$S > 70 \text{ m}$	$S > 52 \text{ m}$	$S < 52 \text{ m}$
$D_u < 400$	$S > 80 \text{ m}$	$S > 56 \text{ m}$	$S < 56 \text{ m}$

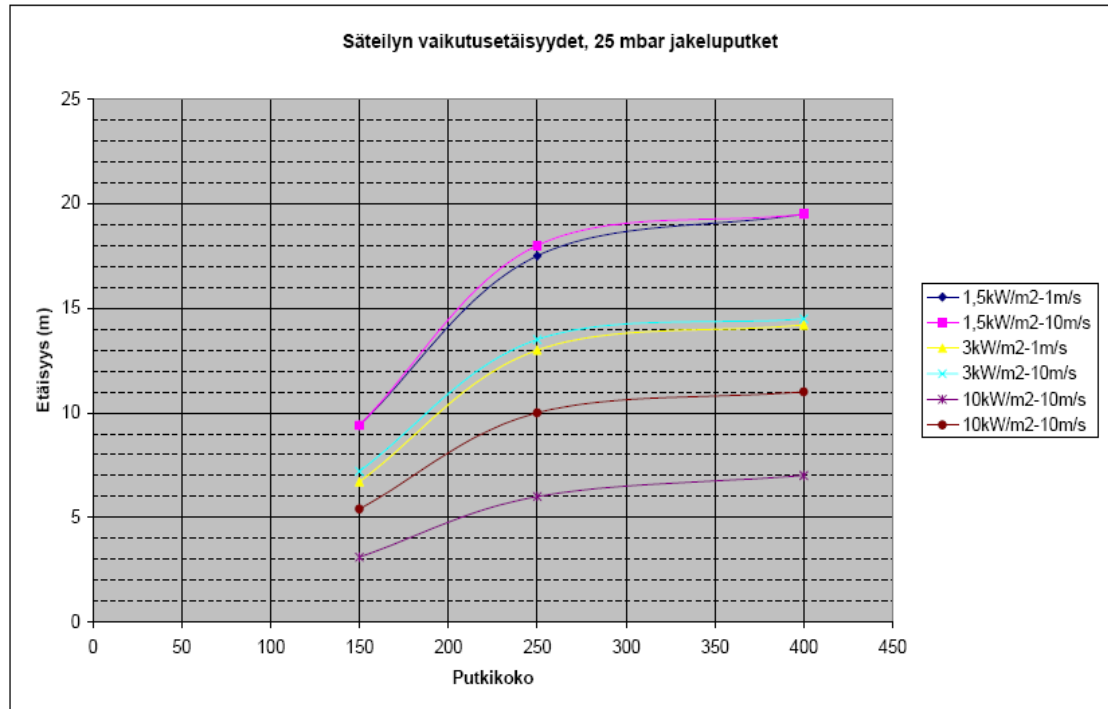
Jos matalapaineputki, joka on 300 mm – 350 mm on mennyt poikki ja ulospurkautuva maakaasu on syttynyt, voidaan todeta, että alue jossa lämpösäteilyä on yli $3,0 \text{ kW/m}^2$, on vuotokohdasta 52 m joka suuntaan. Tulee kuitenkin huomioida, että taulukossa 2 esitetyt arviot vaara-alueesta on tehty laskelmilla, joissa ulospurkautuvan kaasun painetta ja massavirtaa ei ole tiedossa.



Kuva 9. Lämpösäteilyn vaikutukset. 4 bar jakeluputki.



Kuva 10. Lämpösäteilyn vaikutukset. 8 bar jakeluputki



Kuva 11 Lämpösäteilyn vaikutukset. 25 mBar jakeluputki

Taulukko 3 Lämpösäteilyn raja-arvot. (Lautkaski, R. ym. 1991, 104)

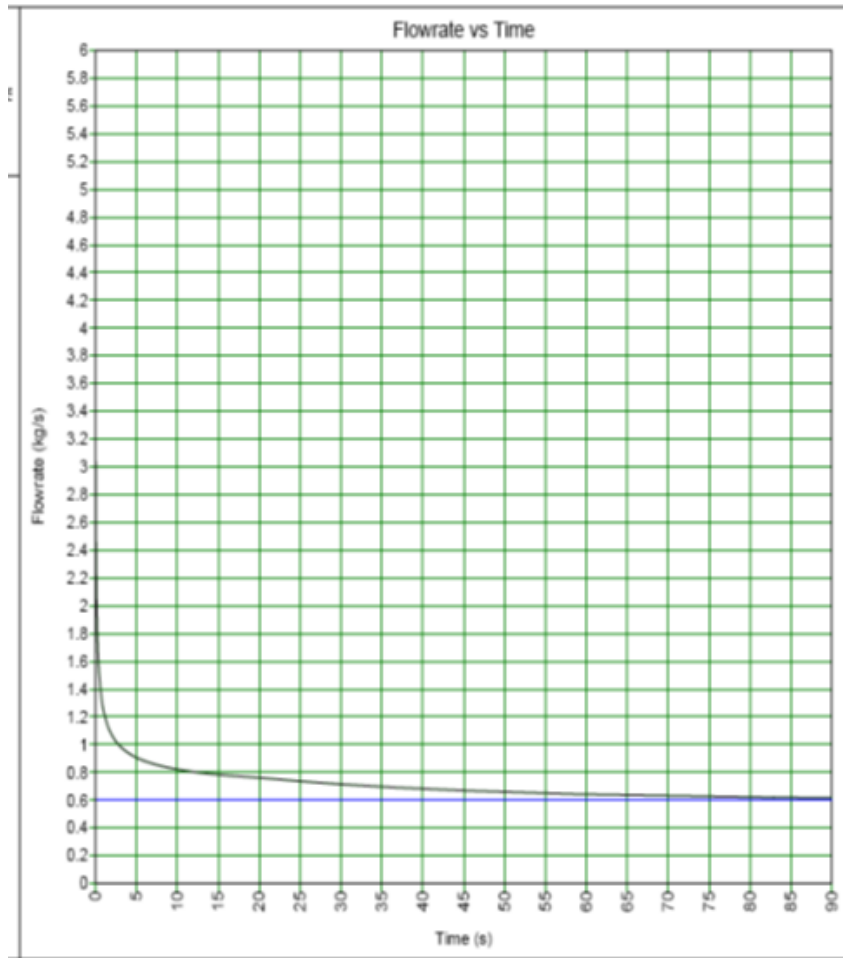
Lämpösäteilyn intensiteetti (kw/m ²)	Vaikutus
1,5	Pitkäaikainen oleskelu mahdollista.
2	Muovieristeiset kaapelit vahingoittuvat.
3	Palokunta pystyy toimimaan 30 minuuttia.
6	Poistumisteiden suunnitteluarvo.
8	Suojaamattomat syttyvien nesteiden varastot voivat syttyä.
12	Kasvillisuus voi syttyä.
14	Tavalliset rakennukset voivat syttyä.
25	Ikkunattomat eristysrakennukset voivat syttyä.
32	Vesivalelun suojaamat syttyvien nesteiden varastot voivat syttyä.

Taulukossa 3 on esitetty lämpösäteilyarvoja ja niiden vaikutuksia ympäristöön. Näitä vaikutuksia tulee huomioida luettaessa kuvien 9, 10 ja 11 tietoa. Kuvassa 10 on esitetty lämpösäteilyn vaikutusetäisyyksiä 4 baarin vuototilanteessa. Kuvaajan alapuolella on putken koko ja vasemmalla säteilyn etäisyys metreinä. Oikealla puolella on esitetty, mitä kuvaajat tarkoittavat. Kuvassa 9 nähdään että lämpösäteily ei ylitä arvoa $1,5 \text{ Kw/m}^2$ kun ollaan sen kuvaajan yläpuolella, joka tarkoittaa $1,5 \text{ Kw/m}^2$ ja 10 m/s tuulta. Tästä voidaan määritellä suoja-alue pelastustoimelle. Suoja-alue tulee tyhjentää sivullisista ja eristää. Palokunta pystyy kuitenkin toimimaan suoja-alueella riittävällä varustuksella. Kun putkikoko on $200 - 250 \text{ mm}$, huomataan että $1,5 \text{ Kw/m}^2$ lämpösäteily ulottuu 50 m palosta joka suuntaan. Tällöin on eristettävä 50 m joka suuntaan. Palokunta pystyy kuitenkin toimimaan vielä $30 - 40 \text{ metrin}$ päässä vuotokohdasta. Tätä lähemmäs ei kuitenkaan ole turvallista mennä ilman suojasuihkua.

Kuvassa 10 on esitetty lämpösäteilyn vaikutusetäisyyksiä 8 baarin vuototilanteessa. Tässä tapauksessa huomataan, että koska putkiston paine on kasvanut, myös vaikutusetäisyydet ovat suurentuneet. Samainen $200 - 250 \text{ mm}$ putki vaatii kuvan mukaisesti 70 metrin suoja-alueen. 60 metrin etäisyydellä ollaan turvassa, mutta raja on hyvin lähellä, joten esittäisin suoja-alueeksi 70 metriä .

Kuvassa 11 on esitetty lämpösäteilyn vaikutusetäisyyksiä 25 millibaarin vuototilanteessa. Ulospurkautuvan kaasun paine on hyvin pieni, ja kaasun määrä on myös hyvin pieni. Kuvan perusteella voidaan todeta, että suoja-alue, joka kattaa 25 metriä joka suuntaan, on riittävä.

Kuvassa 12 on esitetty miten ulospurkautuvan massavirta muuttuu ajan funktiona, kun putki repeää ja kaasu vuotaa ulos. Tämä simulaatio on tehty 8 bar jakeluputkille. Massavirta pienenee hyvin nopeasti, kun putkisto repeää. Pelastuslaitos ei kuitenkaan ole paikalla vielä silloin, kun putkistosta vuotava kaasu syttyy. Pelastuslaitos saavuttaa kohteen parhaimmillaan minuuteissa, jolloin massavirta on jo hyvin pieni.



Kuva 12.

Kuvista 9 – 12 voidaan jo määrittellä suoja-alueet ja välittömän vaaran alue. Nämä eivät kuitenkaan ole yhteneväisiä jo voimassa olevan ohjeistuksen kanssa. Taulukossa 1 oli esitetty että 6.8 baarin paineella ja 152 mm putki, joka on repeytynyt ja kaasu vuotaa ulos, vaatii 41 metrin evakuointialueen. Kun sitä vertaa kuvaan 9, voidaan todeta, että saadaan hyvin yhteneväinen kanta evakuointialueen, joka on samalla suoja-alue, laajuudesta. Tähän ei kuitenkaan ole olemassa nyrkkisääntöä kuten korkeapainepuolella, vaan suoja-alue ja välittömän vaaran alue on jouduttu määrittelemään erikseen sillä tiedolla, joka minulla on ollut saatavilla.

Taulukko 4 Vaara-alueet. 4 Bar putkisto

Putkikoko. Halkaisija (mm)	Suoja- alue (m)	Välittömän vaaran alue (m)
0 - 50	20	10
50 - 100	20	15
100 - 150	30	20
150 - 200	40	30
200 - 250	50	40
250 - 300	60	50
300 - 350	70	60
350 - 400	80	60

Taulukko 5 Vaara-alueet. 8 Bar putkisto

Putkikoko. Halkaisija (mm)	Suoja- alue (m)	Välittömän vaaran alue (m)
0 - 50	20	10
50 - 100	30	20
100 - 150	40	30
150 - 200	50	40
200 - 250	70	50
250 - 300	80	60
300 - 350	80	60
350 - 400	90	70

Taulukko 6 Vaara-alueet. 16 Bar putkisto

Putkikoko. Halkaisija (mm)	Välittömän vaaran alue (m)
0 - 50	50
50 - 100	50
100 - 150	70
150 - 200	100
200 - 250	120
250 - 300	150
300 - 350	200
350 - 400	250

Taulukoissa 4, 5 ja 6 on esitetty vaara-alueet, jotka pelastustoiminnan johtajan tulee huomioida. Nämä arvot on otettu edellä mainituista simulaatioista ja niiden lopputuloksesta. Huomataan, että 8 ja 4 baarin paine-ero ei tarkoita kovin suurta eroa vaara-alueen määritelmässä. Koska ero on niin pieni, niin esitän että päivitettyyn T2i-ohjeeseen lisätään ainoastaan taulukossa 6 esitetyt vaara-alueet.

Taulukossa 6 on esitetty 16 bar putkistolle vaara-alueet. Nämä sain tulkitsemalla taulukkoa 1. 300 psi vastaa noin 20 bar. Taulukosta laskemalla jalat metreiksi ja tuumat millimetreiksi sain edellä mainitut vaara-alueet.

25 millibaarin putkiston vuototilanteessa suoja-alue on 20 metriä joka suuntaan, ja välittömän vaaran alue 15 metriä. Tähän lopputulokseen tulin analysoidessani kuvaa 1, jossa on esitetty lämpösäteilyarvot 25 mbar putkistolle ja ulospurkautuva kaasu on syttynyt.

7 TOIMINTA ONNETTOMUUSTILANTEESSA

Tämän työn luvussa 5 olen avannut vaarallisten aineiden onnettomuuksien ominaispiirteitä, torjuntataktiikoita ja siitä, mihin ne perustuvat, sekä miten vaarallisten aineiden onnettomuustilanteita johdetaan. Tässä luvussa käsittelen T2i-ohjetta, miten sitä tulisi päivittää, ja perustelut esittämiini asioihin. Vaara-alueet ja vaara-alueiden määrittelyminen on käsitelty aiemmin, joten sitä en käsittele uudestaan tässä luvussa.

Toimenpiteet maakaasuputkiston vuototilanteessa voidaan jakaa vuodon vaikutusten mukaan ja sen, millaisessa verkoston osassa vuoto on. Ongelmana on ulosvuotavan kaasun määrä, josta voi muodostua suuri räjähdysvaarallinen alue. Maakaasuputkiston onnettomuustilanteissa on syytä ottaa yhteyttä Gasum Oy:n keskusvalvomoon. Puhelinnumero: 05 375 1555. Tämä kannattaa tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Keskusvalvomosta saa tietoa putkilinjasta ja toimintaohjeita. Valvomosta saa myös matalapaineputkiston haltijan tai toiminnanharjoittajan yhteystiedot. Valvomo voi hälyttää paikalle asiantuntija-apua ja ohjata pelastustoiminnan johtajaa ottamaan yhteyttä oikeaan henkilöön parhaimman asiantuntija-avun saamiseksi.

7.1 Vuoto, ei tulipaloa

Pelastustoiminnassa tulee huomioida pelastushenkilöstön ja väestön turvallisuus. Pelastustoiminnan pääpaino on ihmisten pelastamisessa onnettomuuden vaikutusalueelta, onnettomuusalueen eristämisessä ja mahdollisessa evakuoinnissa sekä syttymislähteiden poistamisessa. Syttymisen estäminen on yksi päätehtävistä onnettomuustilanteissa, jossa ulosvuotava kaasu ei ole syttynyt.

Alkuvaiheessa pelastustoimen tehtävänä on tiedustelu ja onnettomuuden luonteen selvittäminen. Tiedustelulla on selvitettävä ainakin kaasuputken mahdollisimman tarkka sijainti, kaasuvuodon mahdollisimman tarkka sijainti ja välittömät vaarat sekä onnettomuuden kehityssuunta. Maakaasu on yleensä hajustettu. Hajua voi hyödyntää

vuotokohdan tiedustelussa. Hajun puute ei kuitenkaan tarkoita, että kaasuvuotoa ei ole. Maakaasu voi tietyissä tilanteissa olla hajustamatonta.

Vuotokohtaa ei saa lähestyä, vaan onnettomuusaluetta on lähestyttävä riittävän etäältä tuulen yläpuolelta. Mikäli tämä ei ole mahdollista, on lähestyttävä sivutuulesta, ei koskaan tuulen alapuolelta. Onnettomuusalueelle saavuttaessa on syytä muistaa, ettei saa ajaa tai kävellä kaasupilveen (voi olla näkyvä kaasupilvi tai höyrymuodostusta tai voi olla myös pelkkää väreilyä ilmassa). Ajoneuvoja ei saa ajaa vaara-alueelle, sillä ajoneuvot ovat mahdollisia syttymislähteitä. Ajoneuvot on pysäköitävä tuulen yläpuolelle turvallisen etäisyyden päähän. On huomioitava ajoneuvojen pysäköinnissä kaasuputken linja. Ei saa pysäköidä putkilinjan päälle.

Matalapaineputkisto ei välttämättä ole merkitty maastoon. Yhteys verkoston haltijaan tai Gasumin keskusvalvomoon on tärkeä, jotta maakaasuputki voidaan paikantaa mahdollisimman nopeasti. Mikäli onnettomuusalueen välittömässä läheisyydessä on merkintäkilpiä, ovat ne todennäköisesti saman maakaasuverkonhaltijan. Merkintäkilpissä olevat yhteystiedot kertovat putkiston käytöstä vastaavan toiminnanharjoittajan ja puhelinnumeron.

Maakaasun vuototilanteessa henkilönsuojaimiksi suositellaan käytettäväksi paloasua ja paineilmalaitetta. Maakaasu on palava kaasu, joka ei kuitenkaan ole myrkyllinen. (Tokeva2012 M2a.) Vuotokohdan läheisyydessä työskentelevän on käytettävä kuulonsuojaimia. Putkesta ulospurkautuva maakaasu aiheuttaa voimakasta melua.

Vaara-alueen tiedustelussa tulee huomioida, että maakaasu on ilmaa kevyempää ja nousee hyvin nopeasti ylös. Mikäli tiedustelussa käytetään mittareita, on suuri todennäköisyys, että mittarit hälyttävät vasta todella lähellä vuotopaikkaa. Tällöin ollaan jo välittömän vaaran alueella ja eritettävä alue on mittaustuloksia suurempi. Vaara-alueen määrittelyn alkuvaiheessa tulee selvittää, onko kyseessä korkeapaine vai matalapainevuoto. Korkeapaineisen putken vuototilanteessa vaara-alueeksi määritellään putken halkaisija metreinä. Matalapainevuototilanteessa ei ole olemassa mitään nyrkkisääntöä, vaan pelastustoiminnan johtajan on löydettävä vaara-alueen koko muualta. Suositellen käytettäväksi Taulukon 4, 5 tai 6 vaara-alueita. Vuototilanteessa on aina olemassa syttymisvaara. Tämän takia pelastustoiminnan johtajan on määriteltävä pe-

rääntymisreitti siltä varalta, että tilanne muuttuu vaarallisemmaksi. Perääntymisreitistä on tiedotettava kaikille onnettomuuspaikalla oleville toimijoille.

Vaara-aluetta voidaan mahdollisesti pienentää tehtyjen pitoisuusmittausten perusteella. Kaasun pitoisuuksien mittaustoiminnassa huomiota kannattaa kiinnittää myös sää- ja maasto-olosuhteisiin, koska erilaisissa olosuhteissa vapautuneen kaasun sekoittuminen ja kulkeutuminen ovat erilaisia. Myös päivä- ja yöajalla saattaa olla merkitystä.

Vaara-alueiden määrittämiseen ja rajaamiseen on hyvä käyttää näkyviä maamerkkejä, lippusiimaa, palokuntanauhaa, liikenteenohjauskartioita ja niin edelleen. Vaara-alue ja välittömän vaaran alue on ilmoitettava kaikille toimintaan osallistuville. Sisäänmeno- ja ulostulokohdat on määritettävä ja niistä tiedotettava alueella toimijoille. (Lautkaski ja Teräsmaa196.)

Korkeapaineputkiston vuototilanteessa nopeasti ylöspäin leviävä maakaasupilvi aiheuttaa vaaraa ilmailulle. Vaara-alueen läpimitta on 5 km ja ulottuu 100 – 300 metriin asti. Matalapaineputkiston vuototilanteessa vaara ilmailulle ei ole. (T2i-ohje.)

Maakaasu voi olla hajustettu tetrahydrotiofeenilla. Aine haisee mätänevälle biomassalle. Hajun aistimiskynnys on 0,05 % - 0,2 % kaasua ilmassa. Tämä vastaa 1 % - 25 % alemmasta syttymisrajasta. Maakaasu ei aina ole hajustettua. Maakaasun haju tai hajun puuttuminen ei kerro syttymiskelpoisten seosten olemassaolosta mitään. Syttymiskelpoinen seos on 5 – 15 til. %. Kaasun hajua tai hajun puuttumista ei voi käyttää vaara tai suoja-alueiden määrittämisessä. Vaara-alueiden tarkemmassa määrittämisessä on käytettävä syttymisvaaramittareita.

Tilannearviota tehdessä on syytä kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

- Onko alueella pelastettavia ja evakuoitavia ihmisiä?
- Onko kyseessä vuoto vai tulipalo?
- Millainen putki on kyseessä?
- Missä vuoto tarkasti sijaitsee (merkintäkilven numero, laitoksen nimi, katuosoite)?
- Missä on vuotokohta (putki, venttiili, laippa)?

- Onko vuoto sisä- vai ulkotiloissa?
- Onko näkyvää kaasupilveä (voi olla myös pelkkää väreilyä ilmassa)?
- Mitkä ovat sääolosuhteet (tuulen suunta, ilman lämpötila)?
- Millainen alue on kyseessä (asutus, maaston muodot, lähialueen riskikohteet, liikenne)?
- Millainen on vaara-alue ja vaadittavat alueiden eristykset?
- Mitkä ovat suojattavat riskit (ihmiset, omaisuus, ympäristö)?
- Mitä riskejä tilanne sisältää, miten ne voi edetä ja miten ne voidaan estää?
- Mihin toimiin on ryhdyttävä riskien minimoimiseksi, mitä toimia ne vaativat?
- Miten toimien minimoidaan riskit pelastushenkilöstölle, omaisuudelle ja ympäristölle?
- Mitkä ovat tarvittavat suojaustoimet?
- Vaara-alueelta ihmiset on evakuoitava tai heidät on opastettava suojautumaan (tällöin heille on annettava toimintaohjeita säännöllisesti).
- Mikä on vaadittava suojaustaso?
- Käytä suojavaarusteita. Salli välittömän vaaran alueelle meno vain määritellyn suojaustason mukaisissa varusteissa. Ennen kuin suojaustaso on määritelty, käytä korkeinta suojaustasoa: paloasu, paineilmalaitte, kuulosuojaimet, ja syttymisrajamittari).
- Mitä resursseja välittömästi tarvitaan (pelastushenkilöstö, kalusto, asiantuntijat)?
- Mitä täytyy tehdä välittömästi?

Gasumilla on tiedossa paikallisten jakeluverkon toimijoiden päivystäjät ja heidän numeronsa. Keskusvalvomoa voidaan pyytää hälyttämään paikalliset toimijat, tai valvomo voi antaa yhteystiedot pelastustoiminnan johtajalle. Päivystäjä voi tulla kaukaa, joten jos pelastustoimella on irrottaa henkilöstöä sulkemaan maakaasuvuoto lähimmästä sulkuventtiilistä, se on jopa suotavaa. Gasumin keskusvalvomossa on tieto lähimmän sulkuventtiilin sijainnista, ja tämä tieto on myös jakeluverkkoyhtiön päivystäjällä, edellyttäen, että hänellä on pääsy tietokoneelle. Päivystäjä voi kertoa sulkuventtiilin sijainnin pelastustoiminnan johtajalle ja voi määrätä henkilöstönsä sulkemaan venttiili. Suljettua venttiiliä ei saa avata.

Maakaasuonnettomuuden vakiinnuttamisvaiheen aikana viisainta on pitää alue eritettynä ja odottaa kaasunvirtauksen loppumista. Pelastustoimien lopettamisvaihe tulee käynnistää vasta, kun asiantuntijoita on kuultu tilanteen vaarattomuudesta.

7.2 Vuoto, joka on syttynyt

Onnettomuustilanteessa on tärkeää, että pelastustoiminnan johtaja tekee yhteistyötä putkilinjan haltijan kanssa. Kaasupaloa ei pidä sammuttaa, ellei se ole onnettomuuden uhrien pelastamisen kannalta aivan välttämätöntä. Toimintaohjeena on, että palon leviämistä tulee hallita sumu ja vesivalelulla, mutta suihkua ei saa kohdistaa suoraan paloon.

Ensimmäisenä toimenpiteenä on kaasun virtauksen katkaiseminen. Korkeapaineputkiston kaasunvirtaus voidaan katkaista etänä keskusvalvomosta, mutta matalapaineputkistossa ei ole tällaista mahdollisuutta. Jakeluyhtiöllä on tiedossa lähimpien sulkventtiilien sijainti, ja pienellä opastuksella pelastushenkilöstöä voidaan irrottaa etsimään ja sulkemaan venttiilit. Venttiilit tulee sulkea kaasuvuodon molemmilta puolilta. Kaasupalo sammuu itsestään, kun kaasun paine pienenee ja virtaus vähenee.

Palava kaasuvuoto levittää tulipaloa hyvin tehokkaasti. Ympärillä oleva maasto ja mahdolliset rakennukset voivat syttyä lämpösäteilyn vaikutuksesta. Tärkeää on suojata ympäristö tulipalolta ja katkaista kaasun virtaus.

Toiminta vuotaneen kaasun syttyä

- Käytä suojarusteita (paloasu, paineilmalaitte ja kuulosuojaimet).
- Katkaise kaasun virtaus (joko Gasum Oy:n keskusvalvomo katkaisee virtauksen, tai jakeluverkkoyhtiön edustaja kertoo venttiilien sijainnin, ja pelastustoimi sulkee venttiilit.)
- Eristä alue.
- Anna kaasun palaa loppuun.
- Jäähdytä ympäristöä, käytä sumusuihkua.
- Palon loputtua varaudu uudelleen syttymiseen.
- Älä avaa sulkemiasi venttiileitä.
- Toimi asiantuntijan ohjeiden mukaan.

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön kirjoittaminen on ollut todella kehittävä prosessi. Olen oppinut paljon eri tietolähteiden hyödyntämisestä pelastustoiminnan johtamisesta vaarallisten aineiden onnettomuustilanteissa. Ennen työn aloittamista en tuntenut maakaasua aineena enkä maakaasun siirto-, jakelu- tai käyttöputkistoja, saati maakaasun käyttäjiä. Tällä hetkellä koen tuntevani edellä mainitut todella hyvin.

Yhteistoiminta Gasumin ja jakeluverkkoyhtiöiden kanssa on ollut mielenkiintoista. Olen saanut todella hyvin tukea työn edetessä. Minulle on myös toimitettu suurin osa siitä materiaalista jota olen pyytänyt. Kaikkea tietoa tai simulaatioita en ole saanut käyttööni. Tiedon puute on hankaloittanut opinnäytetyön etenemistä. Esimerkiksi vaara-alueiden laskemisessa olisin kaivannut tietoa siitä, minkälainen lämpösäteily ja massavirta syntyy 16 bar putkiston vuototilanteessa. Tällaista tietoa minulle ei kuitenkaan ole annettu. Tieto on ilmeisesti salassa pidettävää.

Tätä työtä tehdessäni tutustuin myös Ruotsin ja Pohjois-Amerikan ohjeisiin pelastustoimelle. Vertailua tehdessäni huomasin toimintaohjeiden ja käyttöliittymien oleva hyvin erilaiset. Ruotsissa oleva RIB-ohjeistus on hyvin suppea, jos vertaa vaikka Suomessa käytössä olevaan TOKEVA-ohjeistukseen. Pohjois-Amerikassa käytössä oleva ERG-Guidebook on hyvin samantapainen kuin TOKEVA. Aine pitää tunnistaa, jotta pelastustoiminta olisi mahdollisimman tehokasta. Tämän jälkeen ERG:stä avataan oikea sivu ja toimitaan ohjeiden mukaan.

Maakaasun korkeapaineputkistossa sattuvat onnettomuustilanteet rekisteröidään ja tilastoidaan erittäin tarkasti. Tilastoja pidetään valtakunnallisesti ja jopa EU-tasolle asti. Matalapainepuolella ei ole minkäänlaista kunnollista tilastointia onnettomuustilanteista, tai vaaratilanteista. Lain mukaan vaara tai onnettomuustilanteesta tulisi ilmoittaa Turvallisuus ja kemikaalivirasto, TUKESille. Tukesille tulee kuitenkin alle 10 ilmoitusta vuosittain matalapaineputkistossa sattuvista onnettomuus- tai vaaratilanteista. Pelastustoimi pitää myös omaa tilastoaan, PRONTOa. PRONTO on kuitenkin niin hyvä, kuin selosteen täyttäjät ovat. Jos seloste täytetään huonosti, tilastoinnista ei saa juuri mitään irti. Tätä työtä varten en saanut PRONTOsta luotettavia tilastoja maakaasuun liittyvistä onnettomuustilanteista Suomessa. Myös pelastushenkilöstön tieto vuo-

tavasta aineesta on ollut osassa tapauksissa epäselvää. Helsingissä kulkeva kaasuverkosto on maakaasua. PRONTOon on kuitenkin kirjattu kaasun olevan propaania tai nestekaasua.

Pidän huolestuttavana, että sattuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista ei ilmoiteta. Tällöin ei ole mahdollista tutkia, missä on kehitettävää, ja silloin ei voida kehittää toimintaa turvallisemmaksi. Suurin osa vaaratilanteista sattuu kaivuutöiden yhteydessä, joten olisi luontevaa, että siinä vaiheessa kun myönnetään lupa kaivuutyöhön, muistutettaisiin että jos jotakin sattuu, siitä tulisi ilmoittaa. Myös pelastustoiminnan johtajilla tulisi olla tieto siitä, että kaikista onnettomuustilanteista tulisi ilmoittaa Tu-kesille.

Pidän huolestuttavana, että PRONTOsta saadun tiedon perusteella pelastushenkilöstö ei aina ole tunnistanut ainetta, jonka kanssa he ovat tekemisissä. Se on yksi tärkeimmistä tehtävistä, kun ollaan tekemisissä vaarallisten aineiden kanssa. Mahdolliset väärät toimenpiteet voivat johtaa erittäin vakaviin vahinkoihin. Koulutusta on lisättävä ja pelastushenkilöstön on oltava tietoinen alueensa riskeistä. Pidän maakaasuputkilinjastoa sellaisena riskikohteena, josta alueen pelastustoimi on oltava tietoinen ja osattava tunnistaa kaasu mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja oikein.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli päivittää olemassa oleva T2i-ohje siten, että ohjetta voidaan soveltaa myös maakaasu matalapaineputkistolle. Toiminta on hyvin samalaista, mutta esitän muutoksia esimerkiksi vaara-alueiden kokoon. Matalapaineisen maakaasun vuototilanne ei aiheuta vaaraa ilmailulle.

Maakaasun paikallisia jakeluverkkoyhtiöitä on useita. Kaikkia yhteystietoja on mahdollonta lisätä TOKEVA-ohjeeseen. Jää paikallisen pelastustoimen vastuulle selvittää oman alueensa jakeluverkkoyhtiö tai yhtiöt ja luoda kahdenväliset suhteet ja toimintatavat jotta mahdollisessa onnettomuustilanteessa yhteistyö olisi mahdollisimman tehokasta ja määrätietoista.

LÄHTEET

Castrén, M., Ekman, S., Ruuska, R. ja Silfvast, T. 2015. *Suuronnettomuusopas*. 3. uudistettu painos. Kustannus oy Duodecim

Emergency Response Guidebook 2016. U.S Department of Transportation.

Energiavirasto.fi/maakaasuverkot. 13.3 2019

European Gas Pipeline Incident Data Group 2018. 10th EGIG Report.

www-dokumentti. <https://www.gasum.com/kaasusta/suomen-kaasuverkosto/kaasunsiirtoverkosto/kaasun-siirtoverkoston-infrastruktuuri/>

Kaasulaitelaki 502/2018

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005

Lautkaski, R ja Teräsmä, I. 2006. *Vaarallisten aineiden torjunta*. 3. korjattu painos. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. Helsinki.

OVA-ohje. Metaani

OVA-Ohje. Käyttäjän opas.

Pipeline Association for Public Awareness. 2017. *Pipeline Emergency Response Guidelines*.

PRONTO. *Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto*. Pelastusopisto. Kuopio.

www-dokumentti. RIB Direktiv. Naturgas, komprimerad. <https://rib.msb.se/Portal/template/pages/Kemi/Substance.aspx?id=437&q=naturgas&p=1>

Suomen Kaasuyhdistys ry 2010. *Maakaasukäsikirja*.

Suomen Kaasuyhdistys ry 2010. *Maakaasun pienkohteiden suunnitteluohje*

Saari, P. 2013 *Toiminta korkeapaineisen maakaasun siirtoverkoston onnettomuudessa*. 2013 Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio

Tokeva2012. Käyttäjän opas.

Tukes ohje 7/2015. *Maakaasun käsittelyn turvallisuus*

Valtioneuvoston asetus 511/2009 maakaasun käsittelyn turvallisuudesta.

LIITE 1 PÄIVITETTY T2i-OHJE

Maakaasu. (Vuoto, Ei tulipaloo)

Pelastusmuodostelman tehtävät ja organisointi.

Muodostelman johtaja

- Organisoii tehtävät ja vastualueet

I Pelastusryhmä

- Tiedustelu ja Pelastaminen
- Alkutorjunta

II Pelastusryhmä

- Tukitoimenpiteet
- Vaara-alueen eristäminen
- Vesihuolto
- Dekontaminaatio

III Pelastusryhmä

- Tilanteen vakiinnuttaminen
- Seurausten rajoittaminen
- Syttymisen estäminen
- Vuodon tukkiminen
- Tilanteen vaarattomaksi tekeminen

Vaaratekijät:

- Syttymisvaara
- Kaasu voi syttyessään aiheuttaa räjähdysten. varaudu heitteisiin.
- Kaasu on ilmaa kevyempää ja haihtuu. mutta voi vuodon seurauksena kerääntyä kaasua läpäisemättömiin maakerroksiin tai asvaltiin alle.
- Maakaasu tai metaanivuoto aiheuttaa ympäristössä happivajeen.

- Maakaasuvuoto voi aiheuttaa voimakasta melua. (jopa 150dB) ja vaurioittaa kuuloa.
- Maakaasuvuoto aiheuttaa vaaraa myös ilmailulle.
- Rakennuksen sisälle vuotava maakaasu voi kertyä huoneisiin ja umpiperiin tai ullakolle.
- Rakennuksen sisällä syttyvä maakaasu syttyy räjähdysmäisesti ja saattaa aiheuttaa sortumia tai sortumavaaran.
- Rakennuksen sisällä oleva maakaasu syrjäyttää hapen. Älä mene tilaan ilman paineilmalaitetta.

Onnettomuus saattaa aiheutua muun muassa putkilinjan korroosiosta, putken valmistusvirheestä putkilinjan huoltotöiden aiheuttamasta työvirheestä. Yleisimmin onnettomuus on seurausta ulkopuolisen aiheuttamasta vahingosta.

Henkilönsuojaimet

- Antistaattinen paloasu
- Roisketiivis kemikaalisuojapuku
- Paineilmahengityslaite
- Kuulonsuojaimet

Välineet

- Tuettuja suihkuja
- Kiikarit
- Syttymisvaaramittari
- Happipitoisuusmittari
- Kaasupitoisuusmittari
- Maadoitusvälinesarja
- Lämpökamera
- Eristämiseen tarvittavaa kalustoa
- Ex-suojatut viestivälineet
- Ex-suojattu savutuuletin
- Ex-suojattuja käsityökaluja

Toimenpiteet

1. Aloita tiedustelu ja lähesty onnettomuuspaikkaa tuulen yläpuolelta. Selvitä tiedustelulla onnettomuuden luonne, kaasuputken sijainti ja kaasuvuodon mahdollisimman tarkka sijainti. Onko kyseessä korkea, vai matalapaineinen putkilinjasto? Selvitä myös välittömät vaarat ja odotettavissa oleva kehittyminen. Älä mene kaasupilveen. Älä pysäköi ajoneuvoja putkilinjan päälle, sillä mahdollisessa palotilanteessa putki voi repeytyä pitkältäkkin matkalta.

Vuotava putki voi aiheuttaa voimakasta melua. Käytä äänihavaintoja hyväksi vuodon sijainnin paikantamisessa. Huomaa, että tiiviissä maanalaisissa putkistoissa, esimerkiksi asfalttipinnoitteen alla kaasu etsii helpoimman kulkureitin pois pääsyyn. varsinainen vuotokohta voi siten olla muualla.

Totea kaasulinjan sijainti merkintäpaalujen ja merkintäkilpinen avulla. Myös näkyvä putki kertoo kaasulinjan sijainnin. Maanpäällisen jakeluputkiston tunnusväri on keltainen. Korkeapaineputken väri on violetti.

Tarkasta kilven merkinnöistä tiedot maakaasuverkostosta ja asiantuntijan yhteystiedot. Ilmoita vaarasta suoraan Gasum Oy keskusvalvomoon, puhelimitse. 05 375 1555. Pyydä kaasun virtauksen katkaisemista ja asiantuntija-apua. Gasumilla on käytössä korkeapainelinja venttiilien etäsulkumahdollisuus. Pyydä, että Gasum ilmoittaa vaarasta myös paikalliselle jakeluverkkoyhtiön toimijalle.

2. Käytä henkilönsuojaimia.
3. Pelasta onnettomuuden uhrin. Varmista turvallinen pelastustoiminta.
4. Kaasuvuoto: Väritön mutta mahdollisesti hajustettu kaasu. Korkeapainevuoto aiheuttaa voimakkaan melun. Melu helpottaa vuotokohdan paikallistamisessa. Melu on otettava huomioon henkilösuojainten käytössä ja vaara-alueen määrittämisessä.

Tiedustele vaara-alue. Perusta johtokeskus ja huuhtelupaikka. Suunnittele perääntymisreitti siltä varalta, että tilanne muuttuu vaarallisemmaksi. Tiedota pelastustoimintaan osallistuville perääntymisreitistä.

Tarkasta kaasun pitoisuus syttymisvaaramittarilla. Ilmassa maakaasun syttymispitoisuusalue on 4,4% - 16,5%. Varaudu vaara-alueen määrittämisessä syttymiseen.

Korkeapaineputkisto (yli 24 bar): Vaara-alue riippuu vuodon suuruudesta. Vaara-alue on pääsääntöisesti kaasuputken läpimitta (mm) metreinä. Vaara-alue on tarkemmin määritelty taulukossa:

Kaasuputken halkaisija (mm)	Vaara-alue metriä
100	100
150	150
200	200
250	250
300	300
400	400
500	500
700	700
900	900

Matalapaineputkisto (alle 24bar). Vaara-alue riippuu putken koosta ja ulospurkautuvan kaasun määrästä. Noudata alla olevassa taulukossa esitettyjä vaara-alueita.

Kaasuputken halkaisija (mm)	Vaara-alue metriä
0 - 50	50
50 - 100	50
100 - 150	70
150 - 200	100
200 - 250	120
250 - 300	150
300 - 350	200
350 - 400	250

Vaara-aluetta voidaan kuvata ympyräkaaviolla, (VA2) mutta huomaa, että vaa-ra-alue leviää tuulen suuntaan (VA7). Tyhjennä vaara-alue sivullisista ja eristä se.

5. Määrittele välittömät toimenpiteet ihmisten, ympäristön ja omaisuuden suojelemiseksi.
6. Estä tulipalon syttyminen poistamalla syttymislähteet. Ohjaa maaliikenne korvaaville reiteille.
7. Anna tarvittaessa yleinen vaaramerkki ja vaaratiedote.
8. Ilmoita vuodosta lennonvarmistuskeskukselle. Korkeapainevuoto aiheuttaa vaaran myös lentoliikenteelle. Lentoliikenteelle aiheutuva vaara-alue arvioidaan sylinterinmuotoiseksi. Vaara-alueen läpimitta on 5km ja vaara-alue ulottuu 100 – 300m korkeuteen saakka. Alle 24 Bar vuoto ei aiheuta vaaraa ilmailulle.
9. Pyydä asiantuntija-apua Gasumilta tai toiminnanharjoittajalta. puhelin 05 375 1555.

Korkeapaineputkisto (yli 24bar): Älä irrota pelastushenkilöstöä etsimään venttiiliä. vaan pyydä verkoston ylläpitäjää sulkemaan kaasuputkisto. Korkeapaineputkiston kaasunvirtaus voidaan sulkea suoraan valvomosta etäohjattavia linjasulkuventtiilejä käyttäen.

Matalapaineputkisto (alle 24bar): Varaudu irrottamaan pelastushenkilöstöä etsimään sulkuventtiili. Jakeluverkkoyhtiön päivystäjällä on tarkka tieto sijainnista ja voi opastaa. Matalapaineverkoston sulkuventtiilejä ei voi sulkea etäohjauksella.

Kun maakaasuputken venttiili on saatu suljettua, kaasuvuodon määrä vähenee. Venttiilin etäsulkemiseen menee aikaa noin yksi minuutti. mutta kaasuvuoto saattaa jatkua vielä pitkään, jopa tunteja. Vuodon kesto riippuu vuotoaukon koosta, kaasuputken läpimitasta ja kaasun paineesta putkessa. Ennakoi kaasun-

leviäminen maastoon, ja tuulen mukaan, ja suunnittele toimenpiteet tilanteen mukaan.

10. Valvo alueen eristämistä ja syttymislähteiden poistoa koko vuodon ajan ja vielä sen päätyttyä. Varmista kaasupitoisuuden lasku syttymisvaaramittarilla. Muista kellarit, ontelot ja ullakot, sekä muut umpiperä rakenteet.

11. Pyydä asiantuntija-apua.

Korkeapaineputkisto (yli 24bar): Gasumilla päivystää asiantuntijoita maakaasun jakelualueilla. Keskusvalvomo hälyttää heidät ongelmatilanteissa korjaamaan epänormaalin tilanteen sekä informoimaan asiakkaita ja toimimaan viranomaisille asiantuntija-apuna.

Matalapaineputkisto (alle 24 bar): Ota yhteyttä paikalliseen jakeluverkkoyhtiöön. Pyydä heitä paikalle korjaamaan epänormaali tilanne ja informoimaan asiakkaita ja toiminnanharjoittajia onnettomuuden vaikutusalueella, ja toimimaan viranomaisille asiantuntija-apuna.

12. Anna maakaasun tuulettua ja varmista kaasupitoisuuden lasku syttymisvaaramittarilla.

13. Ilmoita viranomaisille vaaratilanteesta.

14. Kun vuoto on saatu suljettua ja kaasupitoisuudet tuuletettua, lopeta pelastustoiminta. Tee lopettamisesta kirjallinen päätös.

15. Poista rajoitukset.

16. Riisu vaatteet johon in imeytynyt maakaasua ja tuuleta niitä vähintään 30 minuutin ajan.

Maakaasu. Palava vuoto.

Vaaratekijät:

- Kuumuus, liekki, lämpösäteily. Voi sytyttää ympäristön.
- Jos maakaasu syttyy, seurauksena on räjähdysvaara. Varaudu heitteisiin.
- Kaasu on ilmaa kevyempää ja haihtuu, mutta voi vuodon seurauksena kerääntyä maakuoppiin, viemäreihin ja kellareihin.

Onnettomuus saattaa aiheutua muun muassa putkilinjan korroosiosta, putken valmistusvirheestä putkilinjan huoltotöiden aiheuttamasta työvirheestä. Yleisimmin onnettomuus on seurausta ulkopuolisen aiheuttamasta vahingosta.

Henkilönsuojaimet

- Paloasu
- Paineilmahengityslaite
- Kuulonsuojaimet

Välineet

- Tuettuja suihkuja
- Kiiarit
- Syttymisvaaramittari
- Happipitoisuusmittari
- Kaasupitoisuusmittari
- Maadoitusvälinesarja
- Lämpökamera
- Eristämiseen tarvittavaa kalustoa
- Ex-suojatut viestivälineet
- Ex-suojattu savutuuletin
- Ex-suojattuja käsityökaluja

Toimenpiteet

1. Aloita tiedustelu ja lähesty onnettomuuspaikkaa tuulen yläpuolelta. Selvitä tiedustelulla onnettomuuden luonne, kaasuputken sijainti ja palopaikan mahdollisimman täsmällinen sijainti, välittömät vaarat ja tulipalon leviämiskaava. . Onko kyseessä korkea, vai matalapaineinen putkilinjasto? Älä mene kaasupilveen. Älä pysäköi ajoneuvoja kaasuputken päälle, sillä palotilanteessa putkilinja voi räjähtää hyvinkin etäältä.

Totea kaasulinjan sijainti merkintäpaalujen ja niissä olevien kilpien perusteella. Myös näkyvä putki kertoo kaasulinjan sijainnin. Maanpäällisen jakeluputkiston tunnusväri on keltainen. Korkeapaineputken väri on violetti. Tarkista kilven merkinnöistä tiedot maakaasuverkostosta ja asiantuntijan yhteystiedot. Ilmoita palosta suoraan Gasum Oy:n keskusvalvomoon puhelimitse. 05 375 1555. Pyydä kaasun virtauksen katkaisemista ja asiantuntija-apua. Gasumilla on käytössä korkeapaineputkiston venttiilien etäsulkumahdollisuus. Varmista, että Gasum ilmoittaa palosta myös paikallisille jakeluverkkoyhtiöille. Pyydä paikallisen jakeluverkkoyhtiön yhteystiedot.

2. Käytä henkilönsuojaimia.
3. Pelasta onnettomuuden uhrin. Varmista turvallinen toiminta sumusuihkulla.
4. Tiedustele vaara-alue. Tarkasta maakaasupitoisuus syttymisvaaramittarilla. Perusta johtokeskus ja huuhtelupaikka. Suunnittele perääntymisreitti siltä varalta että tilanne muuttuu vaarallisemmaksi. Tiedota miehistölle perääntymisreitistä.

Maakaasupalo on voimakas ja helppo havaita. Vaara-alue riippuu palon ja lämpösäteilyn voimakkuudesta

Korkeapaineputkisto (yli 24 bar): Vaara-alue riippuu vuodon suuruudesta. Vaara-alue on pääsääntöisesti kaasuputken läpimitta (mm) metreinä. Vaara-alue on tarkemmin määritelty taulukossa:

Kaasuputken halkaisija (mm)	Vaara-alue metriä
100	100
150	150
200	200
250	250
300	300
400	400
500	500
700	700
900	900

Matalapaineputkisto (alle 24bar): Vaara-alue riippuu putken koosta ja ulospurkautuvan kaasun määrästä. Noudata alla olevassa taulukossa esitettyjä vaara-alueita.

Kaasuputken halkaisija (mm)	Vaara-alue metriä
0 - 50	50
50 - 100	50
100 - 150	70
150 - 200	100
200 - 250	120
250 - 300	150
300 - 350	200
350 - 400	250

Vaara-aluetta voidaan kuvata ympyräkaaviolla (VA 2) mutta huomaa, että vaara-alue leviää tuulen suuntaan (VA 7).

- Määrittele välittömät toimenpiteet ihmisten, ympäristön ja omaisuuden suojelemiseksi. Suunnittele perääntymisreitti. Tyhjennä vaara-alue sivullisista ja eristä se.

Korkeapaineputkisto (yli 24 bar): Ohjaa maaliikenne korvaavalle reitille. Ilmoita vaarasta lennonvarmistuskeskukselle. Maakaasuvuoto aiheuttaa vaaran

myös ilmailulle. Lentoliikenteelle aiheutuva vaara-alue arvioidaan sylinterinmuotoiseksi. Vaara-alueen läpimitta on 5 km ja vaara-alue ulottuu 100 – 300 metrin korkeuteen saakka.

Matalapaineputkisto: (alle 24bar): Ohjaa maaliikenne korvaavalle reitille. Matalapaineputkistosta purkautuva palava kaasu ei aiheuta vaaraa ilmailulle.

6. Pyydä asiantuntija-apua Gasumilta puhelin: 05 375 1555 ja paikalliselta jakeluverkkoyhtiöltä.

Korkeapaineputkisto (yli 24 bar): Älä irrota miehistöä etsimään venttiiliä ja sulkemaan putkistoa, vaan pyydä verkoston ylläpitäjää sulkemaan kaasuputkisto. Kaasunvirtaus voidaan sulkea suoraan valvomosta etäohjattavilla linjasulkuventtiilejä käyttäen.

Matalapaineputkisto (alle 24 bar): Varaudu irrottamaan pelastushenkilöstöä etsimään sulkuventtiili. Jakeluverkkoyhtiön päivystäjällä on tarkka tieto sijainnista ja voi opastaa. Matalapaineverkoston sulkuventtiilejä ei voi sulkea etäohjauksella.

Kun maakaasuputken venttiili on saatu suljettua, kaasuvuodon määrä vähenee ja palo heikkenee. Venttiilin etäsulkemiseen menee aikaa noin yksi minuutti, mutta kaasuvuoto ja palo voivat jatkua vielä pitkään. Vuodon ja palon kesto riippuu vuotoaukon koosta, kaasuputken läpimitasta ja kaasun paineesta putkessa. Ennakoi palon leviäminen maaston ja tuulen mukaan ja suunnittele toimenpiteet tilanteen mukaan. Seuraa tilanteen kehittymistä lämpökameran avulla.

7. Valvo alueen eristämistä koko palon ajan. Paloa ei saa yrittää sammuttaa, koska se syttyy helposti uudestaan ja voi aiheuttaa vielä vakavamman vaaran. Jos palon sammuttamisyritys on välttämätöntä uhrien pelastamiseksi, sammutukseen soveltuvat natrium ja kaliumpohjaiset sammutusaineet, vaahdot ja jauheet. Myös maa-aines sekä sammutuspeite voi tulla kysymykseen. Vesi ei sovellu kaasupalon sammuttamiseen, mutta sillä voidaan estää tulen leviäminen ympäristöön ja jäähdyttää putkistoja.

8. Jatkuva tiedustelu on tarpeen, vaikka tilanne näyttäisi rauhoittuvan.
9. Venttiili saattaa olla jo sulkeutunut, sillä kaasuvuodon, palon ja räjähdysten seurauksena kompressoriaseman imupaine laskee. Kun imupaine on laskenut alle 20 barin, aseman automatiikka ajaa aseman alas, jolloin virtaavan kaasun paine repeämään alkaa nopeasti laskea.
10. Pyydä asiantuntija-apua.

Korkeapaineputkisto (yli 24bar): Gasumilla päivystää asiantuntijoita maakaasun jakelualueilla. Keskusvalvomo hälyttää heidät ongelmatilanteissa korjaamaan epänormaalin tilanteen, sekä informoimaan asiakkaita ja toimimaan viranomaisille asiantuntija-apuna.

Matalapaineputkisto (alle 24 bar): Ota yhteyttä paikalliseen jakeluverkkoyhtiöön. Pyydä heitä paikalle korjaamaan epänormaali tilanne ja informoimaan asiakkaita ja toiminnanharjoittajia onnettomuuden vaikutusalueella, ja toimimaan viranomaisille asiantuntija-apuna

11. Paineen ja kaasun virtauksen laskiessa palo sammuu itsestään. Anna maakaasupalon palaa loppuun, ja kaasun tuulettua. Varmista kaasupitoisuuden lasku syttymisvaaramittarilla.
12. Ilmoita viranomaisille vaaratilanteesta.
13. Lopeta pelastustoiminta.
14. Poista rajoitukset.
15. Puhdista vaatteet ja varusteet.